

高等学校试用教材

控制用微电脑

汪希时 王琴放 编

中国铁道出版社

高等学校试用教材

控制用微电脑

汪希时 王琴放 编

中国铁道出版社

内 容 简 介

本书较全面地、深入浅出地讲述了以Z80-CPU为核心的单板式微电脑的原理、程序设计和应用。对其指令系统、接口技术和应用给出了清晰的概念和具体的实例。

本书共分九章。第一至三章主要内容是工作原理，第四章讲述程序设计，第五至八章介绍输入/输出、接口技术和总线，第九章为应用实例。

本书为大学非计算机专业的微电脑教材，也可作为科技人员微电脑学习班的教材。

高等学校试用教材

控 制 用 微 电 脑

汪希时 王琴放 编

中国铁道出版社出版

责任编辑 郭宇 封面设计 刘景山

新华书店总店科技发行所发行

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092毫米 1/32 印张：12.5 字数：310 千

1988年5月第1版 第1次印刷

印数：0001—6,500册 定价：2.10元

前 言

新技术革命的浪潮冲击着社会，其来势之猛是历史上少见的。在这场技术革命中，电脑又是影响各个领域的一个非常重要的因素，其中特别是微电脑，它几乎已深入到人类社会的各个方面，包括社会经济、工业生产和人们的生活等等。因此有人声称这是以微电脑为主导的新纪元的开始。

为了适应这种形势的发展，在中专和大学里几乎已普遍地开设了微电脑课程，在技术人员的继续教育中也在普及讲授微电脑知识。这本《控制用微电脑》就是通过给大学生及现场技术人员举办“微电脑学习班”的多次讲授基础上编写而成的。微电脑的应用领域大致可以分为科学计算、数据处理和控制这三个方面，这本书的主要内容是针对控制方面的应用。因为在铁路运输领域，不论是运输、工务、电务、机务等都需要应用微电脑来作控制、监测、统计等，前景非常广阔。

对于微电脑，并不是所有人都有清楚的概念，有人感到它是神秘莫测的，有人认为它是万能的，有人认为它的“智慧”超人，等等。针对这些不正确的看法，本书一开始就给出了明确的概念，讲述了微电脑是人类创造的，是人们智慧的结晶，人们可以按不同用途来选择不同类型的微电脑。在讲述其原理、结构和指令基础上用较大的篇幅讲述其接口、输入/输出、中断技术、外设和总线，这些都是控制用微电脑所必不可少的。

本书共分九章。第一至三章以讲述原理为主，包括微电脑的分类和指令系统，第四章是通过举例来引导读者学习汇编语言程序设计的，第五至八章则集中以控制应用为主导来讲述其接口技术、中断技术、输入/输出方法、外部设备和总线，第九章用综合举例方法来说明其应用。

本书虽然以Z80-CPU为核心来分析微电脑，但是根据作者的经验，只要读者掌握了它，就不难熟悉其它CPU的单板式微电脑。

本书的第一至三章由汪希时编写，第八章由汪希时和王琴放共同编写，其它各章由王琴放编写。全书由汪希时审阅。

由于微电脑技术的发展日新月异，书中错误之处，请读者指正。

编 者

1986年9月

目 录

第一章 微电脑概述	1
第一节 微电脑在信息社会中是怎样发展起来的	1
第二节 微电脑的工作原理	3
第三节 微电脑中的微处理器	5
第四节 怎样正确选择合适的微电脑	6
第二章 Z80单板式微电脑结构和工作原理	12
第一节 Z80单板式微电脑的总体结构	12
第二节 用户看到的Z80中的微处理器结构	14
第三节 Z80微处理器的对外联接	21
第四节 Z80微处理器的工作时序	23
第五节 微电脑中的内部仓库——内存贮器	30
第三章 指导Z80型微电脑巧妙工作的指令系统	37
第一节 用汇编语言形式表示的Z80指令系统	37
第二节 Z80的寻址方式	40
第三节 Z80指令分类和它们的功能	42
第四节 Z80还有伪指令	63
第五节 Z80中的宏指令	66
第四章 Z80汇编语言及程序设计	68
第一节 简单程序设计	68
第二节 分支程序设计	71
第三节 循环程序设计	75
第四节 字符数码变换程序设计	83
第五节 算术运算程序设计	91
第六节 什么是子程序，它是怎样设计的	95
第五章 输入/输出及中断	97
第一节 输入/输出的编址方式	97
第二节 外部设备与微处理器交换数据的方式	98
第三节 中断及响应中断的过程	99
第四节 Z80的中断技术	101
第五节 Z80的中断优先权	104
第六章 Z80微电脑的接口技术	105
第一节 并行输入/输出芯片 (Z80—PIO) 及其应用	105
第二节 计数器/定时器芯片 (Z80—CTC) 及其应用	114
第三节 串行输入/输出芯片 (Z80—SIO) 及其应用	122

第四节	数/模转换接口及其应用	136
第五节	模/数转换接口及其应用	143
第七章	Z80单板式微电脑的主要外部设备	149
第一节	微型打印机工作原理及应用	149
第二节	盒式磁带外存贮器及其应用	152
第八章	总线	161
第一节	什么叫总线	161
第二节	S—100总线	162
第三节	EIA—RS—232C串行接口	167
第四节	IEEE—488总线	172
第九章	Z80单板式微电脑应用举例	177
第一节	自动测量	177
第二节	数据采集与处理系统	182
第三节	单板式微电脑在电源监测中的应用	185
参考文献		193

