

十六位 微型计算机原理及应用

李德湖 王爱民 主编

徐维祥 主审

电子科技大学出版社

前言

十六位微型计算机原理及应用

主 编：李德湖 王爱民

主 审：徐维祥

副主编：刘旭敏 王德年

编 委：吕清海 孙心义

张国珍 顾可民

潘春林



电子科技大学出版社

• 1995 •

[川] 新登字 016 号

内 容 提 要

本书全面地介绍了 16 位微型计算机的基本知识、半导体存储器、8086/8088 微型机的组成原理、指令系统、宏汇编语言程序设计、中断技术、输入和输出接口技术,并对高性能微处理器 80186/80286/80386/80486 作了介绍,最后介绍了汇编语言程序上机操作方法,同时给出了实验题目及相应的参考程序(经过上机调试通过),各章后附有习题。

该书内容简明扼要,由浅入深,循序渐进,通俗易懂,使读者学习后能为应用 16 位微型机和进一步学习 32 位微型机打下坚实的基础。

本书可作为大中专院校 16 位微型计算机课程的教材,也可供广大科技人员自学使用。

十六位微型计算机原理及应用

李德湖 王爱民 主编

徐维祥 主审

*

电子科技大学出版社出版发行
(成都建设北路二段四号)邮编 610054

*

开本 787×1092 1/16 印张 16 字数 468 千字
版次 1995 年 9 月第一版 印次 1995 年 9 月第一次印刷
印数 1-5000 册
标准书号 ISBN 7-81043-390-3/TP·144
定价:19.80 元

前 言

随着社会对信息处理能力要求的不断增长,16位微型机的开发应用已经成了微型计算机目前发展的大趋势。由于16位微型机比8位微型机具有更大的寻址空间和更强的运算、处理能力,所以在很多复杂的控制、诊断、字处理、通讯终端、图象技术等领域里16位微型机已经取代8位微型机,得到了广泛的应用。同时掌握16位微型机也是我们进一步学习32位乃至64位微型机的基础。

为了使广大读者学习16位微型机的原理,并能较好地应用,总结几年来的教学实践,我们编写了《十六位微型计算机原理及应用》这本书。主要介绍8086/8088微型机原理及应用。

全书共分十章,第一章介绍了微型计算机的基本知识,从宏观上给出目前流行的微型机组装结构。第二章介绍8086/8088微型计算机体系结构,从微观上详细地分析了16位微机的结构、原理。第三章介绍半导体存储器,讲述了半导体存储器的分类、组成及与8086CPU的连接。第四章介绍8086/8088指令系统,将16位机的全部指令分类分条的作了解释,并给出实际的例子加以分析说明。第五章介绍宏汇编语言程序设计,在介绍伪指令的同时渗透着编写源程序的方法与思路。第六章介绍中断技术,主要讲述了8086/8088中断系统的组成,重点分析了可编程中断控制器8259A结构原理及应用。第七章介绍输入/输出系统,讲述了并行、串行、计数/定时可编程接口芯片8255A、8251A和8253及它们的应用。第八章介绍高性能微处理器CPU,对目前流行的80286/80386/80486作了介绍。第九章介绍汇编语言程序上机操作,讲述了汇编源程序的建立、源程序的汇编、目标程序的连接、程序的运行及调试方法。第十章实验,介绍了十个实验题目,并给出了相应的参考程序,这些程序已经上机调试通过。

我们希望通过对本书的学习及上机实验,使读者能达到掌握16位微型机系统的组成原理及典型接口芯片的使用;汇编语言程序设计的基本方法;能编制简单的程序并上机自如地进行操作。

由于我们水平有限,书中一定存在缺点和错误,敬请读者批评指正。

作 者

1994.11

目 录

第一章 微型计算机的基本知识	(1)
第一节 微型计算机的发展与应用	(1)
第二节 微型计算机的主要配置	(2)
第三节 微型计算机中的数制与码制	(6)
习题	(8)
第二章 8086/8088 微型计算机体系结构	(9)
第一节 8086/8088 CPU 结构	(9)
第二节 8086/8088 存储器结构	(13)
第三节 8086/8088 CPU 引脚功能	(16)
第四节 8086/8088 工作模式	(20)
第五节 8086/8088 CPU 内部时序	(28)
习题	(33)
第三章 半导体存储器	(34)
第一节 存储器作用	(34)
第二节 半导体存储器分类	(34)
第三节 读写存储器 RAM	(36)
第四节 只读存储器 ROM	(39)
第五节 8086 CPU 与存储器连接	(41)
习题	(42)
第四章 8086/8088 指令系统	(43)
第一节 指令编码格式	(43)
第二节 寻址方式	(47)
第三节 指令系统	(51)
习题	(81)
第五章 宏汇编语言程序设计	(83)
第一节 MASM 中的语句结构	(83)
第二节 MASM 中的表达式	(85)
第三节 指示性语句	(90)
第四节 宏指令	(107)
第五节 系统功能调用	(110)
第六节 程序设计与应用举例	(114)
第七节 模块化程序设计的段结构	(122)
习题	(126)
第六章 中断技术	(127)
第一节 8086/8088 中断系统	(127)

