

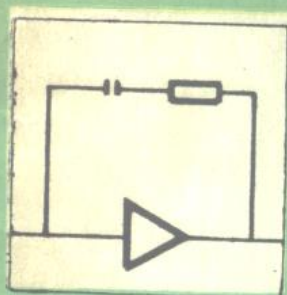
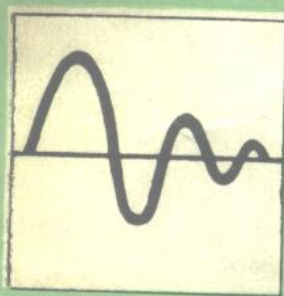
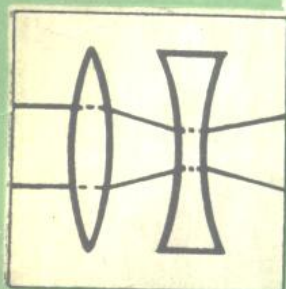
高等学校试用教材



微型计算机 及其应用

(基础篇)

湖南大学电子工程系 编



机械工业出版社

TP36
43

高等学校试用教材

微型计算机及其应用

(基础篇)

湖南大学电子工程系 编



机械工业出版社

微型计算机及其应用

(基础篇)

湖南大学电子工程系 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 $19\frac{3}{4}$ · 字数 485 千字

1981年4月北京第一版·1984年9月北京第六次印刷

印数 141,001—193,000 · 定价2.05元

*

统一书号: 15033·5017

前 言

微型计算机是七十年代重大科技成就之一。它正在迅速发展，广泛应用于各行各业和人们的日常生活之中。编写这本教材，是为了使读者及早了解这一新的科学技术成果，以适应我国四个现代化的迫切需要。

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。

全书分为基础篇及应用篇两册出版。基础篇主要介绍微型计算机的基本概念，基本原理和基本方法，以作为读者进一步研究和应用微型计算机的基础。本书是按照部件与系统相结合，硬件和软件相结合的原则，以目前两种代表机型——M 6800和Intel 8080作为例子进行编写。在教学时可结合具体情况进行选择。书中带星号(*)的章节各校可根据需要灵活掌握。

本书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设计和研究的科技人员参考。

本书由湖南大学电子工程系李显济(第三、四两章)、杨润生(第六章)、邱光谊(第二章)、高珊曾(第五章)、何子凡(第一章)等同志合编。全书由李显济及杨润生同志整理。由东北重型机械学院赵振玉同志主审。在审稿过程中，西安交通大学郑守琪同志，同济大学赵广仁同志，东北重型机械学院郝忠效同志，哈尔滨机电学院王广召同志，上海业余工业大学肖定柏同志等提出许多宝贵意见，在此表示衷心感谢！

由于编写时间较短，加之编者水平有限，恳请读者批评指正。

目 录

第一章 概述	1
§ 1-1 微处理器和微型计算机概念	1
§ 1-2 微型计算机的主要组件	2
一、微处理器	2
二、存储器	5
三、输入/输出接口	7
§ 1-3 数据、地址和指令	9
一、数据	9
二、地址	10
三、指令	11
§ 1-4 微型计算机的应用	13
第二章 微处理器	16
§ 2-1 微处理器的基本结构	16
一、几个基本概念	16
二、微处理器内部硬件结构	21
*三、微程序控制及可编程序 逻辑阵列控制	25
§ 2-2 微处理器的基本指令系统	33
一、寻址方式	33
二、基本指令的分类	35
§ 2-3 M 6800微处理器	39
一、概述	39
二、指令系统	41
三、指令执行周期	45
四、接口信号	47
五、中断处理	51
§ 2-4 8080A微处理器	53
一、概述	53
二、指令系统	55
三、指令执行周期	60
四、接口信号	62
第三章 半导体存储器	65
§ 3-1 只读存储器	65
一、只读存储器	65
二、电可编程序只读存储器	68
§ 3-2 读/写存储器	71
一、静态读/写存储器	71

二、动态读/写存储器	76
第四章 微型计算机输入/输出接口	79
§ 4-1 输入/输出传送方式	79
一、程序控制输入/输出	80
二、中断	83
三、直接存储器存取	98
§ 4-2 微型计算机输入/输出接口芯片	103
一、Intel 8212 外围接口芯片	103
二、可编程序外围接口 ——MC 6820外围接口适配器	105
三、可编程序异步收发器 ——MC 6850异步通信接口适配器	117
* § 4-3 直接存储器存取控制器 (DMAC)芯片	125
一、MC 6844 DMAC芯片	125
二、Intel 8257 DMAC 芯片	132
第五章 程序设计基础	140
§ 5-1 一般概念	140
一、程序设计语言	140
二、熟悉微型计算机	141
三、程序设计步骤	142
§ 5-2 M 6800汇编语言	144
一、汇编格式	144
二、汇编控制指令	146
三、寻址方式的表示	148
§ 5-3 M 6800程序设计	150
一、分枝程序	150
二、循环程序	151
三、子程序设计方法	151
四、程序设计举例	16
§ 5-4 Intel 8080汇编语言	16
一、汇编格式	
二、汇编控制命令	
三、寻址方式的表示	
四、宏指令	
§ 5-5 Intel 8080程序设计	
一、宏指令的使用	

