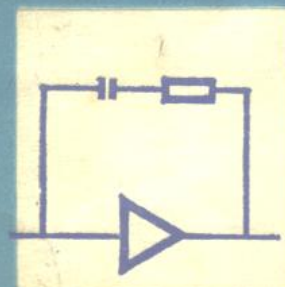
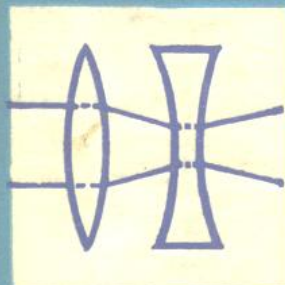


高等学校试用教材



微型计算机 及其应用

(应用篇)

湖南大学 杨润生 王敬觉 编



机械工业出版社

高等学校试用教材

微型计算机及其应用

(应用篇)

湖南大学 杨润生 王敬觉 编



机械工业出版社

微型计算机及其应用

(应用篇)

湖南大学 杨润生 王敬觉 编

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 20 · 字数 488 千字

1983 年 11 月北京第一版 · 1983 年 11 月北京第一次印刷

印数 00,001—46,000 · 定价 2.50 元

*

统一书号: 15033 · 5453

前 言

本书是根据 1978 年 4 月在天津召开的高等学校一机部对口专业座谈会和 1978 年 7 月在上海召开的计算机及其应用专业教材编写会议所制定的教学大纲编写。

本书是在微型计算机及其应用《基础篇》的基础上，讨论微型计算机的应用。微型计算机的每一种应用都有其特殊性，因而本书不可能讨论每一个具体领域中的应用问题。但是，微型计算机的任何应用，都需要一个微型计算机应用系统，因此，正确设计和合理组成一个实用的微型计算机应用系统，并掌握它的研制方法，是解决微型计算机应用的共性问题。

本书主要讨论设计和研制一个微型计算机应用系统时，如何进行微处理器的选择、接口设计和软件研制。并对总线标准，微型计算机应用系统的研制工具和研制方法，以及操作系统和多微系统都作了较详细的介绍。

本书按照部件与系统相结合，硬件与软件相结合，着眼于系统的原则进行编写。可作为高等学校计算机、自动化、仪表等专业高年级学生的教材，也可供从事微型计算机应用系统设计和研究的科技人员参考。书中带（*）的章节各校可根据需要灵活掌握。

本书初稿和修改稿由合肥工业大学朱逸芬副教授主审。在审稿过程中提出了许多宝贵意见，在此表示衷心感谢。段波同志为本书绘图做了大量工作。本书由周斌同志担任责任编辑。

由于编者学识水平有限，书中难免有许多缺点和错误，恳请读者批评指正。

1982年7月

目 录

第一章 概论	1
§ 1-1 微型计算机发展的特点	1
一、微型计算机的应用已深入到各行各业	1
二、以多种方式向用户提供微型计算机	4
三、软件的标准化和商品化	6
§ 1-2 微处理器的新进展	6
一、8 位微处理器不断翻新	6
二、研制了一批专用微处理器	7
三、新型高性能微处理器	8
四、外围电路不断丰富与完善	9
五、今后发展的展望	10
§ 1-3 微型计算机应用系统设计和研制概述	12
一、微型计算机应用系统的设计步骤	12
二、微型计算机应用系统的设计特点	16
三、微型计算机应用系统的研制工具	17
第二章 正确选择微处理器	23
§ 2-1 正确选择微处理器的重要性	23
一、微处理器对应用系统的影响	23
二、选择微处理器的一般准则	23
§ 2-2 选择微处理器要考虑的主要特性	25
一、用途	25
二、字长	25
三、位片式	26
四、处理速度	26
五、功耗	27
六、其它性能	27
§ 2-3 选择微处理器的实例	29
一、TMS1000 系列	29
二、8080 系列	30
三、Z 80	32
四、M 6800 系列	34
五、MCS6500 系列	38
六、专用微处理器	40
七、高性能微处理器	43
八、位片式微处理器	51
§ 2-4 如何进行选择	56
一、从头开始方式	57

37281

二、单板微型计算机方式	58
三、完整的微型计算机系统	60
第三章 接口技术	61
§ 3-1 接口的四种基本类型	61
一、运算辅助操作接口	61
二、用户交互式接口	63
三、传感接口	65
四、控制接口	65
§ 3-2 键盘和显示器接口设计	66
一、键盘接口设计	66
二、键盘监控程序和数码转换程序设计	68
三、8位显示器接口设计	76
§ 3-3 光电输入机、电传打字机和盒式磁带机的接口设计	79
一、输入/输出程序设计	80
二、光电输入机接口设计	89
三、电传打字机 (TTY) 接口设计	90
四、盒式磁带机接口设计	94
五、模-数转换器与数-模转换器接口设计	97
§ 3-4 CRT终端接口设计	100
一、一般概念	100
二、CRT控制器	101
三、CRT终端接口设计实例	103
§ 3-5 软磁盘接口设计	111
一、软磁盘记录格式	111
二、软磁盘控制器	115
三、四路软盘控制器板 (4FDC)	121
四、软磁盘驱动器	124
第四章 微型计算机系统的研制工具	134
§ 4-1 研制过程	134
一、硬件研制过程	135
二、软件的研制过程	135
§ 4-2 软件研制工具	136
一、编辑程序	136
二、汇编程序	137
三、调试程序	138
四、二进制装入程序	139
五、交叉汇编程序	139
六、模拟程序	142
§ 4-3 硬件研制工具	144
一、微型计算机研制系统	145
二、联机仿真器	155
* 三、逻辑分析仪	162