第二节	可编程中断控制器 8259A 结构原理	(129)
第三节	8259A 的中断管理方式	(131)
第四节	8259A 的编程应用	(133)
	习题	(141)
第七章	输入和输出系统	(142)
第一节	输入和输出控制方式	(142)
第二节	8255A——并行可编程 I/O 接口芯片	(146)
第三节	8251A——串行可编程 I/O 接口芯片	(158)
第四节	8253——计数/定时器可编程芯片	(166)
	习题	(173)
第八章	高性能微处理器 CPU 简介	(174)
第一节	80186 微处理器	(174)
第二节	80286 微处理器	(177)
第三节	80386/80486 微处理器	(183)
	习题	(189)
第九章	汇编语言程序上机操作	(190)
第一节	建立 ASM 源程序文件	(190)
第二节	汇编源程序文件	(193)
第三节	连接程序	(194)
第四节	程序运行	(195)
第五节	程序调试	(197)
第十章	实验	(200)
第一节	两个多位十进制数相加	(200)
第二节	两个数相乘	(202)
第三节	字符匹配	(203)
第四节	从键盘输入数据并显示	(205)
第五节	接收年,月,日信息显示	(206)
第六节	排序	(209)
第七节	显示目录	(212)
第八节	8259A 中断控制器	(213)
第九节	8255A 并行接口芯片实验	(214)
第十节	8253 计数器/定时器实验	(216)
附录 A	ASCII 码编码表	(218)
附录 B	8086/8088 指令编码格式	(219)
附录 C	8086/8088 指令系统摘要	(224)
附录 D	8086/8088 指令对标志位的影响	(234)
附录 E	IBM-PC DOS 中断向量表	(235)
附录 F	8086/8088 指令编码一览表	(236)
附录 G	系统功能调用(INT 21H)表	(244)
附录 H	INT 10H, INT 13H-14H, INT 16H-17H, INT 1AH 简介	(248)

第一章 微型计算机的基本知识

本章简要介绍微型机的基本概念,硬件构成,主要部件的作用及在微型机中采用的数制与编码形式。

第一节 微型计算机的发展与应用

微型计算机技术的发展极为迅速。微型计算机的性能不断提高,成本逐年下降,其应用的发展速度很快。近年来,微型计算机的普及速度也非常快,不仅在各个技术领域,而且对文化、教育,甚至日常生活领域都产生了重要的影响。

自从 70 年代初第一代微处理器诞生,微型计算机发展至今大致经历四代。

第一代微处理器的典型代表是 4004、4040 和 8008。它们采用 PMOS 工艺,集成度达到 2000 个晶体管/片,字长为 4 位和 8 位,时钟频率为 0.5—0.8MHz。

第二代微处理器在 74 年推出,典型代表有 Z-80、8080、M6800,后来发展到 8085。它们采用 NMOS 工艺,集成度达 9000 个晶体管/片,字长为 8 位,时钟频率为 1—4MHz。

第三代微处理器在 70 年代末推出典型代表有 8086/8088 等产品。由于超大规模集成电路的使用,采用 HMOS 高密度工艺,使这一代微处理器集成度达到 29000 个晶体管/片,字长是 16 位,时钟频率为 5—10MHz,比 8 位机运算速度快 2—5 倍,超过了 70 年代小型机的水平。

第四代微处理器在 80 年代以来相继推出。其性能更高,功能更强的 16 位微处理器如 80186、80286,它们与 8086/8088 向上兼容。到 1985 年 Intel 公司推出了 32 位微处理器如 80386、80486,它与 8086/8088、80186、80286 向上兼容,构成了完整的 80 序列微处理器。第四代产品的集成度达到 10 万以上晶体管/片,时钟频率在 10MHz 以上,比 8086/8088 速度快 5—6 倍。80386 是为优化多任务操作系统而设计的 32 位微处理器,间接寻址的物理存贮空间为 400M 字节,而虚拟存贮空间可达 64M 字节,运算速度达到 300~400 万条指令/秒。总之从 70 年代初至今,微型计算机技术的发展几乎几年就一代,其发展的速度是惊人的。