二、条件汇编伪指令与宏指令	183
三、子程序方法	184
四、程序设计举例	189
第六章 微型计算机系统	196
§ 6-1 基本微型计算机系统	197
一、基本微型计算机系统结构	197
二、CPU系统的连接	198
§ 6-2 存储器系统的连接	207
一、地址译码	207
二、静态读/写存储器系统	208
三、微处理器与存储器的接口	210
§ 6-3 输入/输出选址及系统互连	217
一、输入/输出选址	217
二、系统的互连	219
三、外围接口技术举例	224
§ 6-4 一个系统的实例——AMI 6800	

EVK-300系统	231
一、系统概述	231
二、系统程序	238
三、系统操作	247
四、AMI 6800 EVK-300系统辅助电路	249

附录

一、Z-80微处理器	265
二、Intel 8048/8748 单片微型计算机	274
三、MC 68000 16位微处理器	284
四、Intel 3000位片式微处理器	293
五、M6800指令系统表	297
六、Intel 8080 指令系统表	304
主要逻辑图例	308
主要名词缩写	309
参考资料	311

第一章 概 述

本章将介绍有关微型计算机的基本概念和基本工作原理，并概述微型计算机的发展和应用情况，使对微型计算机有一个概括的了解，以便于学习后面各章的内容。

§ 1-1 微处理器和微型计算机概念

自从 1946 年世界上出现第一台电子数字计算机以来，计算机科学的发展十分迅速，按照组成计算机的电子器件来划分，至今已经历了电子管、晶体管、集成电路和大规模集成电路四代的演变。计算机发展的一个明显趋势是体积越来越小，价格越来越低。以大规模集成电路 (LSI) 为基础的微型计算机正因为具备体积小，价格低廉，耗电量少的显著特点，因而自 1971 年微型计算机问世以来，就得到迅速发展，已成为现代电子计算机的一个重要发展方向。

数字计算机由五个基本部分组成，如图 1-1 所示。五个基本部分就是运算器、控制器、存储器、输入和输出设备。其中运算器与控制器通常合称为中央处理单元或中央处理机 (CPU)。随着大规模集成电路工艺的发展，原来占满中心大柜的中央处理单元可以微缩在一片或几片大规模集成电路芯片上。通常把一片或几片芯片上集成具有 CPU 功能的大规模集成电路称为微

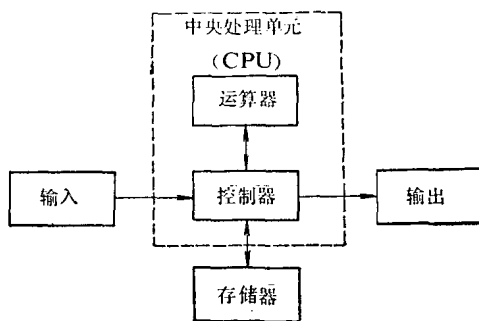


图1-1 电子数字计算机框图

处理器 (Microprocessor)⊖，而把以微处理器为核心，并加上由大规模集成电路实现的存储器、输入/输出接口等所组装成的计算机称为微型计算机 (Microcomputer)。又以微型计算机为中心，按各种不同需要加上外围设备和其他电源等辅助电路以及使计算机工作的软件就构成了微型计算机系统，如图 1-2 所示。

为了说明微型计算机所具有的突出优点，这里以第一台数字计算机 ENIAC 与具有相似功能的微计算机 F-8 作一比较 (见表 1-1)。

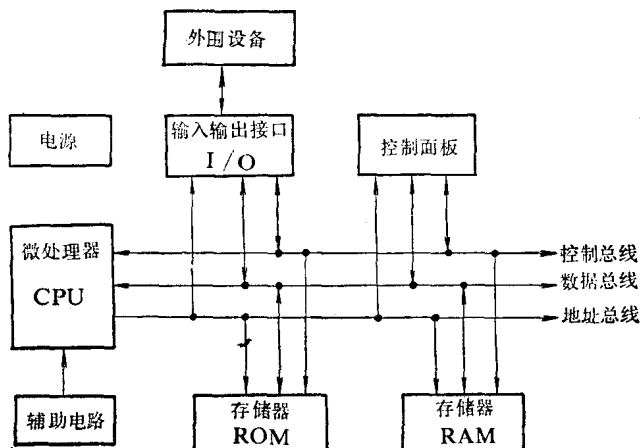


图1-2 微型计算机系统框图

可见后者运算速度提高、体积缩小、重量减轻、功耗降低、可靠性增加和价格降低，这

⊖ 又称作微处理机。有时为把大型中央处理机与微处理器区别开来，而称后者为 MPU 或 μP 。

都是前者所不可比拟的。微型计算机的出现，为计算机的推广应用开辟了广阔的前景。

表1-1 ENIAC与F-8对照表

项 目	ENIAC	F-8	说 明
1 体 积	85 m ³	0.0003 m ³	相差300000倍
2 功 耗	140 kW	2.5 W	相差56000倍
3 ROM	16 k(继电器与开关)	16 k	
4 RAM	1 k(触发器、累加器)	8 k	F-8大7倍
5 时钟速度	100 kHz	2 MHz	F-8快19倍
6 电子管或晶体管	18000个电子管	20000个(晶体管)	
7 电阻器	70000个	无	
8 电容器	10000个	2个	相差5000倍
9 继电器与开关	7500个	无	
10 加法时间	200 ms(12位数)	150 ms(8位数)	
11 平均故障时间	几小时出一次故障	数年出一次故障	F-8可靠10000倍
12 重 量	30 T	小于453 g	相差66000倍