*第五章 操作系统	173
§ 5-1 操作系统的重要性及其总体结构	173
一、操作系统的基本术语	175
二、操作系统的功能	175
三、操作系统的层次模块结构	178
四、操作系统的分类	180
§ 5-2 存储器管理	181
一、单连续块存储管理技术	181
二、静态划分式存储器管理	182
三、动态划分式存储器管理	183
四、虚拟存储器管理	184
§ 5-3 设备管理和文件系统	185
一、微型计算机设备管理的特点	185
二、文件系统的组织	187
三、文件操作	189
§ 5-4 作业和进程管理	189
一、联机控制方式	189
二、作业和进程的调度	190
§ 5-5 CDOS 介绍	191
一、CDOS 的层次结构	191
二、控制台处理程序	192
三、系统调用程序	194
四、设备驱动程序	198
第六章 总线	201
§ 6-1 一般概念	201
一、内总线和外总线	201
二、并行总线与串行总线	203
§ 6-2 内总线	204
一、S-100总线	204
二、6800系统总线	209
三、MULTIBUS总线	210
四、STD 总线	218
五、TRS-80 总线	222
六、Apple II 总线	225
§ 6-3 外总线	229
一、IEEE-488 总线标准	229
二、EIA-RS232C 串行接口标准	234
*第七章 多微处理器计算机系统	237
§ 7-1 多微处理器计算机系统的引入	237
§ 7-2 多微处理器系统分类	238
一、计算机一级的并行——多微计算机系统	238
二、多处理器一级的并行——阵列处理器系统	240

VI

三、指令、任务一级的并行——多微处理器系统	240
§ 7-3 多微处理器计算机系统的互连和通讯	242
一、关于单总线互连和通讯机构	242
二、共享存储器通讯机构	243
三、环形总线结构	244
四、多级总线结构	245
§ 7-4 关于多微计算机系统的并行算法和软件	245
一、同步并行算法	246
二、异步并行算法	247
三、并行处理语言	248
四、多微计算机系统的操作系统	250
§ 7-5 一个分布式汉字信息处理系统	253
一、系统综述	253
二、屏幕处理程序	254
三、文件系统	255
第八章 微型计算机应用系统设计实例	256
§ 8-1 微型计算机在仪器仪表中的应用	256
一、设计要求	256
二、系统设计	256
三、硬件系统的设计和实验	259
四、应用程序的设计和调试	266
五、实验室联调与现场考核	273
§ 8-2 微型计算机控制机械加工设备	278
一、设计要求	278
二、微型计算机系统设计	279
三、接口设计	280
四、软件设计	285
§ 8-3 微型计算机在交通控制中的应用	295
一、设计要求	295
二、系统和软件设计	295
三、实验	298
§ 8-4 微型机用于银行帐务实时处理系统	299
一、系统功能简要	299
二、“人机对话”命令的设计	299
三、数据组织的设计	301
§ 8-5 多重处理系统的应用	307
一、多重处理系统的特点	307
二、多重处理系统的总线结构	308
三、一个混合多重处理系统的应用	309

第一章 概 论

微型计算机的应用,已经越出了研究所、高等学校、大工厂和政府机关的大门,进入到一切工业产品的初始设备中,进入商业、交通、医疗、教育、服务行业以及日常生活的所有领域。

近年来,微型计算机各种芯片以每两年集成度提高一倍的速度向前发展,相继出现了一批单片微型计算机和一批高性能的16位和32位微型计算机。微型计算机系统用的LSI化外围电路也逐渐配套齐全。微型计算机的软件也有很大的发展,新的高级微型计算机都配有功能强的操作系统和多种高级语言,并将软件尽量硬件化,配置各种功能的只读存储器,使系统的扩展非常灵活和方便。这些都进一步促进了微型计算机应用的发展。下面从微型计算机应用的角度,概略地叙述有关微型计算机发展的特点,微型计算机应用系统的设计和研制。

§ 1-1 微型计算机发展的特点

目前,世界各国已研制出许多各种用途的微型计算机。从机器的字长来看,有4位机、8位机、12位机、16位机和32位机等;从机器组成来看,有位片式、单片式和多片式;从制造工艺来看,有MOS和双极型机两大类,而每一类工艺又有若干分支;从体系结构来看,微型计算机继承和发展了小型计算机的先进技术,如单总线或多总线结构,通用寄存器堆,堆栈技术,并行处理、微程序控制等等。各制造厂家既大量出售微型计算机的各种芯片,又出售各种功能模块;既出售单板微型计算机,也出售各种用途的微型计算机系统;既有硬件产品,又有软件产品。下面是微型机发展的几个主要特点。

一、微型计算机的应用已深入到各行各业

微型计算机在各行各业的应用中4位机仍占很大的比重;16位机虽已进入市场,但应用中占主导地位的还是8位机,而且进一步加强了8位机的应用性能。因此,它的应用领域进一步扩大。