计算机的应用范围越来越广泛,大到卫星、导弹的发射,矿产开采,石油勘探,小到儿童玩具,遍及国民经济的各部门,微型计算机进入家庭已经成为事实。总的来说微型机的应用范围可概括为三大领域即科学计算,信息处理和过程控制。

微型计算机应用在工业生产中,自动加工各种形状复杂的零部件,通过程序可产生高精度的机械部件,各种自动控制,各种仪器仪表中。智能仪表的推出又开辟了微型计算机应用的新方向。办公室自动化已成为微型计算机应用的重要领域。在医学领域也有着广泛应用。在通信方面应用更广泛,程控交换机是由 8 位微型计算机发展到目前采用 16 位微型计算机。实现各种控制功能,成为现代通信系统不可缺少的工具。利用微型计算机进行信息的存贮,处理和交换已成为重要手段。各种过程控制引入微型计算机已成为大的趋势。随着多媒体技术的发展,多媒体已成为计算机应用热点之一。1946 年当计算机刚刚问世的时候,人们仅把它当作一项杰出的技术成就。但今天,计算机却被认为是本世纪最伟大的发明之一。主要原因在于今天微型计算机被广泛地应用于社会的各个领域,它正在改变着我们的世界和生活方式。一场新技

术革命将以微型计算机的广泛应用为前提。

第二节 微型计算机的主要配置

本节将向读者介绍目前流行的组装式微型计算机的几个组成部分,使读者在宏观上先有一个较全貌的了解。

一、主板

主板又称为系统板或母板。主板上 CPU (即中央处理单元),基本存储器 ROM (只读存储器,用来保存一些关机后也不能消失的程序和数据)和 RAM (随机读写存储器)以及输入/输出控制电路,扩充插槽(SLOT),键盘接口及面板控制开关和指示灯联接用的接插件,直流电源供电用所接插件等。

CPU 主要功能是进行算术和逻辑运算,对指令进行分析并产生各种操作和控制信号。CPU 的性能与主机的工作性能直接相关。根据 CPU 内运算器的数据宽度通常分为 8 位,16 位,32 位及 64 位等类型 CPU。常见的 Z-80 芯片是 8 位的;8086/8088 芯片是 16 位的;80286 也是 16 位的;80386 和 80486 芯片是 32 位 CPU。

ROM (只读存储器)中保存的最重要程序之一是基本输入、输出程序,称为 BIOS 程序。所有微型计算机系统都使用一个基本输入输出系统(即 BIOS)。这是一个永久地记录在 ROM 中的软件,它起到系统板和微型计算机其它部分通信之基本点的作用。BIOS 程序提供了一个便于操作的系统软硬件接口,解决了程序员难以适应各种不同硬件设备特性的困惑。这样,硬件的改进对于用户程序变得“透明了”。BIOS 中各项操作是通过它们各自的中断来实现的。当打开微型计算机的电源时,系统将进行一个检验其所有内部设备的自检过程,这是 BIOS 的一个功能。完整的测试将进行对 CPU,基本的 640K 随机存储器,扩充内存,只读存储器,系统板,CMOS 存储器,视频控制器,并行和串行子系统,软盘和硬盘子系统及键盘的测试。当自检测试完成后,系统将从驱动器 A;或 C;寻找操作系统 DOS (Disk Operation System;磁盘操作系统),并向 RAM 中装入 DOS。

若是第一次启动微型计算机,或当微型计算机系统配置发生了改变时,那么,对于 80286 以上的微型机系统,则需要告诉 SETUP 程序,你的系统里包括哪些硬件设备。这就是系统设置。SETUP 也是一个驻留在 BIOS 里的程序,当机器启动时可以被调出。它让用户可以把微机系统中的软盘驱动器类型,硬盘驱动器类型及参数,视频显示卡的类型,内存的容量,日期的时间等数据存放在机内的 CMOS 存储器中,这样系统启动时就会根据这些数据建立正确的软、硬件工作环境。如果用户的微机已经装入了一个工作系统那就不必使用 SETUP 程序了,除非记录在板上 CMOS RAM 中的结构参数丢了或你的系统硬件结构有改变。如果因为电池掉电而丢失了这些信息,则需要再进行结构设置程序,重新进行系统设置。