第一章 微 电 脑 概 述

第一节 微电脑在信息社会中是怎样发展起来的

事物的发展总是沿着需要和可能的规律前进的。1941年夏，第二次世界大战爆发，美国陆军由于炮弹速度的提高，要求及时计算弹道的任务愈来愈艰巨，也愈来愈紧迫。这是由于当时用手摇计算机计算一条弹道约需12h，而一张火力表则有2千到4千条弹道的缘故。为了解决这一矛盾，物理学家和数学家付出了艰苦的劳动。在他们的努力之下，终于在1945年底研制成功了世界上第一台电脑ENIAC(*Electronic Numerical Integrator and Calculator*)，即电子数字求积计算器。它开创了电脑世界的新纪元。当初，这台电脑使用了18 000个电子管、7000个电阻、10 000个电容和60 000个继电器。它的体积约为 8.5m^3 ，重量约为30000kg，机房面积为 170m^2 ，耗电为150kW。从现在看，这是一台何等笨重的机器！但是，在当时它的工作能力却是惊人的，每秒钟可做5000次加法、500次乘法或50次除法，比手摇计算机快1000倍，比人工计算快20万倍。

既然有了第一台电脑，自然会有第二台，第三台，……。社会生产需要电脑，而电脑作为生产力反过来又推动着社会的发展。回顾电脑发展的历史，初期它只是作为一种计算工具被使用，而现代的电脑不仅可以进行科学计算，还可以进行数据处理（包括对数据进行分析、分类、检索、预测等）和对生产过程进行控制。预测将来，电脑的应用会越来越广泛，它对社会的发展会起到巨大的推动作用。近些年来，工业发达的国家提出了“信息社会”、“第三次浪潮”或“第三个文明社会”等不同的说法，尽管叫法不同，但都将电脑作为这类社会或“浪潮”的重要工具之一。如果说在农业社会里，一个家庭有几亩地和一头牛就可以维持生活，那么到了工业社会，资本起主宰作用（因为有了资本可以开矿山、办工厂、开商店、开银行），有了资本才可以达到扩大再生产的目的。现在是信息社会，信息的作用超过了资本的范畴，成了战略性资源。国家有了信息，计划者和决策者才能制定合理的发展计划和正确的政策；企业有了信息，才能发展生产，立于不败之地；个人有了信息，才能不迷失方向，在事业上取得成就。因此，信息是当今社会的中枢。

但是，信息并不等同于消息，因为信息并不是事物本身，而是事物的表征，它是由事物发出的消息、情报、指令、数据和信号等等所包含的内容。那么，如何采集、分析、加工和处理信息呢？这就需要使用当今科学技术的重要成果——电脑。

自从1945年有了第一台电脑之后，它经历了四个时代。第一代是真空管时代；第二代是晶体管时代；第三代是集成电路（包括小、中、大规模集成电路）时代；第四代是超大规模集成电路时代。如今已经步入第五代电脑的发展阶段。电脑所以能够得以迅速发展，是由于微电子学的研究成果支持着这场变革。从第1只晶体管问世开始，半导体器件如同雨后春笋，展示出勃勃生机，一代又一代新产品相继问世，为电脑设计制造提供了合适的材料，使一个电路、一个部件甚至整个电脑能够制造在一片半导体芯片上，从而出现了一类性能价格比较好的电脑——微电脑。微电脑的诞生揭开了信息社会的序幕。从此，世界上大批物理学

家、数学家、微电子学家以及制造商纷纷地来从事发展微电脑这项伟大的事业。所以从1971年之后的短短10多年间，微电脑发展之迅速，在电子学发展史上任何时期都是无法比拟的。回顾微电脑的发展历史，大致可以分为以下4个阶段。

第一阶段（1971~1972年）。代表性微电脑有Intel4004、4040和8008等。其特点是“微型化”和适用于“控制”。它们用PMOS工艺制成，外观象一块长方形橡皮大小，有16条腿。其字长分4位和8位两种。

第二阶段（1973~1974年）。这是微电脑高速发展的时期，生产厂家激增，最有代表性的是Intel8080、Motorola6800、Signetic 2650和Rockwell PPS8等。其特点可以概括为6个方面：一是绝大部分字长是8位的；二是开始采用NMOS工艺；三是提高了集成度；四是提高了工作频率，最高可达2MHz；五是使用了大规模集成电路输入/输出芯片，增强了功能；六是在一个电脑芯片内，不仅有处理功能，而且还有小容量的存贮功能和输入/输出功能，从而构成一个独立完善的微电脑。

第三阶段（1975~1976年）。在这期间，集成度更高、功能更强的微电脑相继诞生。最有代表性的产品是Zilog Z80、Intel8085、Motorola6800。它们的工作频率可高达4MHz。需要指出，在这一时期特别注意了微电脑的软件发展。