§ 1-2 微型计算机的主要组件

上面我们讲了微型计算机主要是由微处理器、存储器和输入/输出接口组成。本节将对它们分别予以介绍。

任何数字系统，不管是通用计算机还是专用电路，其最基本的部件是寄存器——能存放二进制代码的物理器件。常见的寄存器由触发器组成，用 n 位触发器能表示 n 位二进制代码。逐步地、有选择地将一个寄存器的内容传送到另一个寄存器，或者经过某种寄存器而将数据进行变换等等，便可获得所需数字系统的性能。因此，从根本上说来可把计算机表示为寄存器的组合，而寄存器之间可完成的不同种类的传输就确定了计算机的结构特征。由此可知，微型计算机的主要组件基本上也是由寄存器组成的。下面我们将从这个观点来阐述问题。

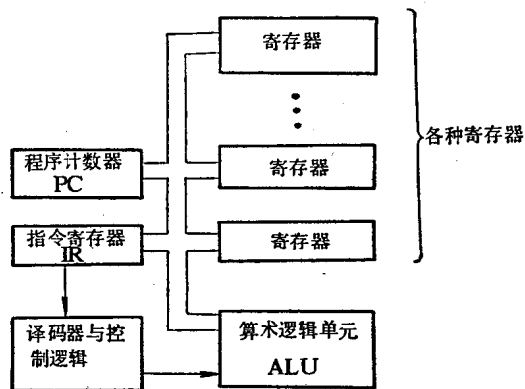


图1-3 微处理器结构

一、微处理器

微处理器是微型计算机的中央处理单元，它具有运算器和控制器的功能，因而它是微型计算机的核心部分。微型计算机的特点主要由它反映出来。它的结构如图 1-3 所示，主要由寄存器组成。

运算器能直接进行各种运算操作。它在控制器的控制下，通过算术逻辑单元（ALU）而完成各种算术运算和逻辑运算。也就是说，它是计算机的数据变换部分。运算器一般对成对的寄存器内容进行运算。常与算术逻辑单元相连的有累加寄存器（简称累加器），每次运算时，两个运算数中的一个常常就放在累加器中，累加器也是可保留运算结果的寄存器，以便运算连续进行。累加器的位数决定计算机的字长，如 8 位微型计算机具有 8 位宽的累加器。一般是以并行的方式处理累加器的内容。

控制器统一指挥和控制计算机的各个部分。它决定计算机内哪个寄存器按哪种顺序执行传输，它把所有各不相同的寄存器连成一体，执行所要求的一组任务，由于所有可能发生的寄存器传送方式都在这个中心部件的控制之下，所以必须有某种方法来指明进行何种传送，这种“说明”就是所谓“指令”。计算机所能接受的所有基本指令构成指令系统。程序是由一条一条的基本指令组成的，其指令顺序就决定某特定问题的具体细节，这些指令存放在存储器内。控制器就按照程序所给出的顺序，依次取出指令，一步一步地分析每条指令，并相应地发出各种控制信号，使运算器、存储器等各部分自动而又协调地执行这些指令所规定的基本操作，从而能使计算机自动地完成各种运算操作任务。其中程序计数器（PC），记录着指令的地址，即指示要执行的指令放在存储器的哪个单元，按此地址取出指令后就送到指令寄存器。根据指令操作要求，产生一系列基本操作（亦称微操作）的控制信号送到各有关部门。这些基本操作控制信号，可以由许多逻辑门电路组合而成的复杂开关网络来产生，也可以通过存放微程序的只读存储器来产生。就是说，控制器的设计可以采用组合逻辑（又称随机逻辑），也可以采用微程序控制技术（又称存储逻辑），但不管采用何种方式，结果都一样：所产生的控制信号序列有选择地将某些寄存器的内容传向另一些寄存器，以实现指令所规定的操作。

以上所概述的运算、控制功能是微处理器最基本的功能。除此之外，还具有中断处理，信号线接口等功能。一般微处理器都有中断功能，有的用软件来实现优先中断，也有的采用附加的专用中断控制器来实现优先中断。微处理器通过系列化的输入/输出接口而与输入/输出设备连接。总之，微处理器具备运算、控制、中断处理、信号线接口等多种功能。因此，采用微处理器等大规模集成电路系列产品来进行系统设计时，就可使设计任务简单得多和快得多，并且系统功能的复杂性可大大增加，而体积仍然很小。

由于微处理器是微型计算机的核心部分，因此微型计算机的分类也是以微处理器来衡量的。对于微处理器我们可以从各种角度来进行分类。从它的发展历史来看，微处理器的字长是随大规模集成电路工艺的发展而增加的，因此常按处理器的位数来进行分类；也可以从大规模集成电路的制作方法（工艺技术）进行分类；还可从是否采用微程序方式等等来进行分类。这里是以处理器位数（它是系统设计时必须考虑的一个问题）来进行分类。目前的微处理器有 4 位、8 位、12 位、16 位和位片式五种类型，其中有代表性的是 4 位、8 位和 16 位。微处理器通常是集成在单片的芯片上，称为单片型；但是为了实现某一特定的中央处理单元，有使用几块芯片的，称为专用多片型。下面的叙述中，我们只注意处理器的位考虑它是单片型还是专用多片型。

1. 4 位并行微处理器 主要采用 PMOS 器件，其集成度和速度都较低。由于二进制码表示十进制的一位，故对于 BCD 运算（十进制运算）是有效的，而且硬件简单，容易组成系统。但处理能力有限，功能较低，仍未脱离台式电子计算机的结构格。