1. 4位机 最早生产的4位微型计算机有英特尔公司的4040和日本电气公司的 μ COM4等。它们都是多片机,由CPU、RAM、ROM、I/O通道4片组成。后来由2片组成,如洛克威尔的PPS4/2,日本电气的 μ COM41等。进一步发展到全部功能做在一块芯片上的单片机,如TMS1000, μ COM42等。最近几年出现的4位机全是单片机。已发展成为具有不同存储容量(RAM、ROM)和各种I/O以及带模数转换器等选择功能的微型计算机系列(见表1-1所示),以供各种用户选用。如日本电气公司的 μ COM43系列,就有带模数转换器,并可直接驱动荧光显示管、供电炉用的 μ COM46;有带定时器的供汽车收音机用的 μ COM43C;有带信号计数器、定时器供磁带录相机用的高速 μ COM43N等。单片4位微型计算机的品种越来越多,其应用领域在不断扩大,可用于微波炉、冰箱、加热器、烘箱、冷冻机、洗衣机、缝衣机、磁带录音机、电视机、立体声收音机、电视游戏机、音乐箱、学习机等家用电器。也可用于办公设备、工业控制、仪器仪表等各个方面。据估计,4位微型计算机现在应用数量

表1-1 4位单片微型计算机举例

型 号	工 艺	ROM	RAM	I/O数	脚 数	选 择 功 能
μ COM43	PMOS	2000 $\times$ 8	96 $\times$ 4	36	42	定时器
43H	PMOS	2000 $\times$ 8	96 $\times$ 4	36	42	定时器
44	PMOS	1000 $\times$ 8	64 $\times$ 4	36	42	
44L	PMOS	1000 $\times$ 8	64 $\times$ 4	36	42	
44H	PMOS	1000 $\times$ 8	64 $\times$ 4	36	42	
45	PMOS	1000 $\times$ 8	32 $\times$ 4	22	28	
46	PMOS	1000 $\times$ 8	64 $\times$ 4	31	40	A/D转换器
43C	CMOS	2000 $\times$ 8	96 $\times$ 4	36	42	定时器
44C	CMOS	1000 $\times$ 8	64 $\times$ 4	36	42	
45C	CMOS	1000 $\times$ 8	32 $\times$ 4	22	28	
43N	NMOS	2032 $\times$ 8	128 $\times$ 4	36	42	信号计数器定时器/串行通道
47	NMOS	4000 $\times$ 8	32 $\times$ 4	49	64	可扩展外部RAM
TMS1000	PMOS	1024 $\times$ 8	64 $\times$ 4	23	82	
1200	PMOS	1024 $\times$ 8	64 $\times$ 4	25	40	
1070	PMOS	1024 $\times$ 8	64 $\times$ 4	23	82	
1270	PMOS	1024 $\times$ 8	64 $\times$ 4	27	40	
1100	PMOS	2048 $\times$ 8	128 $\times$ 4	23	28	
1300	PMOS	2048 $\times$ 8	128 $\times$ 4	28	40	
1170	PMOS	2048 $\times$ 8	128 $\times$ 4	23	28	
1370	PMOS	2048 $\times$ 8	128 $\times$ 4	28	40	
TMSC1000	CMOS	1024 $\times$ 8	64 $\times$ 4	22	82	
1200	CMOS	1024 $\times$ 8	64 $\times$ 4	28	40	

最多, 约占整个微型计算机市场的70%。

2. 8位机 最早出现的8位微处理器是英特尔公司的8008, 速度慢, 性能不高。自第二代8位微型计算机如英特尔公司的8080、莫托洛拉公司的6800, 齐洛格公司的Z80出现以后才迅速普及。第二代微型计算机采用了有通用性的设计思想, 有品种齐全的各种容量的存储器, I/O接口等外围电路, 可组成各种不同规模的系统, 满足各种不同用途。最近几年迅速发展起来的8位单片微型计算机有几十种。有代表性的如英特尔公司的8048, 8049, 8021, 8022, 莫托洛拉公司的6801, 齐洛格公司的Z8, 日本电气公司的 μ COM83、87等, 如表1-2所示。8位机可用于电子现金出纳机、开帐单机、字处理机等事务用机器; 也可用于过程控制、机械手、生产管理, 检查、监视等工业方面, 以及交通、通信、情报处理、公害监测、电力、煤气、上下水道、旅馆、公寓大楼管理等各个方面。目前8位微型计算机的品种虽然比4位机少, 但它是微型计算机的主流, 用途最广, 其主要特点为:

(1) 一些批量很大的初始设备厂如汽车工业, 家庭电气工业要求发展能力甚小而功能齐全, 把全部微型计算机部件(CPU、RAM、ROM、I/O接口和可编程序定时器)做成一个单片微型计算机。这种完整的单片微型计算机把系统软件和应用程序全部在半导体生产厂调试好并做成掩膜ROM, 如MC6801和Intel 8048、8021, 可以大批量生产。这种单片微型计算机既可单独做为完整的计算机来使用, 又可以接上一些接口芯片把功能进一步扩大。

(2) 在LSI集成度不断提高而又保持8位机基本结构不变的情况下, 又发展了具有16位处理能力的8位机, 如MC6809便是一例。它除了有一个16位输出缓冲器之外, 将寻址方式从7种增加到16种。在主频增加到2MHz的前提下, 使这种8位机的处理能力提高了