3种主要16位微电脑的主要特性

表 1—1

性 能 指 标	型 号		
	8086	Z8000	68000
公布年份	1978	1979	1980
集成电路工艺	HMOS	NMOS	HMOS
最高时钟频率(MHz)	10	6	10
芯片面积(mils)	225×255	238×256	265×265
芯片上晶体管数(个)	29000	17500	68000
地址空间(字节)	分段方式(1M)	分段方式(8/4.8M)	直接地址(16M)
引 脚 数	40	48	64
通用寄存器数	8个(16位)	16个(16位)	16个(32位)
处理数据方式	位, 字节, 字, BCD, 字符串	位, 字节, 字, BCD 记录字, 字符串	位, 字节, 字, 记录字, BCD
基本指令表	100	116	56
中断方式	可屏蔽中断, 不可屏蔽中断	不可屏蔽中断向量中断, 非向量中断	由三个输入控制7级中断, 有不可屏蔽中断
指令字节长度	1, 2, 3, 4, 5, 6	2, 4, 6, 8, 10	2, 4, 6, 8, 10
地址方式	直接地址 寄存器间接 基地址 变址 基地址变址 寄存器直接 立即	寄存器直接 寄存器间接 直接地址 变址 立即 基地址 基地址变址 相对地址	寄存器直接 寄存器间接 绝对 立即 程序计数器 相对 隐地址

第四阶段（1977~1982年）。在这期间，受超大规模集成电路（VLSI）工艺的影响。所生产的微电脑的特点主要体现在3个方面。一是字长为16位，二是具有高集成度；三是有更高的时钟频率。这一时期的微电脑大致可以分成4种类型。一是由小型机微型化延伸而来，例如PDP-11/23、/24和Fairchild 9445等；二是由原来的8位微电脑演变而成为16位的微电脑，其中最典型的是Intel 8086、Motorola 68000、Zilog Z8000、NS16016及16032和TMS9900等；三是为某种目的而研制的专用16位微电脑；四是西欧和日本生产的，但尚未达到大批量生产的杂牌微电脑。在上述4种中，以第2种应用最广泛，性能也最佳。它们的一些参数见表1—1。

第五阶段（1980至今）。人们在获得16位微电脑之后，仍不满足既得的成就而创造更新型的一代微电脑，这一新型微电脑的创造至今仍处于激烈的竞争之中，它们的主要动向有

（1）构成32位以上的微电脑，它们能快速处理64位以上的浮点数，同时使指令功能更强。

（2）使系统的集成度达到更高水平，而且设法使微电脑中除了原有硬件固化外，系统软件部分也逐步使之固化。图1—1表示五个阶段微电脑固化的进展。

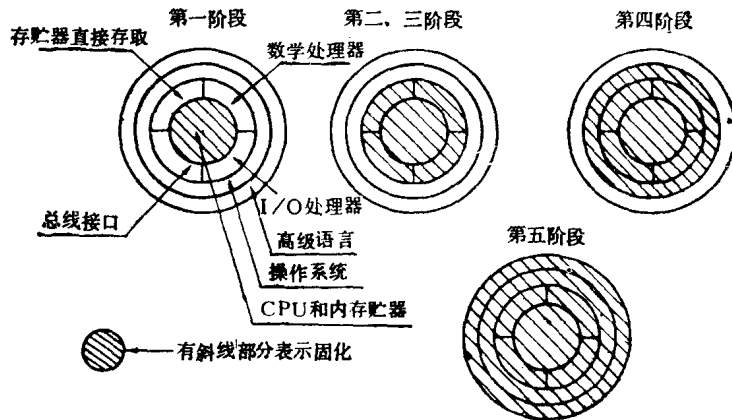


图1—1 五个阶段微电脑固化进展

（3）要降低微电脑的功耗，例如使用CMOS工艺等。

（4）进一步提高时钟频率。

第二节 微电脑的工作原理

当今世界上已经出现了许多不同类型和系列的电脑，但是不管是小型、中型还是大型的，它们都是采用“存贮程序控制”的工作方式，这种工作方式是由匈牙利籍数学家冯·诺依曼（John Von Neumann 1903—1957）于1946年提出的。所以这类电脑从原理上讲又都称为诺依曼结构。为了理解它们的工作原理，首先回顾一下人们是如何利用纸与笔来计算下面这个算式的

$$A \times B + C \div D - E \div F = ? \quad (1-1)$$

人们首先在纸上算出 $A \times B$ 的结果，把它作为中间结果 M_1 记下，然后再算出 $C \div D$ 的结果，它的中间结果以 M_2 记下，再计算 $E \div F$ ，它的中间结果以 M_3 记下。接着就可以进一步计算 $M_1 + M_2$ ，它的中间结果以 M_4 记下，最后计算 $M_4 - M_3$ ，它的结果 M_5 是该算式的最后结果。

上述算法是一种有效的算法，但不是唯一的算法。如果把上述过程用一种框图的形式表示，它如图1—2所示；如果用机器来完成这种计算，它至少需要以下设备。

(1) 能存贮 $A, B, \dots$ 和 $M_1, M_2, \dots$ 这些原始数据和中间结果，并能存贮整个算法过程（指令）。我们称这种设备为存贮器。