此,主要用来代替可编程序的高级台式计算机,或用来作简单控制,现在多用于速度要求不高的现金出纳机,售货点终端等。目前4位机仍然是应用较多的品种,而且需要量也很大,特别是近几年来随着集成度和速度的提高,成本的降低,已广泛应用于家庭生活方面。4位微处理器的代表性产品如 Intel 4004, Rockwell PPS-4, TI TMS-1000。

2. 8位并行微处理器 主要采用 NMOS 器件,集成度和速度都有较大提高。因处理位数为8位,所以在系统设计时有许多方便之处,特别是便于进行文字信息处理。它大致具有计算机的结构格式(寻址方式、中断功能、输入/输出接口等),其功能接近小型计算机,应用范围更广,在目前微型计算机应用中占有主要地位。8位微处理的代表性产品如 Intel 8080, Motorola M6800, Rockwell PPS-8 和 Zilog Z80 等。但是,就8位系列来说,其运算精度还往往不够,同时,1字节指令一般不能在指令中指定地址信息和运算对象,而只能作特殊用途的指令,因而需增加多字节指令的使用次数,由于存储器和微处理器之间信息的传送需要花费时间,所以影响程序的处理速度。

3. 16位并行微处理器 采用 NMOS/CMOS/双极型器件,速度和集成度都有很大提高。就16位系列来说,从实质上来看对于运算是有效的,且指令功能丰富,软件能力强。用1字节指令就能指定地址信息和运算对象,相应地访问存储器的次数减少,所以提高了总的程序处理的速度,即使与一般的小型计算机相比较,其功能也毫不逊色,因此预计16位机将会占主导位置。16位微处理器的代表性产品如 LSI-11, TMS-9900, Intel 8086, Z-8000, MC68000 等。

4. 位片式微处理器 采用双极型器件,因此速度很高。从位数来看,目前有二位和4位的处理器位片。二位位片式的有 Intel 3000 系列,它采用 STTL(肖特基 TTL)工艺;4位位片式的如 TI SBP0400,它采用 I^2L (集成注入逻辑)工艺。我们可利用多块位片来构成不同字长($n \times 2$ 或 $n \times 4$)的微型计算机,也就是说,位片具有很大的灵活性。位片的主要用途是用来简化小型计算机的设计或计算机的仿真,用于高速外围控制器(如磁盘、磁带控制器)和通讯控制器等。

由上可见,微型计算机的硬件关键在于器件,它随着器件的发展而发展,从大规模集成电路的制作方法(工艺技术)来讲,到目前为止,制造微型计算机系列电路的多数器件可以分为两大类: MOS 型器件与双极型器件。MOS 型器件主要有三种: PMOS、NMOS 及 CMOS。目前的微型计算机所采用的器件以 MOS 型为最多,而其中又以 NMOS 为主。因为 NMOS 比 PMOS 的速度快,集成密度高,且可用较低的电源电压,信号电平与 TTL 相匹配,而 CMOS 虽然功耗相当低,但工艺复杂,集成密度低。此外,新的 MOS 工艺还在继续出现,如 HMOS, DMOS, SOS 以及 CCD 电路等。双极型器件也主要有三种: STTL、ECL 及 I^2L 。许多位片式的微型计算机都是用双极型工艺制作的。一般双极型器件比 MOS 型器件速度快,但功耗大,集成密度低。在双型器件中,采用 STTL 工艺可以提高速度。对于 I^2L 工艺,因它的集成度可接近 MOS 器件的高集成度水平,且速度又接近 STTL 电路,它的处理工艺比较简单,成本也较低,因而也引人注目。

从微处理器的内部控制方式来看,有采用微程序控制方式的,也有采用组合逻辑控制方式的,还有采用可编程序逻辑阵列(PLA)控制方式的。

以上是从不同角度,主要是按处理位数对微处理器进行了分类和一般的说明,表 1-2 是处理器位数列表并对它们作出了简单的比较。

表1-2 微处理器比较表

处 理 位 数	产 品 名 称	工 艺	引 线 数	指 令 数	基本指令执行时间 (μ s)
4 位	Intel 4004	PMOS	16	46	10.8
	Rockwell PPS-4	PMOS	42	50	4
	TI JMS-1000	PMOS	28	43	15
	日电 μ COM-4	NMOS	28	55	5
8 位	Intel 8080	NMOS	40	78	2
	Motorola M6800	NMOS	40	72	2
	Rockwell PPS-8	PMOS	42	109	4
	Fairchild F-8	NMOS	40	74	2
	Zilog Z-80	NMOS	40	158	1.6
	RCA CDP1802D	CMOS	40	91	2.5
12 位	东芝TLCS12A	PMOS	36	19	8
	Intelsil IM6100	CMOS	40	60	5
16 位	NS PACE	PMOS	40	45	10
	Gen Inst CP1600	NMOS	40	87	2.4
	Texas Inst TMS9900	NMOS	64	69	2.7
	东芝T3412	NMOS	42	117	
2 位 位片 4 位	Intel 3000	STTL	28	40	125ns
	TI SBP0400	I ² L	40	45	110~530ns
	Motorola M10800	ECL	48	70	40ns

二、存储器

存储器是存放数据和程序的部件。其数据或指令都用二进制代码表示。存储器的基本功能是保存大量代码，按需要取出来（读出）或把新的代码存进去（写入）。存储器由许多存储单元组成，每个存储单元有一个编号称为单元地址（不同的单元对应不同的地址），每个存储单元通常存放一个有独立意义的代码称为一个“字”，其代码的位数称为字长。例如某存储器共有4096（简称4 k）个单元，字长为8位，则说这个存储器的容量为4 k，或直接表示为4096 $\times$ 8位。当我们要