表1-2 8位单片微型计算机举例

公 司	英 特 尔			莫托洛拉	莫 斯 特 克		齐 洛 格	日 本 电 气
型号	8048	8021	8022	6801	3870	3872	Z8	μCOM83
ROM	1024×8	1024×8	2048×8	2048×8	2048×8	4096×8	2048×8	2048×8
RAM	64×8	64×8	64×8	128×8	64×8	128×8	144×8	96×8
I/O数	26	21	27	31	32	32	32	20
定时器/计数器	8位	8位	8位	16位定时器	8位	8位	16位	8位
串行通道	无	无	无	有	无	无	有	无
中断	1	无	无	2	1	1	无	1
外部扩展能力	3 k 字节	不可	不可	62 k 字节	不可	不可	124 k 字节	4 k 字节
管脚数	40	28	40	40	40	40	40	40
备注			带 A-D 转换器					多重处理机乘除运算

50%。

(3) 8位微型计算机系统所需要的一些接口芯片进一步LSI化和标准化,如与主机总线完全兼容的通用并行、串行接口芯片、DMA芯片, CRT控制芯片, 优先中断控制芯片, 可编程序定时器芯片, 软磁盘控制器, 通讯用的调制解调器芯片等。由于这些接口芯片的标准化, 使8位机的系统构成和应用范围大大增加。使它广泛应用于工业控制、数据处理, 数据通讯和信息采集等广大领域。

(4) 8位机的应用性能和应用条件进一步加强。如工作环境温度一般在0~70℃范围, 通过改善工艺, 使最好的一档微型机芯片可在-55~125℃的恶劣条件下工作, 而主机频率则进一步提高, 分为1MHz、1.5MHz、2MHz、4MHz各档。由于这些条件的搭配, 使8位机的应用领域得到进一步扩大。

3. 16位机 1972年美国国家半导体公司首次发表16位微型机IMP-16, 由于当时软件很弱, 应用受到限制, 没有很好发展。随着大规模集成电路制造技术的进步和高速运算、分散处理, 多重处理系统的需要, 促进了16位微型计算机的进一步发展。出现了一批访问能力达一百万字节的微处理器, 如英特尔公司的8086, 莫托洛拉公司的MC68000, 齐洛格公司的Z8000, 日本电气公司的μCOM16000等。

16位微型机大致可以分为三类。

第一类是小型机微型化而成的微型计算机。其特点是把现有小型机的处理器单元LSI化, 或经部分变化再LSI化而成, 在结构上, 这类微处理器和现有小型机的处理器同样设计。显然, 发展这类微处理器的最大好处是利用小型机现成的软件。典型的产品有美国DEC公司的LSI-11, 其对应的小型机是PDP-11, 美国DGC公司的Micro NOVA, 其对应的小型机是NOVA机等等。这一类微型机的性能相当于小型计算机系列中的低档机。

第二类是8位微型机的发展和延续。由于LSI技术的进步, 具备了从8位机发展到16位机的条件。从应用的要求来看, 在低性能应用系统上, 倾向于使用将存储器 and I/O接口做在微处理器片上的8位字长的单片微型计算机。在高性能应用系统上, 倾向于使用16位字长的微型计算机。典型产品有英特尔公司的8086, 莫托洛拉公司的MC68000和齐洛格公司的Z8000等。从硬件来看, MC68000、Z8000可以与PDP-11/45相比。今后如果外围电路芯片, 软件、开发支援系统等能进一步充实, 这类微型计算机可以与小型计算机相对抗。

第三类是由早期16位微型处理器发展形成。这一类微处理器既不是现成的小型机LSI化

而成，也不是由 8 位微型处理器发展而成，即它没有对应的 16 位小型机或 8 位微处理器。典型产品有美国得克萨斯公司的 TM9900/9980/9940、日本电气公司的 μ COM16/1600 等。

16 位微型计算机由于采用并发展了小型计算机的先进技术，无论在总体结构或指令系统上都比以前各式微型机有较大的发展。16 位微型计算机一般有如下特点：

- (1) 以总线为核心展开整个系统；
- (2) 有较多的通用寄存器，而且不少类型的微型机其通用寄存器可由用户定义，还可用作变址寄存器；
- (3) 容易组成多重处理系统；
- (4) 数据处理类型较多，如 MC68000 有 6 种数据形式，Z8000 有七种数据形式；
- (5) 有丰富的寻址功能，如 MC68000 有 14 种寻址方式， μ COM-1600 有 6 种寻址方式；
- (6) 直接寻址范围较大，一般大于 1M 字节，如 MC68000 可寻址 16M 字节，而 Z8000 直接寻址 8M 字节；
- (7) 灵活的硬件地址形成电路，如 μ COM-1600，除了程序计数器 PC 和再定位计数器 RLR 外，还把状态字也利用起来。而 Z8000 则由逻辑地址寻得基本地址再与偏移值(16 位)组合形成真实的物理地址；
- (8) 大多都有内存管理硬件；
- (9) 指令功能强，有乘除运算指令；
- (10) 片上都有中断电路，且多数有多级中断；
- (11) 可以工作于较高的时钟频率，有相当高的运算速度；
- (12) NMOS 和 HMOS 工艺占多数。