在早期的 IBM PC 及 XT 型微型计算机没有 SETUP 程序。它们仅使用机内的多位微型开关或跳线来选择机内配件设置情况。

二、磁盘驱动器

磁盘驱动器是微型计算机保存信息和与外部世界交换信息的重要设备。它将信息记录在磁盘上。由于磁盘象磁带一样,可以长期保存信息,便于携带,并且与磁带相比,其最大的优点是寻找和存放信息的速度快。磁盘驱动器分为:软磁盘驱动器和硬磁盘驱动器。

软盘驱动器是用来将信息记录在软磁盘上的设备。目前软磁盘按盘片直径分类主要有两

种即 5.25 英寸和 3.5 英寸。按存贮容量分则有：

5.25 英寸：180KB，单面工作；360KB，双面低密度，用字母 DD 表示；1.2MB，双面高密度，用字母 HD 表示。180KB 单面工作磁盘目前已基本淘汰，仅在老式的“苹果”机上和 CEC 等学习机上使用。

3.5 英寸：720KB、1.44MB、2.88MB、20MB 等。由于技术水平提高，现在 720KB 磁盘驱动器已很少生产，但四通 2401 中英文打字机是使用 720KB 磁盘。2.88MB 和 20MB 的软盘驱动器已经投放市场。这两种软盘驱动器都可以使用 1.44MB 和 720KB 磁盘，但这两种软盘驱动器都需要新型适配卡。

硬磁盘驱动器由于采用温彻斯特技术而得到了很大的改进，所以有时硬磁盘驱动器又称为温磁盘驱动器，简称硬盘或温盘。硬盘的特点是容量大，一般采用全密封结构，装在机内，盘片不可更换。也有可更换盘片的硬盘，但成本高，社会拥有量很少。较早的微型计算机其硬盘一般使用 ST506/412 接口标准，硬盘与硬盘适配器的联接有两根扁平电缆，一根为控制电缆，一根为数据电缆。后来由于硬盘小型化，所以在 3.5 英寸硬盘机中广泛使用 IDE 接口标准，与适配卡的联接仅用一根 40 芯的扁平电缆，插头体积也小。另外还有一种 SCSI 接口，使用一根 50 芯的扁平电缆。因为这三种接口方式不同，必须使用各自的硬盘适配卡，这一点应注意，许多老的机器或硬盘是不能用新型适配卡的。

三、显示器

显示器是微型计算机将信息传给人的重要窗口。微机操作时的各种状态，工作的结果，编辑的文件，程序图形等都要随时输出到显示器上。显示器的发展对微型计算机的影响远比过去对中、大型计算机的影响大。在微型计算机发展初期，显示器的设计与家用电视机靠近。APPLE 机（苹果机）的显示器曾采用有标准视频器的模拟显示器。能与 NTSC 制的家用彩色或黑白电视机直接联接使用。IBM-PC 机推出时采用了两种显示器，一种是分辨率为 320×200 的彩色显示器，其输入方式为 RGB 数字方式，其适配器通常用 CGA (Color Graphics Adapter) 表示。另一种是分辨率为 720×350 的单色字符显示器，其适配器通常用 MDA (Monochrome Display Adapter) 表示。由于分辨率高，与当时的专业计算机显示器相近，显示字符效果好。彩色的诱惑是巨大的，后来随着计算机图形图象处理技术的发展，又推出了分辨率为 640×350 的 EGA (Enhanced Graphics Adapter) 彩色显示器。当 IBM 公司推出 PS/2 系列微型计算机时，对显示器作了较大的改进，一改原有 IBM 机显示卡使用数字显示器的传统，推出了采用模拟方式的 VGA (Video Graphics Array) 显示系统。VGA 显示系统可兼容前面提到的多种显示方式，彩色的表达更为丰富，可达 256K 种（即 262144 种）颜色。以后一些公司又研制了扩展 VGA 模式，即 SVGA 和 TVGA 其分辨率可达 1024×768 ，并且同样具有丰富的色彩。1990 年左右，IBM 公司又推出了智能化的 XGA 显示方式。显示器技术还会不断发展。

四、键盘

键盘是微型计算机的输入设备，大量信息及各种操作过程通过键盘来完成。对于 IBM-PC 系列台式微型计算机和它的兼容机，其键盘是一个单独的组成部分。键盘通过一根五芯电缆接插到机内的键盘插座里。