(2) 能把原始数据和算法过程（指令）送到存贮器中去，并能显示或取出最后结果。这种设备称为输入/输出设备。

(3) 能进行各种运算，并能控制数据传送和指示输入/输出的操作。这种设备称为中央处理器，或微处理器。

当然，除此之外还要有电源等。这样，一台微电脑的基本部分也就勾画出来了（见图1—3）。从图中可以看到，它有两股信息流，一是数据信息流，包括原始数据和中间结果等信息，另一是控制信息流，它由中央处理器发出，指示各部分如何工作，当然也有从输入设备来的控制信息，包括要求输入的控制信息及从存贮器取来的指令性控制信息。

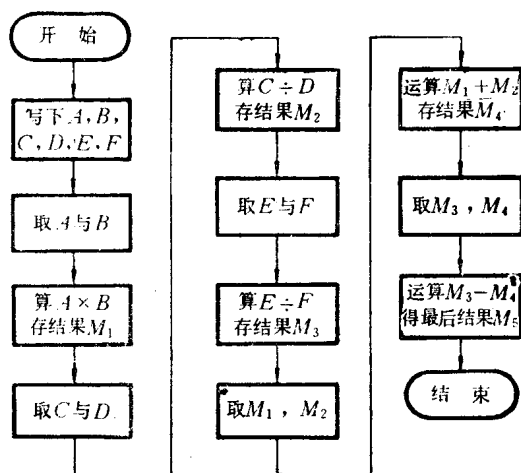


图1—2 式1—1的一种算法流程框图

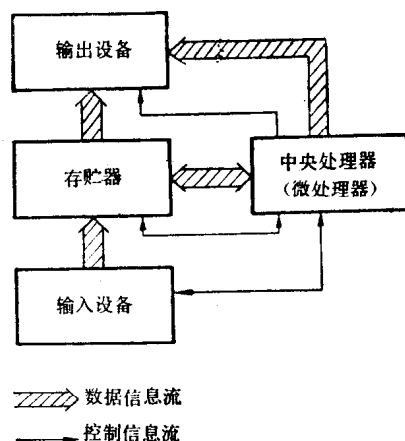


图1—3 微电脑的基本组成部分

对于用户来说，在理解微电脑工作原理时要理解它有两方面，一个方面是用户用到的微电脑设备，包括输入/输出设备、中央处理器和存贮器等。所有这些统称为微电脑的硬件 (Hardware)，顾名思义，它是指一些看得见和摸得着的设备。硬件有多少，这是随微电脑的规模大小而变。硬件是微电脑的基础，但是仅有硬件还不够，因为它不知道如何工作，所以对微电脑的理解还要注意另一个方面，这就是要考虑微电脑要用到哪些数据，做什么工作，按怎样的顺序来工作，中间结果放到那里，最后结果如何处理等等。这一方面统称为软件 (Software)。软件是相对于硬件而言，因为它不是硬设备，而是由人们编制的工作程序等等，它随着不同的要求，其内容也随之而变。实质上软件就是电脑运行所需的各种程序及有关资料。

软件又分成两大类，一类称为系统软件，另一类称为应用软件。系统软件是管理电脑如何顺序工作，调用电脑拥有的各种硬件资源为用户服务等。其中低一级的系统软件称为监控程序，高级的称为操作系统 (Operating System)。在系统软件中还有一部分称为编译程序 (Compiler)，它实际上就是使高级语言 (如BASIC、FORTRAN或COBOL等) 翻译成机器懂得的机器语言的翻译。所有系统软件一般都由电脑生产厂家随机配备，不需要用户去编写。应用软件亦称应用程序，它是由用户根据自己需要编写的。

根据以上所述, 微电脑中软、硬件关系可以用图1—4来表示, 图中硬件是核心, 所以也称裸机, 它配以系统软件之后就成为完整电脑, 然后就可以加应用软件。图1—5所示为电脑工作时软、硬件调用过程, 其中操作系统起主导控制作用。

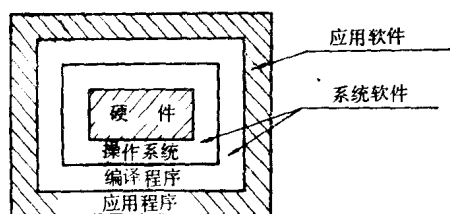


图1—4 电脑中软硬件层次关系

从以上分析也可以看到, 微电脑的工作原理至今没有离开本节一开始提到的“存贮程序控制”结构, 因为不论系统软件还是应用软件, 都是以程序形式存贮起来的, 然后进行控制运算。此外, 不管微电脑多么复杂, 它的功能多么神通广大, 也只是千万人智慧的结晶, 虽然它比起单个人或一批人来说要聪明能干得多, 但它终究是人类创造的, 所以它不会超越出人类的智慧总和。

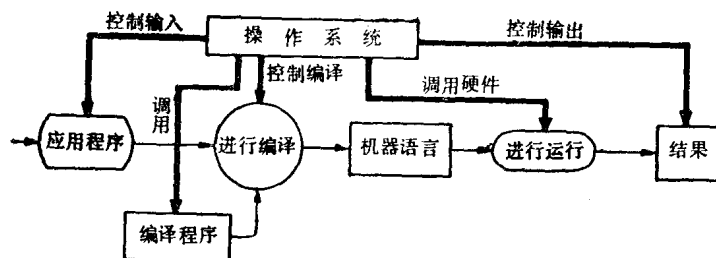


图1—5 电脑工作时软、硬件调用过程

第三节 微电脑中的微处理器

熟悉逻辑电路的人们很容易理解逻辑电路的功能, 在它的输入端送入一定形式的电信号, 在其输出端就可以获得相应的逻辑信号。微处理器就是一个通用的可编程的逻辑电路, 对它送入逻辑信号后, 它将按人们事先规定好的程序来输出这种或那种信号, 当然程序并不是存放在微处理器内, 而是在存贮器内。一旦微处理器开始工作后, 它就自动地从存贮器内一条一条地取出程序, 并且按顺序执行。