把一个代码写入某一个单元或从某个单元读出代码时，首先要指出该单元的地址（地址也是用二进制码来编写的。如容量为4 k的存储器就需用12位二进制码来编号）。先把地址送到存储器的地址寄存器，然后向存储器发出写入或读出的命令（对于写操作还要先给

出数据），存储器接到命令后就按照地址寄存器给出的地址去查找相应的单元；这个查找地址的工作，是由地址译码器实现的，查到以后才能把代码（通过数据缓冲寄存器）存进去或者取出来。向存储器存入一个数或取出一个数所需的时间叫做存取周期，它表示存储器的工

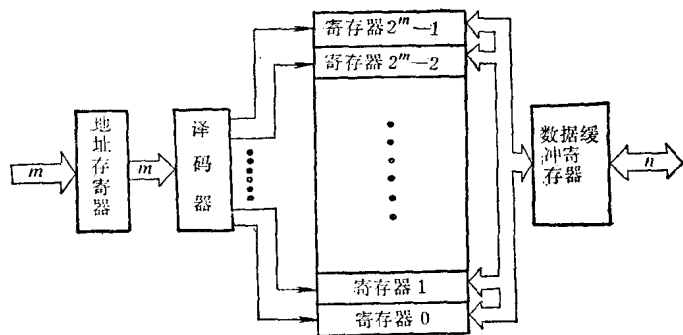


图1-4 存储器示意图

作速度。存储器的工作速度和存储容量是计算机性能的两个重要指标，它们直接影响到计算机的工作速度和解决问题的能力。

按照计算机由寄存器组成的观点来看，存储器就是由许多（一般都是同样的）寄存器组合而成的，其原理性框图如图 1-4 所示，其中每个寄存器都可分别进行选择。在访问存储器的特定寄存器时，该寄存器的地址要送入地址寄存器。若地址寄存器宽度为 m （即有 m 位），则通过译码器可从 2^m 个寄存器中选中指定的那个寄存器，将其所存放的代码（字长 n ）读出至数据缓冲寄存器而输出。

存储器有磁芯存储器、半导体存储器、磁盘、磁带等多种。微型计算机通常使用的是半导体存储器，而最常用的外存储器是盒式磁带和软塑料磁盘。

半导体存储器分为半导体读写存储器，也称随机存储器（RAM）和半导体只读存储器（ROM）两类。它们的主要区别有两点。其一，计算机在正常连续工作中，对于随机存储器可以随机地进行读与写的操作，而对于只读存储器只能读出它原来已写入的信息。其二，半导体随机存储器中的信息是以电的形式存入的，一旦断电，所存入的信息就会消失。而只读存储器中的信息是物理上实际写入芯片的，因此断电时所存储的信息仍然保持有效。

半导体随机存储器（RAM）有双极型与 MOS 型两类。而 MOS 型 RAM 又分为静态 RAM 和动态 RAM 两种。静态 MOS RAM 不需要时钟刷新，操作简便；而动态 MOS RAM 需要时钟驱动，其主要优点是功耗非常低，单片存储容量可做得大些。

在微型计算机中，数据和程序通常是分开存放的。数据常存放在随机存储器（RAM）中，而计算机的系统程序常存放在只读存储器（ROM）中，因为它是一种非易失性存储器，即使断电，程序也能保持不变。半导体只读存储器（ROM）有三种型式：掩模式、熔丝式和浮栅式。掩模式 ROM 是制造厂家在制作芯片时，按照所需要写入该 ROM 的信息，利用掩模操作而制成。它通过做栅电极和不做栅电极来实现“1”和“0”两种状态而做成掩模只读存储器。例如 M6800 系列中的 MCM6830 就是 1024×8 位掩模式只读存储器。而熔丝式 ROM 在出厂时并未编程序，可由用户现场编程序。对应于每一位（二进制）都有一个具有熔丝的晶体管或二极管。熔丝就是一条可熔断的接线，它与晶体管或二极管的一个电极串联。设熔丝闭合的（未断开的）表示“0”状态，熔丝断开的表示“1”状态。用户现场编程序时，将熔丝式 ROM 放在编程序装置中，然后对那些应存“1”的单元寻址，以相当大的电流通过晶体管或二极管，使其串接的细条熔丝熔断。熔丝式 ROM 的缺点是，只能由用户编一次程序，当熔丝熔断后（即对 ROM 编了程序）就再也不能改变了。而浮栅式 ROM 就可以克服这一缺点，它是一种电可改写的只读存储器（EPROM）。它只要在紫外光（或 X 光）下照射几分钟后，就可将原有的信息清除，而后又可在电脉冲作用下重新写入新的信息，这就给使用上带来很大的灵活性，因此很受用户欢迎。例如：当某一系统控制的内容、方式需改变时，整个控制系统并不要作大的改变，只要将存放程序的 EPROM 的原有内容清除，再写入新的内容即可。对 EPROM 编程序也很方便，还可由程序控制自动地对 EPROM 编程序。

最后我们简单介绍一下微型计算机系统最常用的外存储器。盒式磁带机现已代替纸带而广泛应用，但最有前途的还是软塑料磁盘（简称软磁盘）。软塑料磁盘是一种磁表面存储器，它用氧化物涂层形成磁性记录表面，为保护此氧化层就用软塑料包封起来，因此而得名软塑料磁盘。使用时塑料磁盘和软塑料包封都装入驱动器内，通过驱动器的读/写头进行读/写。软塑料磁盘最初是由 IBM 公司研制出来的，它的厚度为 0.005 吋，直径为 7.8 吋，中央有 1.5