开始 PC 机使用 83 键的键盘，后来发展到 93 键，101 键及 102 键等键盘。现在大部分以 101 键的键盘为主。在 101 键或 102 键键盘大多数都有一个 XT/AT 选择开关，有的是标为 8088/80286 的开关。这个开关有的位于键盘下面，有的位于键盘侧面或后面。如果这个开关设置得不对，会造成键盘或主机不能正常工作。对于主板是属于 8088 或 XT 系统的，键盘上的设

置开关应置于 XT 或 8088 位置。而对于 80286、386、486 等系统,则该开关应置于 AT 或 80286 位置。

五、各种适配电路卡

对于 IBM-PC 系列微型计算机及兼容机,机内主板上一般有 5—8 个扩充插槽,用于插各种适配电路。由于这些适配电路一般是做成电路板的形式,所以常把它们称为“适配卡”,简称“某某卡”。常见的适配电路有:

1. 软、硬盘驱动器适配卡:软硬盘适配卡主要用于与软盘驱动器和硬盘驱动器中的联接。过去常用单独的软盘卡和硬盘卡,自 IBM-AT 机推出以后,在 286、386、486 等微型机上一般是将软、硬盘适配器做在一块电路板上,简称软、硬盘卡。适应新的 3.5 寸硬盘的卡,因采用 IDE 接口标准,常称为 IDE 卡。

2. 显示器适配卡:简称显示卡,主要用与显示器的联接。根据显示方式的不同,又分为单色显示器适配卡和彩色显示器适配卡,简称单显卡和彩显卡。目前生产的单/彩显卡是在一块卡上复合了单色显示模式(MDA)和中分辨率彩色显示模式(CGA)多功能卡,卡上一般还有并行打印接口。有的卡还可支持光笔、游戏杆等,这类卡常称为 MCGP 卡。对于高分辨率彩色或单色显示器一般应配用 VGA 卡,TVGA 卡或 SVGA 卡。

3. 并行打印接口卡:主要用于与打印机的联接。因电路较简单,目前已不单独生产,一般是做在单/彩显示卡上或多功能卡上。

4. 存贮器扩展卡:早期的微型计算机受存贮器技术和成本的限制,主板上安装存贮器较少,所以通过扩充插槽上插存贮器扩展卡来扩充存贮容量。现在大容量的存贮器已可大量生产,并且价格不高,一般主板是都设置有足够的存贮器插座,因此除少数机型外,已不再使用存贮器扩展卡。

5. 串行通信适配电路:主要用于与微型计算机通信有关的设备联接。目前常用的串行通信适配电路是采用 RS-232C 接口标准的电路。使用 RS-232C 接口的设备一般有,调制解调器(MODEM)、绘图仪、鼠标器等。现在已较少生产单独的串行通信适配卡,串行通信适配电路通常是做在多功能卡上。

6. 多功能卡:是将多种功能的电路做在一块电路板上的复合适配卡,可以有效地节省空间,简化安装过程。由于接插件的减小,大大提高了微型计算机系统的可靠性。加之生产量大价格较低,是目前微型计算机的主要配件之一。多功能卡的品种很多,现在 286、386、486 等微型机上流行的多功能卡是将软、硬盘适配电路,并行打印口、串行通信口 COM1、COM2 及游戏杆接口等五大功能电路做在一块板上,成为所谓“超级多功能卡”。

在微型计算机中还可使用网络卡、汉字库卡、防病毒卡、A/D 及 D/A 卡等。

六、机箱和电源

机箱实际上就是微型计算机的外壳,但这里讲的用于组装微型计算机的机箱则应包括:外壳,机箱内用于固定软、硬盘驱动器的支架,面板上必要的开关,指示灯,显示数码管及安装主板用的紧固件等。

配套的机箱内还应有配套的电源。电源作用是把市电(220V 交流电)进行隔离和变换为微型计算机需要的低压直流电。电源一般单独装在一个小箱内,称为电源箱或简称“电源”。常用的电源按功率大小分为 150W、200W、230W 等几个档次。现在的主板、卡、软盘和硬盘驱动器等耗电都越来越少,而显示器和打印机等耗电“大户”都自带电源转换部分,不需要主机部分提供直流电源,所以一般 150W 以上的电源功率多数都够用了。