由此可见, 驱动任意一个逻辑电路工作, 可以有两种不同的方法, 一种是称为纯硬件方法, 另一种是称为软/硬件方法。纯硬件方法也称为布线逻辑, 而为了达到或解决某个逻辑要求, 在印刷板上专门设置相应的门电路、触发器或移位寄存器等, 它们之间的逻辑关系是固定的, 因而逻辑电路解决的问题也只限定为一种或几种, 若要改变目的, 电路得重新设计, 重新搭配印刷电路板。但是软/硬件方法不同, 它利用的硬件是一些固定不变的硬件, 但是改变它们使用的程序, 就可以达到不同的目的, 这些程序是已设计好的有限数量的操作, 一般称这种程序为微程序, 而其操作称为微操作。很明显, 软/硬件方法比较灵活, 适应性强。现代的微处理器绝大部分都是采用微程序设计方法, 只有极少的微处理器仍保留传统的布线逻辑。

那么,微处理器内部究竟是些什么呢?它与微电脑之间又属于什么关系呢?

微处理器的内部结构随着型号的不同而有差异,但是它们的基本结构(见图1—6)应由以下几个方面组成。

(1) 运算器(ALU)。它是用来完成简单的算术运算和逻辑运算的,所以又称算术逻辑单元。运算器可以运算两数相加、一数变反码,向左或向右移位等等。假如此运算器在一次操作中同时并行做8位运算,则称为8位微处理器。

(2) 专用寄存器。顾名思义,它是一种为专用目的而设置的寄存器,因此在不同的微处理器中寄存器的配置也不同,但经常遇到的专用寄存器有标志寄存器、程序寄存器、堆栈寄存器及变址寄存器等(详见第二章)。

(3) 通用寄存器。这些寄存器与上述专用寄存器相比,在硬件上没有多大差别,但在功能上没有规定某种专门的用途,而是在运算过程中暂时存放运算的初始数据、中间结果或存放运算数的地址等等。设置这些通用寄存器的目的是便于运算,减少运算器经常访问存贮器的次数,从而可以加速微处理器处理的速度。所以通用寄存器在不同的微处理器上其数量也会不同,一般希望多一些,这样可提高功能和速度,但是受集成度的限制,所以通用寄存器的数量总是有限的。

(4) 内部总线。为了联结上述各种器件,以使运算的数据及所需要的地址进行传送,因此需要相应的通道,这些通道是在微处理器内部,所以称为内部总线。对内部总线的理解,不能认为只是一些导线,因为它还有一些门电路,可使这些总线处于高电平、低电平或为“悬空”状态,即处于高阻状态。

(5) 控制器。它是协调微处理器内部工作的枢纽,发出各种信号来控制它们的工作。

关于微处理器与微电脑的关系。很多人在这个问题上混淆,以为微处理器就是微电脑,实际上不然,象运算器对微处理器一样,微处理器是微电脑的核心,它们之间的关系可以表示为

$$\text{微电脑}(\mu C) = \text{微处理器}(\mu P) + \text{存贮器} + \text{外部总线} + \text{外围设备} \\ + \text{电源} + \text{基本的系统软件}$$

或者单纯用硬件表示,则如图1—3所示。由于软件不同,再加上在硬件上做某些局部的变动,虽然有相同的微处理器和存贮器等,但是构成的微电脑却有不同型号,这是目前很多厂商竞争的焦点。例如,在70年代末期出现的CROMEMCO、TRS-80等微电脑,它们有相同的Z80型微处理器和相类似的内存贮器等硬件,但是由于系统软件不同,所以功能和使用上就有差异,而且它们之间也不能兼容。因此在选择微电脑时,除了要了解其硬件外,一定要懂得其软件性能,这样才能得到满意的机型。

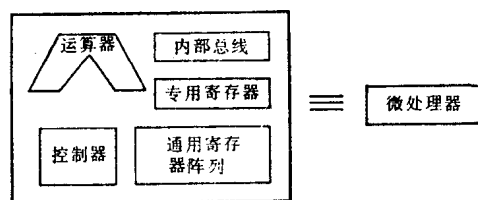


图 1—6 微处理器简单结构

第四节 怎样正确选择合适的微电脑

进入80年代,微电脑市场已是琳琅满目、品种繁多,人们有时很难从中选择出能够满足自己工作需要的微电脑。因为在本章第一节中就曾指出过,不是每一种微电脑都能适应各种需要,它都有自己的专长。为了能正确选择,就必须知道微电脑究竟有哪些种类,它们各有

什么特长,以便从中选择所需要的微电脑。

一、单片式微电脑 (*Single Chip Micro—Processor*)