吋直径的小圆孔，记录格式（IBM 所用的记录格式标准，后来为许多软塑料磁盘制造厂家所采用）是：将磁盘分为 77 个磁道（见图 1-5 a）；每一磁道又分为 26 段（见图 1-5 b）；每一段又由 128 个字节组成，包括空白区段，地址段、数据段和检验位段（图 1-5 c）。

由于微型计算机的存储容量一般不大，往往需要容量大的外存支持，而软塑料磁盘价格又很便宜，因此它最适宜作微型计算机的外部设备。

三、输入/输出接口

输入/输出接口是微型计算机的重要组成部分。我们知道，微处理器有它自己的内部特性，用户不能更改。而微型计算机的输入/输出设备又很多，如电传打字机、键盘、卡片阅读器、盒式磁带机、软磁盘、穿孔机、打印机、显示器等等，它们也都有自己的特性，特别是它们的工作速度一般比微处理器低得多，因此要使二者能结合在一起工作，就需要有适当的接口。目前有不少接口逻辑电路已采用大规模集成并系列化，标准化。这些

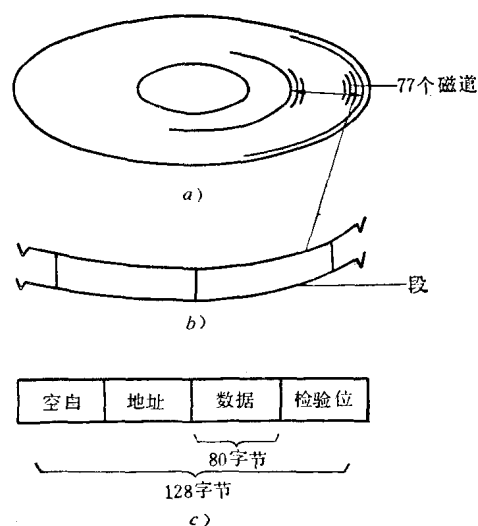


图1-5 软塑料磁盘记录格式

产品的价格也较便宜，而且许多接口芯片具有可编程序的能力，有很好的灵活性。这些接口芯片又分通用接口和专用接口。目前有两种通用的输入/输出接口已被广泛使用。一种是并行输入/输出接口，如M 6800系列中的MC 6820又称外围接口适配器PIA，它有两个8位的输入/输出通道与外设相接，在CPU的控制下通过PIA能送出或接受外部设备的数据。它具有可编程序的能力，通用性较好，它既可用于M 6800微型计算机系统，若对控制信号作适当处理，也可用于其它总线结构的微型计算机系统；既可作某种类型外部设备接口，也可与另一种类型外部设备相接或与同一类型的不同品种的外部设备相接。例如，它可作为光电输入机接口，也可以作打印输出接口，或键盘/显示接口等，只要编不同的程序，就可适应不同的应用。另一种通用接口是串行接口，如M 6800系列中的MC 6850，又称异步通信接口适配器ACIA。当微处理器与远方设备相连时就要用通信接口。异步通信接口ACIA的基本功能是完成数据的变换，即把串行数据变换成并行数据再送入机器，或将机器送出的并行数据变成串行数据再转送出去，它可以用各种数据速率进行传送，并且它还能作检错同步和发送控制等工作。以上两种接口都是通用信号接口，一般能与各种外部设备直接相接，而不需再加控制逻辑电路。而对于专用接口来说，不同的专用接口芯片，只适用于不同的外部专用设备。例如：有键盘/显示接口、阴极射线管（CRT）控制器、软磁盘控制器、直接存储器存取（DMA）控制器、A/D转换器、D/A转换器等，这些专用接口都已作成大规模集成电路芯片以便使用。

通过输入/输出接口，就能把微处理器和外部设备连接起来（参见图 1-2）实现输入和输出。从实质上看，输入和输出都可看作是存储器系统的扩充，前面我们把存储器看作是由许多寄存器组合而成的，那么现在的主要差别只是选中的寄存器对于外界的可达性。为了输入数据，通过输入选择寄存器而选中其中的某一寄存器（某个通道），使它的内容经输入数

据寄存器，再送往微处理器（见示意图 1-6）；数据的输出则与此过程相反。于是，在某些微型机中存储器与外部通道就可共用存储空间，而对外部通道则如同对待存储器一样看待。信息的传输有两种方式，一是程序控制方式，这时要传输的数据都需经过 CPU，因而每个数据的输入、输出均占用 CPU 的时间；此外还有另一种方式，就是直接存储器存取（DMA）方式，即不经 CPU 而使存储器与外部设备直接交换数据。

以上我们对微型计算机的主要组件微处理器、存储器和输入/输出接口分别介绍了它们的原理性框图、功能及其分类。由于大多数微型计算机都采用总线结构，可按图 1-2 的方式连接起来，在微型计算机的这个基本结构图中有三种总线：地址总线、数据总线和控制总线。其中地址总线信号是由 CPU 单向发出的。而 CPU 与其它组件之间的数据交换则采用双向数据总线。