有些 16 位微型机是以单板计算机的形式出售。如 DEC 公司的单板微型计算机 LSI-11/23，整个板子为 22.8×13.2 厘米，上面有四块电路，其中二块是数据/控制芯片，是用微程序控制的 CPU，第三块是存储操作单元，第四块是浮点运算单元，可作 32 位，64 位的浮点运算。它的处理速度为 PDP-11/34 的 90%，但它与 PDP-11/34 完全兼容，而价格便宜得多。PDP-11 所用的软件完全可套用，这对 PDP-11 的用户非常方便。由于 16 位微型计算机接近小型机的功能，所以，它能应用于过去小型机应用的许多领域。

此外，还有 12 位机和位片机。12 位机最近几年没有什么新的发展，但东芝公司的 TLCS-12 由于配套的外围电路品种多，可以组成各种数据处理和控制系统，应用面亦较广。

位片机是采用双极性工艺分别做成 2 位或 4 位的片子，根据需要组成所需字长的计算机，用微程序控制。可用于要求高速而用 MOS 工艺微型机不能解决的特殊应用场合中。

二、以多种方式向用户提供微型计算机

为方便微型计算机的推广应用，缩短设计和研制时间，制造厂家以多种形式向用户提供微型计算机器件或系统，以满足用户的不同要求。一般有如下几种方式：

1. 芯片系列 对于设计力量较强而又使用批量较大的用户，初始投资的多少非常重要，一般是由用户购买成系列的大规模集成电路芯片以及相应的支援用的中小规模集成电路，设计和组成适合本身要求的应用系统，系统中的系统软件和应用软件研制成功后，可以自己写入 EPROM 或由半导体生产厂去做成掩膜。

2. 成套件 对于较小的系统，或对于教育培训或业余爱好者来说，既不具备研制工具，又希望用最低的价格买一台完整的微型计算机，稍加焊接就能成为一台具有简单键盘输入和

显示输出的机器。为适应这一要求，制造厂家便以成套件的形式出售给用户。这种成套件如 MEK6800D₂KIT、TK-80 等包括全部电子电器元件和已经制好的印刷电路板。有的甚至将系统监控程序也装入 ROM 中。这种成套件的价格不断降低。不但一些主要半导体生产厂大量出售，一些小公司也研制了各式各样的这类成套件。

3. 功能模块 对于系统较大而批量不大，系统开发工作比较复杂的用户，采取上述两种办法都不能解决问题。最好的办法是根据系统的要求，直接购买生产厂家已经研制好的各种功能模块，如主机，各种存储器，各种接口模块等，这样投资虽然可能高些，但节省了研制费用和时间。如莫托洛拉公司针对广泛应用的要求，设计和研制了一个系列的微型计算机功能模块，共 15 种。主要有可带不同外设的单板机模块，几种存储器模块（8k/16k EPROM 模块、动态 8k/16k RAM 模块、静态 2k/4k RAM 模块）、可编程定时器模块，开关量输入输出模块、A/D，D/A 转换器输入输出模块、数字量输入模块、继电器形式输出模块等。这些模块构成 M68MM 系列，用这些模块组成应用系统，硬件的设计工作就变得很少了，设计工作的主要部分用在开发软件上。

4. 有的用户没有系统设计的技术力量，可以根据工作上的要求直接购买市场上已经出售的针对各种不同目的而设计的系统。有的公司研制了专门用于商业和业务管理的微型计算机系统，如 Radio Shack 公司的 TRS-80，带有盒带、软盘、CRT 等外设，并配有 BASIC 语言。再如 Cromemco 公司的 CS3/7 微型计算机系统，配有多路显示终端，可进行分时操作，并配有 BASIC、COBOL、FORTRAN 等语言，这种系统对教育和培训非常合适。工业应用系统因为应用对象和目的的不同（如能量管理、工业自动化、数据采集、检测和仪表、机械控制、过程控制、物流管理、交通管理、数据通讯等）除了在软件要求上的差异很大之外，需要非常丰富的接口模块，以适应不同的需要。如美国 PCS 公司用 8080 组成的 380 系列，用 MC6800 组成的 280 系列，用 Z 80 组成的 180 系列就具有可接受开关、定时，按钮、计数等各种带有光电隔离的输入输出模块以及带有 A/D、D/A 转换的模拟量输入输出模块。意大利 Carlo Cavazzi 公司用 8080 研制的 SAM 工业应用系统是一个比较典型的例子，它带有丰