它是一种由一个集成电路构成的微电脑。例如Intel 8048(或Philips的MAB 8048H)、8049或Philips的YMAB8049H)等都是有40条引脚的单片式微电脑。在这一片上有8位的微处理器、 $1K \times 8$ 位的只读存储器(ROM)和 $64K \times 8$ 位的随机存取存储器(RAM)。这40条腿中27条为I/O引线,它们分别接到内部的计数器/定时器、振荡器/时钟驱动器和中断引入线上。片上有一个累加器和16个可选址的寄存器。它们输入/输出的电平均可与TTL集成电路电平兼容,接5V电源。除此之外,在近几年中已大量生产功耗极低的用CMOS工艺构成的单片微电脑,例如Intersil的8位机87C41和80C48/8748和16位的80C86等。它们的时钟频率可达6MHz,甚至可达8MHz,而功耗仅为50mW,甚至更低,为原有用NMOS工艺单片微电脑功耗的1/6至1/25。

单片式微电脑中既然有容量不大的存储器,还有相应的输入/输出接口,那么它就构成了一个完整的微电脑。由于它体积极小,便于安插在其它设备里,所以它可用在一些控制系统中。例如,用它来构成智能仪表或者用在小型家用电器,机床控制等一些安装空间有限,而控制过程不太复杂的装置里。它宜于用在一些需要进行实时的过程控制,并对输入信号进行及时处理的场合。

二、单板式微电脑 (*Single Board Computer*)

它是在一块或两块印刷电路板上,安插微电脑所需的器件,包括 μP 、RAM、ROM、I/O接口、外部总线、简易键盘和简易显示器等,另外还可接小型打印机和盒式磁带等。它的内存容量一般比单片微电脑大。例如,8位单板式微电脑一般约有16K字节存储器。在软件方面,单板式微电脑上已经配备有监控程序。通过简易键盘输入机器语言程序后即可进行运算,并在发光二极管显示器上显示相应结果。我国广泛使用的TP801型单板式微电脑即为以Z80 μP 的8位单板式微电脑,而TP86型则是以Intel 8086为 μP 的16位单板式微电脑。

由于在单板式微电脑中已配备外部总线,例如S-100总线,所以配置相应的接口片后就可以接上显示器、软盘驱动器等等。如果在这些基础上配置BASIC编译程序,那么就可以运行BASIC语言的应用程序。因此单板式微电脑可以独立地完成某些工作,也可以作为更大系统的核心板。由于单板式微电脑有上述一些特点,因此它非常适用于一些过程控制系统进行实时控制或者装配在较大型机床或生产流水线上作为控制机使用。

三、袖珍式微电脑 (*Pocket Computer*)

它是一种在外观上很类似于台式计算器的微电脑,但它的内部结构完全不同于计算器。因为它有一个小型键盘,包括A~Z、0~9及+、-、 $\times$ 、 $\div$ 等符号、数码及功能键,此外还有一排或几排可以显示26个字母数字的液晶显示屏,它的内部有CMOS工艺的微处理器,所以电源消耗极小,可以利用干电池,另外还有16K字节的ROM和3.5K到16K字节的RAM,因此它不仅能进行台式计算器的各种算术和函数计算,而且还可以用BASIC语言编制

程序进行运算。此外它能外接微型打印机和盒式磁带机。所以这种袖珍式微电脑能进行一般性科学计算,但是它不能进行大型科学计算,因为后者需要有较大容量的存贮器。这类袖珍式微电脑类型很多,常见的有SHARP PC 1500等。

四、个人微电脑 (*Personal Computer*)

个人微电脑是80年代初投入使用的,目前最盛行的有:IBM PC、长城0520、IBM PC/XT、IBM 5550及IBM PC/AT等。这类个人微电脑的配置相差甚为悬殊,以最简单的IBM PC为例,在硬件方面它包括两个主要部件(即系统部件和键盘)和许多选件。系统部件中以Intel 8088或8086等为微处理器,另外还备有一个插座,可插入数值数据协处理器Intel 8087,后者能加快浮点运算以及指数函数和超越函数的处理速度。系统部件中有48K字节的ROM(它的最小配置是16K字节),而最大配置是512K字节的RAM。在选件中除打印机外,还可以配置两台10M字节的硬盘驱动器。在软件方面,IBM PC采用DOS或MS-DOS操作系统,并且支持很多高级语言和应用软件包。

上述例举的个人微电脑一般用于数据处理,其次是小型的科学计算,而在过程控制中很少使用。个人微电脑在近几年来发展特别快,它可以用于对各种数据进行分析,对档案进行管理,对商业销售进行统计,对情报进行检索等。它比70年代初期一台小型计算机的威力还大,所以非常适用于经理人员、工程师、财会人员、建筑师和管理人员等。

五、微电脑系统 (*Micro Computer System*)

微电脑系统有大小之分,它们的核心都是用16位或更多位数的微处理器,因而它们都能设有多台终端。微电脑系统的大小之分的主要标志是内存贮容量,它们的变化从128K字节到8M字节,字节数越多,能带动的终端数也越多。其次是外部设备的品种和数量,其中特别是外存贮器的容量。从软件角度而言,系统大小的区别首先在于操作系统的功能和灵活性的强弱,其次是配置的高级语言种类以及其它软件的多少。例如,是否有数据库管理系统,计算机网络软件等等。因此微电脑系统适用于多种用途,诸如科学计算和数据处理。就一般而言,它不适用于过程控制。