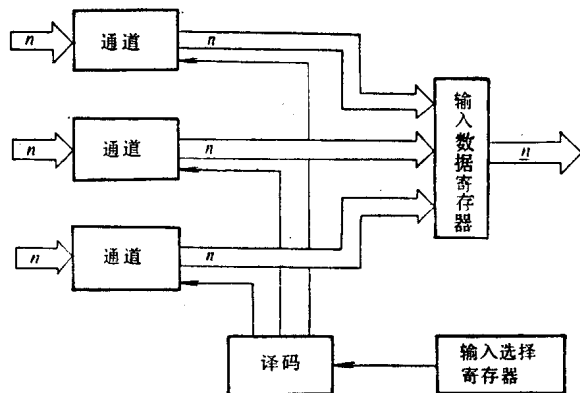


图1-6 输入/输出通道示意图

计算机的字长可以指存储器中的可寻址单元的宽度，也可指累加器或数据总线的宽度。如果字长的这二种定义对于某一机器来说发生不一致时，则一般以数据总线的宽度为准。

最后，我们仍回到本节开头所讲过的，就是计算机都可表示为寄存器的组合。在综合以上关于微处理器、存储器、输入/输出接口以及总线的论述基础上，可把微型计算机表示成寄存器的组合，如图 1-7 所示。这个框图虽然比较简单，但它有利于进一步对微型计算机总体结构的了解。

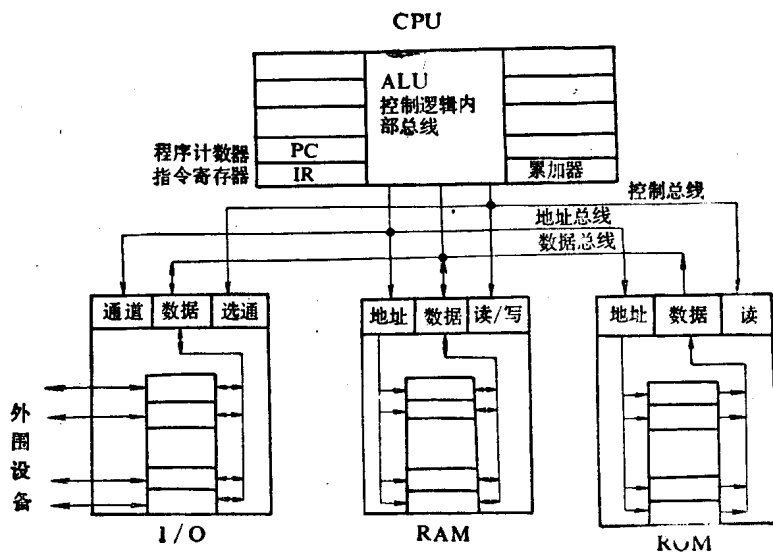


图1-7 由寄存器组表示的计算机框图

§ 1-3 数据、地址和指令

在讲微型计算机的工作原理之前，首先结合 8 位机的情况对一些基本术语如数据、地址、指令等作些具体说明。

一、数据

对于 8 位微处理器来说，不管是内部还是外部都是以 8 位（1 个字节）作为处理信息的基本单位（叫做字）。指令、或执行指令过程中的结果或最终结果以及输入条件等，通常都是以 8 位为基本单位构成的，可将这些信息统称为数据。因此在 8 位微处理器中就有 8 根数据线（数据总线）。

在计算机中，数是用二进制表示的。但为了书写简短起见，常采用八进制和十六进制。它们与十进制数的对应关系如表 1-3 所示。为了避免混淆，可在数的右下方分别用（2），（8），（16）来表示其数制，而通常的十进制数，则不加标志。例如十进制数 79 可表示成 01001111（2），117（8），4F（16）。

表1-3 数制对照表

十 进 制	二 进 制	八 进 制	十 六 进 制	十 进 制	二 进 制	八 进 制	十 六 进 制
0	0000	0	0	8	1000	10	8
1	0001	1	1	9	1001	11	9
2	0010	2	2	10	1010	12	A
3	0011	3	3	11	1011	13	B
4	0100	4	4	12	1100	14	C
5	0101	5	5	13	1101	15	D
6	0110	6	6	14	1110	16	E
7	0111	7	7	15	1111	17	F

在微型计算机中数据可表示为数值码及字符码。在 8 位微处理器中，它们都是以 8 位为基本单位构成。下面分别介绍它们的表示格式。

1. 数值码的表示法

（1）无符号二进制数码。它表示一个正整数。一个字节只能表示 0~255 范围内的数。因此，要表示大于 255 的数字，必须采用多字节来表示，它的长度可以为任意倍字节长。其数据形式如图 1-8 所示。