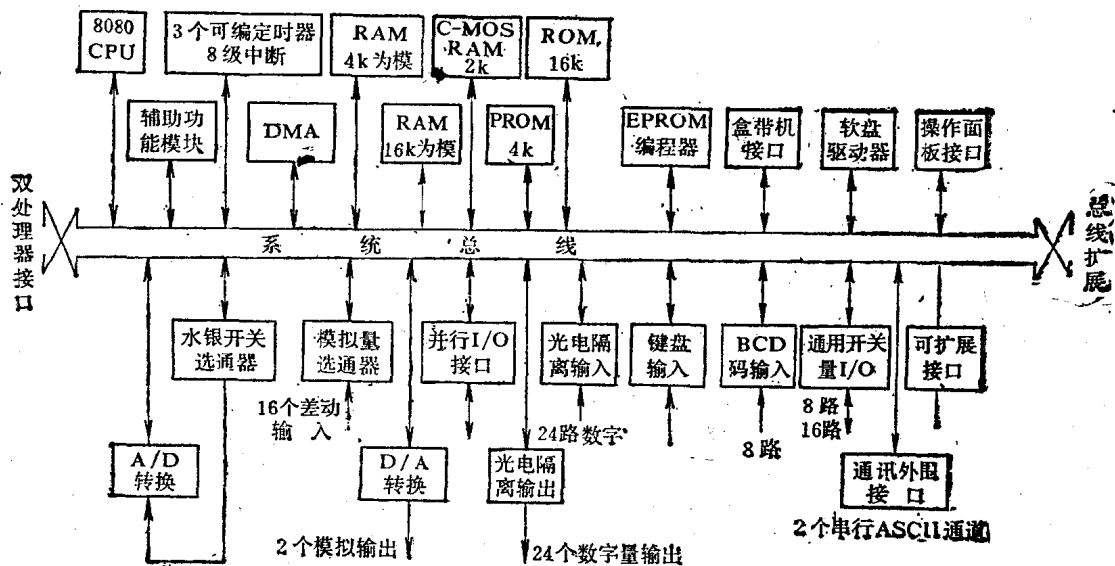


图1-1 SAM系统框图

富的接口和很强的扩展能力,该系统由微处理器、存储器、过程接口、外设接口,输入/输出及系统扩展用的6类共28种不同的模块所组成,在硬件上可满足很多领域的需要,但软件要单独开发。其框图如图1-1所示。

三、软件的标准化和商品化

微型计算机应用的好坏,有赖于软件的开发。软件的标准化和商品化,促进了微型计算机应用的发展。由于微型计算机本身的处理能力有限,而又灵活性很大,便给软件的开发带来一定的困难。为此,一些生产厂家都根据机器规模的大小,功能的强弱以及可带外设的多少,研制了一系列基本软件,如莫托洛拉公司研制的JBUG, MIKBUG, MICROBUG, MINIBUG, TVBUG 以及 EXBUG 等一系列监控程序。这些监控程序都已标准化并以固件(Firmware)的形式出售,用户可根据自己系统的需要进行选择。

对于小型应用场合或培训学习场合中使用的微型计算机,手编程序仍占重要地位。但随着微型计算机所要解决问题的复杂性增加,必须使用高级语言,并给微型计算机配上相应的汇编程序,编译程序和解释程序,以便对程序进行汇编、编译和解释。据分析,虽然汇编编程比高级语言在编程时耗费较多的时间,但生成的目标程序却较短,高级语言在硬件上投资却较大。因此,对于微型计算机来说,一般都非常强调用汇编语言编写程序的重要性。

程序的汇编以及高级语言的编译和解释,对于较大的用户,自己有较强的微型计算机系统或开发系统,则可以在同样的机型上进行这些工作,这些软件称为驻留型。对于计算机比较普及的地方,使用分时终端比较方便,可以在分时终端甚至可在大机器组成的网络上来调试自己的微型计算机软件,这就是交叉型的汇编和编译程序。

由于软件的研制要花费大量的人力,即使是购买产品而不买技术(如清单和文本),与硬件相比,软件产品的价格是相当昂贵的。一条高级语言编译或解释程序纸带,一般都在一千美元以上,相当于一个小系统的硬件价格。

以上谈的是微型计算机的系统软件,由于标准化和商品化,可供用户根据自己的需要方便地进行选择。但是,对于应用软件,由于应用范围非常广泛,应用目的千差万别。因此,制造厂家不可能全部提供,用户必须根据应用系统的要求自己进行研制。但是,制造厂家为了支持其产品大面积推广应用,他们也积极参与应用软件的有关工作,一般来说,他们都做如下两件事情:

- (1) 对批量较大的用户将其调试好的应用软件制造ROM掩模;
- (2) 帮助用户组成用户应用集团,用自己少量的应用软件入股以换取更多的软件。

§ 1-2 微处理器的新进展

70年代中期,8位微处理器Intel 8080, M 6800和Z80的应用进展很快,软件也日益成熟;与此同时,大规模集成电路工艺取得很多突破,所以,自1978年以来,微处理器又取得了许多新的成就,主要有以下几方面。

一、8位微处理器不断翻新

由于8位微处理器中的Intel 8080, M 6800和Z80已非常广泛地应用于各个领域,应用软件也很丰富。一些生产其它类型8位微处理器的厂家也都向这三种微处理器靠近,有的改为生产这三种微处理器。但是,他们并不是停留在原有水平上,而是在保留原有指令系统

的基础上,翻新工艺,提高速度,降低功耗。例如美国国家半导体公司用 CMOS 工艺生产 Z80,叫做 NSC800,工作频率为 4 MHz,但 CPU、存储器和 I/O 三种电路的功耗只有 125 毫瓦,比 NMOS 的 Z80 降低很多。RCA 公司用 CMOS 生产 Intel 的 8085,功耗只有 NMOS 8085 的五分之一、工作频率为 5 MHz,称为 RCA 8085C,其指令系统与原来 8085 完全一样。Intersil 公司用 CMOS 工艺仿造 Intel 的 8748 单片微型计算机,称为 87C48,工作频率为 6 MHz,功耗只有 50 毫瓦。