六、位片式微电脑 (*Bit Sliced Micro Computer*)

这是一种使用者要自己设计构成的微电脑,它与其他微电脑的差别可以用表1—2来说明。

图1—7所示为可编程程序位片式微处理器结构框图。从表和图中可见,位片式微电脑是由多片ALU等部件构成微处理器的,其字长位数由设计者自己根据需要来规定,但要求等于基本ALU片上位数的整数倍。位片式微电脑最常见的是24位、32位、48位和64位等。由于位片式微电脑的指令系统是使用者根据自己实际需要设计的,所以它的专用性很强,专为某些特殊领域应用。此外,它使用的是快速TTL和ECL集成电路,所以一般专用于高速处理场合。例如,数字信号处理(数字滤波和快速付里叶变换等)的联机系统,数据通信系统,精密仪器中的过程控制或某种仿真系统。现在生产的位片式逻辑大规模集成电路(LSI)

很多，例如

(1) AM2900系列(STTL)，其中包括四位片的AMD2901/2903/2909/2911，12位片的AMD2910等。

(2) Fairchild9405系列。(4位片)。

(3) Intel3000系列(STTL)。

(4) Motorola10800系列(4位片ECL)。

一般微电脑与位片式微电脑比较

表 1—2

一 般 微 电 脑	位 片 式 微 电 脑
处理器位数：4位、8位、16位及32位	处理器位数由片数×(位数/每片)来决定。例如有4片，每片为4位，则共为16位。由于是可变的，所以使用者可自行决定
微处理包含数据处理功能和控制功能	此两功能不在同一片上，分属不同片上
微处理器的位数即为微电脑的字长位数	由片数 n 和每片位数 N_0 构成微电脑的字长位数 $N = nN_0$
工厂生产的微处理器即决定了它的指令系统	由设计者(用户)通过微程序设计来定义自己所需的指令系统
微处理器来决定微电脑的体系结构	由设计者(用户)根据应用中的特殊要求，优化体系结构和处理能力，同时可以部分地或全部更换指令来实现改进、改变或提高体系结构、性能及其灵活性
μP 一般由NMOS或HMOS构成	μP 一般用双极型集成电路(TTL或ECLIC)构成
工作频率在10MHz之下	工作频率可高达100MHz
用户一般只要熟悉其使用方法，包括能设计应用软件	用户既要熟悉硬件结构，又要懂得软件设计方法，特别是微程序设计方法，以便设计出所需的位片式微电脑。
系统软件可以移植	不能移植系统软件，而需用户自行设计
用于一般的科学计算、数据处理或过程控制	针对某种特殊用途设计，所以不能兼顾别的用途
其可靠性按常规办法计算	可以设计专门高可靠性用途的场合

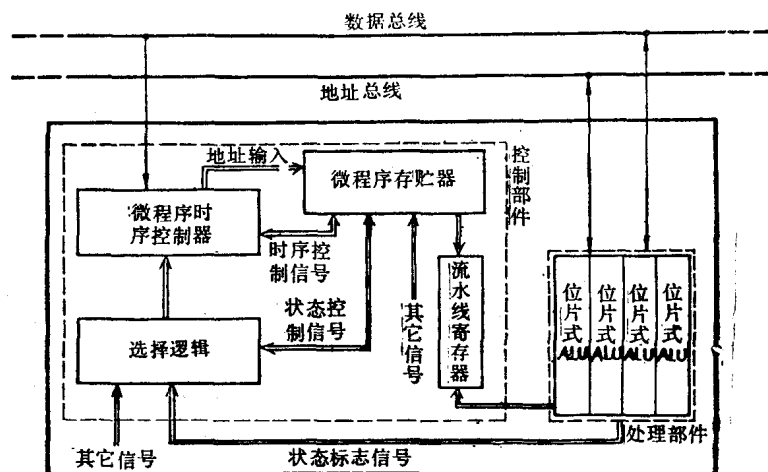


图 1—7 可编程程序位片式微处理器结构框图

七、专用微电脑

这类微电脑是制造商为某种专门用途而设计生产的，因此选购此类微电脑一定要熟悉它的专门用途和性能。例如

(1) Intel 2900信号处理机。它是用来采集模拟量，然后进行数字信号处理，最后以4通道模拟量、4通道数字量或8通道数字量输出结果。此种微电脑可用于调谐滤波器、频谱分析、特殊波型分析和限幅器等。

(2) AMI实时信号处理机S2811SPP。它主要用于信号处理和远距离通信，因为它具有高速乘法性能。

八、微电脑开发系统 (Micro Computer Development System)