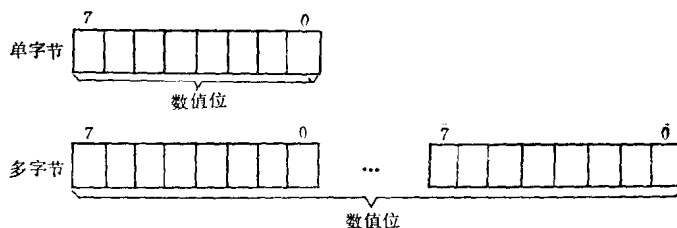


图1-8 无符号二进制数码表示格式

（2）带符号二进制数码。它的数据形式如图 1-9 所示。

它表示一个任意位长的正或负整数。一般最高位为 0 时表示正数，最高位为 1 时表示负数。

（3）二-十进制数值码。由于可用半个字节来表示一个十进制数，因此一个字节可以表

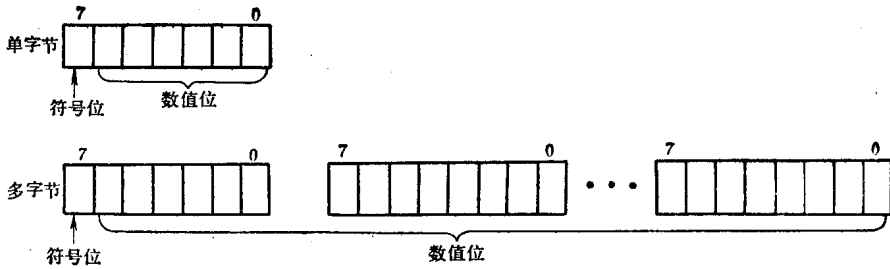


图1-9 带符号二进制数表示格式

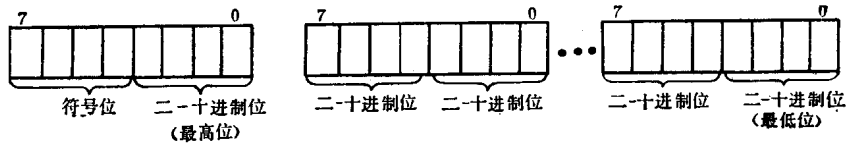


图1-10 二-十进制数表示格式

示二个十进制数。同样可以用任意倍字节长来表示一个正的十进制数，对于带符号的十进制数可采用图 1-10 所示的形式表示。

即最前的半个字节作为符号位，例如可以规定 0000 表示正号，0001 表示负号。

2. 字符码的表示法 在计算机应用中，要用字符来表示各种文字、特殊记号、控制信号等。通常需要 87 个字符，即 26 个大写英文字母及 26 个小写英文字母；10 个字符表示十进制数 0~9；另外还需要 25 个字符，如十、一、*（即乘号）、/（即除号）等。字符码可采用 7 个二进制代码来表示。由于一个字节有 8 位，因此字符码也是用 8 位格式来编写，而最高位可用于奇偶校验位，以便进行信息交换。微型计算机通常使用 ASCII 码（美国标准信息交换代码），它是以 6 位、7 位或 8 位二进制码对字符进行编码。现列出常用的 7 位 ASCII 码（即用 $b_6b_5b_4b_3b_2b_1b_0$ 7 位二进制代码来表示字符），见表 1-4。此外，较常用的编码还有如 EBCDIC 码（扩充的二-十进制交换码），它用 8 位二进制代码 $b_7b_6b_5b_4b_3b_2b_1b_0$ 来表示字符，见表 1-5。

二、地址

地址是用来表示存储器或输入/输出设备的位置的。每一个地址对应一个存储单元，可以存放一个字节的数。在 8 位微处理器中，通常用 16 条地址线（称为地址总线）来指定地址。16 条地址线可以指定 2^{16} （65536）个不同的存储单元。用十六进制表示时，地址编码的范围为 0000~FFFF(16)。对于 M6800 来说，存储器与输入/输出设备共占一个存储空间。微处理器对待输入/输出设备如同对待存储器一样，给它们分配一定的地址，用与存储器相同的方法进行读写操作。这样一来，从硬件的角度来看，微处理器、存储器和输入/输出设备便可共同使用地址总线和数据总线。

通常，微处理器和输入/输出设备的速度不相匹配，所以，微处理器发出来的信息不能对输入/输出设备进行直接控制。必须在微处理器和输入/输出设备之间设置用于进行数据变换或者数据暂存（缓冲）的接口适配器（如 MC 6820 PIA），并给此适配器内的缓冲寄存器分配一定的地址。于是，微处理器便可通过指令对其进行存数或取数，以此来控制输入/输出

表1-4 ASCII 字符表 (7 位代码)

$b_6b_5b_4b_3b_2b_1b_0$	$b_6b_5b_4$							
	000	001	010	011	100	101	110	111
0000	NUL	DLE	SP	0	G	P	v	p
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1010	LF	SUB	*		J	Z	j	z
1011	VT	ESC	+		K	[	k	{
1100	FF	FS	,	<	L	\	l	:
1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}
1110	SO	RS	.	>	N	^	n	~
1111	SI	US	/	?	O	~	o	DEL

表1-5 EBCDIC 字符表

b_7b_6																
b_5b_4				01				10				11				
$b_3b_2b_1b_0$	00	01	10	11	00	01	10	11	00	01	10	11	00	01	10	11
0000	NULL				SP	8	—									0
0001							/		a	j			A	J		1
0010									b	k	s		B	K	S	2
0011									c	l	t		C	L	T	3
0100	PF	RES	BYP	IN					d	m	u		D	M	U	4
0101	HT	NL	LF	RC					e	n	v		E	N	V	5
0110	LC	ES	EOB	UC					f	o	w		F	O	W	6
0111	DEL	IL	PR	EOT					g	p	x		G	P	X	7
1000									h	q	y		H	Q	Y	8
1001									i	r	z		I	R	Z	9
1010			SM		ϕ	!										
1011					.	\$	,	#								
1100					<	*	%	@								
1101					(	)	—	'								
1110					+	:	>	=								
1111						7	?	"								

设备。图 1-11 是表示地址和数据的示意图。

三、指令

微处理器能够理解的指令是用二进制编码的机器语言指令。在 M 6800 中，指令有 6 种寻址方式。分单字节指令，2 字节指令和 3 字节指令三种指令，其字节数由特定指令和寻址方式而定。M 6800 72 条基本指令结合 6 种寻