原来这三家公司也在不断翻新 8 位微处理器的性能。Intel 公司生产 8 位的微处理器 8088,它保持了 8086 的一些内部结构,功能为 8085 的两倍。它的外部总线为 8 位,但内部是 16 位的结构,寻址方式增加到 24 种,存储空间可达 1 兆字节。Motorola 公司生产 M6801 单片微型计算机,片上有 6800 的 CPU,128 字节的 RAM 和 2048 字节的 ROM,29 条 I/O 线。同时,它还生产 M6809,其外部总线为 8 位,内部是 16 位结构,执行扩充的 M6800 指令系统。Zilog 公司也生产 Z80B,时钟频率为 6MHz,提高了工作速度。

总之,8 位微处理器的品种将减少,各种产品逐渐靠近三、四种比较成功的 8 位微处理器的指令系统,而这几种指令系统基本上保持不变或有所扩充和增强,以便充分利用已经积累起来的应用软件,但工艺、结构和性能将不断翻新和提高。

二、研制了一批专用微处理器

由于 VLSI 工艺不断取得进展,最近可以看出一种发展趋势,就是利用 VLSI 工艺的进步,生产出多种专用处理器。也就是说,在集成度提高的基础上,微处理器不仅向上增加 CPU 的功能,也向纵深扩展其处理能力。例如,Intel 2920 信号处理器便是一个比较明显的例子。它可以接收模拟量,进行数字信号处理,并能输出模拟和数字量。它有 4 个模拟输入,有 28 位宽的 ALU 进行数字处理、可以执行加、减、移位和布尔代数操作等等。它有 8 个输出,可以是全部 8 个模拟量输出,或者是 4 个模拟和 4 个数字输出、或者是全部 8 个数字输出。它的工作频率为 2.5 兆赫。可用于调谐滤波器、频谱分析仪,特殊波形发生器,限幅器以及执行其它一些复杂功能。

AMI 公司的实时信号处理器 S2811SPP 可用于信号处理和远距离通讯。这两种用途都需要有高速乘法。SPP 除采用高速的 VMOS 工艺以外,主要是使用了流水线的乘法器,使乘法操作与读,累加和写操作重叠起来,使乘法指令在 300 毫微秒内完成。

数学微处理器是另一个方面的专用例子。因为 16 位高性能的微处理器,其基本指令执行速度与存储空间这两项与中小型计算机相比已相差无几了。但在乘除运算方面,特别是浮点乘除运算还差很多,如果把乘除运算部件做在单片微处理器电路上,势必大大增加设计和制造的复杂性,大大增加成本。为了进一步扩展微型计算机的应用领域,很多厂家生产了数学微处理器。例如,Intel 8087 是这种数学微处理器的一个例子,它有一个 64 位的运算逻辑部件,主要执行浮点的乘除运算以及执行三角函数、对数、乘幂和求平方根的单条指令。这类数学微处理器与高性能的 16 位微处理器一起联合使用,整个系统的性能将大为提高。除 8087 数学微处理器以外,Intel 公司还生产 8232 浮点微处理器,可执行 32 位和 64 位浮点加法、减法、乘法和除法。AMD 公司也生产数学微处理器 AMD9511 和 9512。

除了信号处理和浮点运算的专用微处理器以外,还有许多其它类型的专用微处理器,如专门解多项式的微处理器。可以预期,随着 VLSI 工艺的进展和计算机设计自动化的进展,专用的微处理器会有更广阔的发展前途。

三、新型高性能微处理器

近两年来, 出现了一批新型高功能微处理器, 主要有如下几方面:

1. 除了前面介绍的 Intel 8086, Zilog 8000 和 Motorola 68000 三种 16 位机以外, Intel 公司为使其产品兼容, 把它的 8 位机, 16 位机和 32 位机组成一个完整的系列, 叫 iAPX 系列, 该系列包括:

iAPX432	32 位微处理器
iAPX286	16 位微处理器
iAPX186	16 位微处理器
iAPX86	16 位微处理器
iAPX88	8 位微处理器

其中, iAPX432 微处理器由三片电路组成, 其总数超过 20 万个管子。这三片电路是:

43201 指令译码部件	10 万个管子
43202 微执行部件	6 万个管子
43203 接口处理器	6 万 5 千个管子

43201 与 43202 组成通用数据处理器, 它们之间通过双向的微指令总线 (Microinstruction Bus) 通讯, 这两片组合在一起, 可以取指令、译码并执行程序指令。43203 接口处理器通过一个子系统总线 (Subsystem Bus) 与通用数据处理器连接, 并通过成组总线 (Packet Bus) 通讯。iAPX432 的另一个特点是把操作系统做在硅片上, 这是微型计算机中软件硬化的一个重要发展。

最近莫托洛拉公司也发表了 MC68000 微处理器系列化计划, 同时商定由六个协作厂家配合新系列研制外围支持芯片和软件等产品。新机型包括以下三种:

M68020	32 位微处理器
M68010	16 位微处理器
M68008	8 位微处理器

M68020 微处理器具有 1.5 百万指令/秒的处理能力, 寻址范围为 16 兆字节以上。MC68000 原来配有 32 位的数据寄存器、地址寄存器和程序计数器, 新机型均按同样的体系结构布局, 因而在硬件上整个系列具有兼容性。

M68010 微处理器与存储管理部件 68451 配合使用, 使系统具有虚拟存储能力。M68008 的内部结构是 32 位, 数据总线是 8 位, 这样便于使用 8 位个人计算机外围设备, 而且它的软件可以同 MC68000 系列的 16 位微处理器和 32 位微处理器兼容。

MC68000 系列是莫托洛拉公司与其它六个协作厂家共同研制的。其中, 日立公司将提供 8 位、16 位双通道直接存取控制器和 M68020 用的浮点运算协处理器。Mostek 将提供可向局部区域网络存取的控制器和单片 16 位处理机。Signetics 和飞利浦公司将联合提供 16 位、32 位微处理机的外设控制器。

在三种著名的 16 位微处理器 (Z8000, Intel 8086 和 M68000) 中, M68000 的结构功能最强, 因而一些 LSI 制造厂家都愿意做 M68000 的第二来源制造者, 不少软件公司也加紧为 M68000 配置系统软件, 这些都有利于 M68000 系列的加速发展。

2. 位片式微处理器 位片式微处理器从 4 位片向 8 位片过渡, 例如, 仙童公司的 8 位 ECLF100K 系列共有 4 种电路, 若用 8 片 8 位片微处理器, 再加上先行控制进位片 F100179,

可以组成 64 位的运算逻辑部件 (ALU)，其加法操作时间只有 35 毫微秒。F100K 8 位片的四种电路如下：

(1) 核心片 F100220。这是地址数据接口部件 (ADIU)，对 8 位数据进行运算，第 9 位是奇偶校验。共有 27 条基本指令。片电路上约有 1000 个 ECL 门，功耗为 4 瓦，68 条引线封装。

(2) F100221。多功能网络部件 (MFN)，它具有四种用户可编程序的工作方式，它与上面 ADIU 一起，组成完整的 CPU。

(3) F100223。可编程序接口部件 (PIU)，它提供处理器部分与外围之间的接口，它处理 CPU 通道和 I/O 外围设备之间的 I/O 通讯。除此以外，一些其它厂家也在改进其位片，如先进微器件公司 (AMD) 把 2901 改进为新的 2903，Motorola 和 Texas Instruments 公司也都在位片方面做出新的努力。

3. 双极性微处理器 双极性微处理器也发展很快，Fairchild 9445 16 位微处理器是 9440 的改进型，采用 I²L 工艺。它的指令与 NOVA 计算机完全匹配，但其性能要超过 NOVA 3 和 NOVA 4。9445 有双字长和双字节长指令，其内部有高速时钟，执行寄存器-寄存器操作只有 300 毫微秒，16 位带符号乘法只有 3.5 微秒，除法为 5.7 微秒。AMD 公司的 29116 称为可编微程序的控制器，时钟频率为 10 MHz，所有指令在一个周期内执行，所以执行操作时间为 100 毫微秒。其它 16 位的双极型微处理器有 TI 的 SBP9900，仙童公司的 9946 以及英国 Ferranti 公司的 F100L，还有 Sighetic 公司的 8 位双极型微处理器，其型号为 8×300，也称为可编程序控制器，非常适用于控制方面的应用，尤其广泛应用在硬磁盘控制器中。它可以执行移位、循环、合并和屏蔽等操作，执行时间为 250 毫微秒。

四、外围电路不断丰富与完善

微型计算机系统必须有丰富的外围电路支持，否则，就不能充分发挥 CPU 的功能，因此，在提高微处理器功能的同时，都很重视发展外围配套电路。自出现 16 位高性能微处理器以后，又发展了一大批外围配套电路，使外围电路的发展进入了智能化、专门化和复杂化的新阶段。

(1) 智能化 由于 16 位微处理器有很大的存储空间，需要有存储管理部件 (MMU) 来帮助微处理器进行存储器分段管理，并在执行多道程序时进行存储保护和管理；考虑到多微处理机系统中，多个微处理机争用总线的问题，需要有总线仲裁部件来进行裁决；为了使 CPU 能腾出时间集中进行一些复杂的运算和逻辑操作，需要有输入/输出处理器对输入/输出设备进行预处理，以卸下 CPU 原来需要处理输入/输出的大量负荷。所有这些外围电路片都需要有相当程度的“智能”。

(2) 专门化 由于计算机技术日益成熟，现在已经可以生产专门化的外围电路。例如，在数据通讯方面有专门的数据通讯片子；对于硬盘和软盘都有专门的控制电路；甚至对于仪表接口，由于 IEEE-488 已经成为标准的接口，现在有 IEEE-488 的专门控制电路片。

(3) 复杂化 现在的外围电路片有很复杂的控制功能，其复杂程度不亚于 CPU 电路，集成度往往超过 20000 个晶体管，而且其中大多数采用随机逻辑控制电路，所以在制造工艺上比 CPU 还要复杂。

一般说来，外围电路可分为两类。一类是支持 CPU 系统的，如输入/输出处理器，DMA 控制器，总线仲裁器，存储器管理部件和数据通讯部件等。另一类是支持外围设备的，如软