微电脑开发系统又称微电脑研制系统，它是在下列条件下产生的

(1) 由于70年代末期，微处理的品种繁多，它们的性能/价格比竞争得非常激烈，要研制新的微处理器，如何缩短研制周期显得非常重要。

(2) 微电脑的设计及其调试要求有更高级的研制和调试手段，用以仿真被研制的对象。

由于上述两个基本原因，所以人们研制了微电脑开发系统(简称MDS)。顾名思义，微电脑开发系统是专门为开发微电脑而设计的，而不是为日常的科学计算、数据处理或过程控制使用的。为了能开发微电脑，所以这种系统中一定有自己的主机，包括微处理器、足够容量的存储器、输入/输出接口及其它外围设备。另外，必须有在线的仿真器，它也是一种微处理器，代表将被开发的微处理器。人们利用这种系统在仿真器仿真要开发的微电脑，包括其硬件和软件。最后的结果可以得到结论，指出应该有怎样的软件和硬件才能适应所需要的微电脑系统。图1—8列举了INTEL公司的MDS-800INTELLEC MDS结构框图，其中双框是必选件，单框为可选件。在可选件中ICE(In-Circuit Emulator)为联机仿真器，它

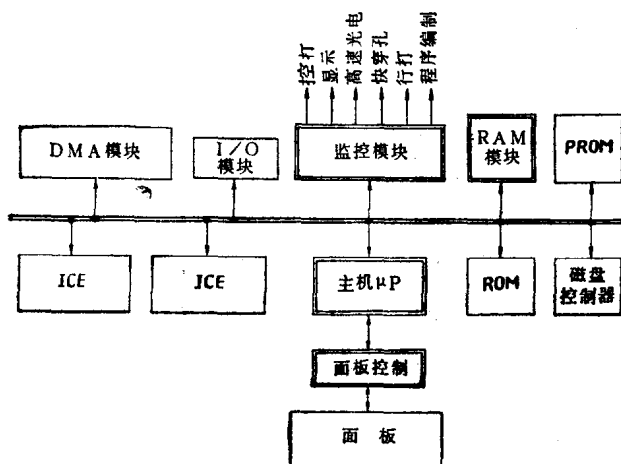


图1—8 MDS-800INTELLEC MDS结构框图

以上介绍了8种类型微电脑，说明了它们的功能、用途和特长。除此之外，正确选择合

随被仿真的微处理器来选择，若要被仿真的微处理器很多，则ICE的品种随之增多。在70年代末期生产的微电脑开发系统往往是某些厂商为开发本厂微电脑而设计的，所以其局限性较大。但是80年代以来已突破此种限制，生产出了能开发多种微电脑系统的开发系统，例如Tektronix的8550、8551、8561型及HP64000型等，它们不仅能开发8位机，而且也能开发16位机，它们能兼顾到Intel、Zilog及Motorola等多个微电脑厂家的产品。

适的微电脑，还需要进一步考虑其它一些因素，这些因素有

(1) 字长位数。微电脑的字长位数是指它能并行处理数据总线的位数。字长位数愈宽，则能处理的数值范围愈大，精度也愈高，其指令也较简单，因而速度也一定较快。但是随之而来要求有较大容量的存贮器，以及与之相应的接口。结果，系统的费用也随之增长。因此，对字长位数还是应该从实际出发来确定。

(2) 微电脑的指令系统。从宏观而言，微电脑的指令种类数量愈多，则使用愈方便。但是实际上由于集成度的限制，至今还没有一个微电脑具有全部可能有的指令系统，都只是相对而言具有一定种类的指令系统。因此，某些微电脑的指令系统是针对控制使用的，所以它具有较强的I/O指令；另一些微电脑则是针对科学计算使用的，所以它具有较强的浮点运算指令；再有一些微电脑是针对数据处理使用的，所以它具有较强的数据操作指令。为了正确选择微电脑，就一定要根据它将来的用途，在顾及到其它因素情况下，选择最佳的指令系统。

(3) 处理器的处理速度。这是指微处理器执行应用程序时的速率，它实际受时钟频率、指令系统和每条指令执行时所需的周期数这三个因素的牵制。前一个因素是很明显的，同一微处理器其处理速度与时钟频率成正比。但不同的微处理器，虽然有不同时钟频率，其结论并不一定是与时钟频率成正比，而是与上述其它两因素有关。为了达到同一目标，有的只需少许指令，有的则需较多指令，而每一条指令执行的周期数又长短不一，所以关系较复杂。因此在选择微电脑时一定要从应用角度出发全面考虑。

(4) 功耗。用在过程控制中需要考虑它的功耗，因为对很多过程控制用微电脑不仅要它本身体积小，而且要求功耗低，以便于用干电池之类电源，这样既可以减小体积，又可以减少从电源来的干扰，以提高应用的可靠度。因此往往选用CMOS工艺的微处理器以及相应的RAM、ROM和其它接口芯片。

(5) 中断能力。在过程控制应用中此项尤为重要，因为外界经常要求微处理器暂时去执行某一个小程序，假如微电脑外接的外部设备很多，则微电脑就要判断优先级，然后响应中断申请。

(6) 软件的配备。如前所述，软件对于微电脑犹如人的血液和思维能力，因此选择微电脑时要特别重视它的软件支持。例如选择合适的操作系统（低级一些的则为管理程序或监控程序）、数据库管理系统、网络软件以及有否中文处理能力和应用软件包等等。

(7) 可靠性。它包括软/硬件两方面工作的可靠性，诊断它们是否易出错或易发生故障等。

(8) 可扩展余地。在购买微电脑时往往一次不能买足全部设备，则应考虑到它能否扩展，包括内存容量的扩展，有何种外部设备接口等。

上述一些因素都是非常重要的，如果归结为一句话，就是选择性能/价格比合理的微电脑。