目前机箱的样式和品种比较多。高档机箱工艺精良,往往配有数码管显示工作速度,面板上一般有电源开关(POWER),变速开关(TURBO),复位开关(RESET)和键盘锁(LOCK),相应的指示灯(LED 发光二极管)等。机箱分立式和卧式之分。

上述介绍的几部分配置中:由主板、磁盘驱动器、各种适配电路卡、机箱和电源构成了微型计算机的主要核心设备。它们可以通过各种总线有机地连接起来,简称主机。其结构如下:

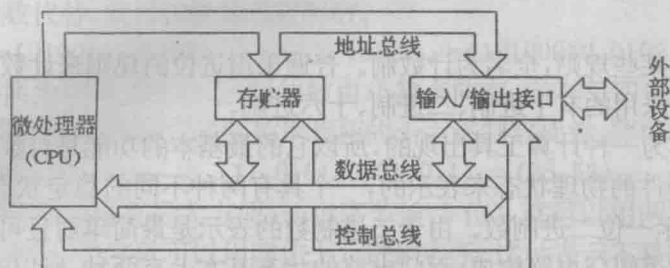


图 1-1 主机结构框图

从图 1-1 主机结构框图中可看出,主机除微处理器(CPU),存储器和输入/输出接口电路之外还有数据总线、地址总线、控制总线,简称三总线连接,所谓总线就是各设备之间传送信息的公共通道。下面简要分述一下各总线的作用:

数据总线:数据总线是专门用来传送数据的通道。这里所说的“数据”泛指以二进制形式出现的数、字符、指令及控制字等信息。由于数据无论是对 CPU 还是对存储器,输入/输出接口来说,总是有进有出的,因此数据总线的传输应是双向的。

地址总线:当 CPU 向存储器送数据,或存储器向 CPU 送数据时,一方面应指明 CPU 中什么部件发出或接受数据,另一方面也应指明,存储器中是哪些部位接受或发出数据。这个部位称为单元,而单元的编号称为地址。同样接口设备之间的区分,也用地址。因为无论是由 CPU 向存储器或接口设备传送数据,还是存储器或接口设备向 CPU 传送数据,都是由 CPU 来控制的,其地址均由 CPU 指明故地址总线便是由 CPU 指向存储器和接口设备传送地址的单向传输通道。

控制总线:CPU 中控制器发向存储器和接口设备的控制信号,以及接口设备回送至 CPU 的某些控制信号的通道,组成控制总线。就控制总线整体来说,由于其中某些线的方向是由 CPU 向外,而有些线又是指向 CPU,因此可认为是双向的。但就控制总线中某一条线来说,要么是由 CPU 向外发控制信号,要么就是将控制信号引入到 CPU 中,因此应是单向的。

显示器、键盘还有需要配置的各种型号打印机(关于打印机请参考有关资料)属于主机以外的设备称作外部设备,简称外设。这里的键盘属于外部输入设备;而显示器和打印机则属于外部输出设备。当然微型计算机在应用不同场合时通过接口设备可有不同类型的外部设备。

有关微型计算机的术语:

微处理器——中央处理器简称 CPU,是微型计算机中的运算控制部件。

微型计算机——由微处理器、存储器和输入/输出接口由总线联接构成。

微型计算机系统——以微型计算机为中心,再配置系统软件,电源和某些外部设备(主要是键盘、显示器和打印机)组成的一套使用方便的系统,简称微机系统或系统机。

单片机——将微处理器、一定容量的存储器和必要的输入/输出接口电路集成在一个硅片上,便构成单片微型计算机简称单片机。

单板机——将微处理器集成在一个或两个硅片上,再加上一个或多个存储器芯片、输入/输出接口芯片和必要的输入/输出设备,并把它装配在一块印刷电路板上,使构成单板微型计算机系统简称单板机。

第三节 微型计算机中的数制与码制

一、计数制

数制就是计数的某些规则,全名为计数制。普遍采用进位的规则来计数,这样既简单又便于阅读与运算。经常采用的有十进制、二进制、十六进制。

计算机最早是作为一种计算工具出现的,所以它的最基本的功能是对数进行加工和处理。数在计算机中是以器件的物理状态来表示的,一个具有两种不同的稳定状态且能相互转换的器件,就可以用来表示一位二进制数。由于二进制数的表示是最简单而且可靠的;又由于计算机基本细胞是由各种逻辑门电路构成,而门电路的状态基本上有两种。所以进入计算机的各种信息包括数据及指令(用二进制表示机器码简称机器码)都必须使用二进制形式(或由十六进制来变换)。只有这样计算机才能识别。

1. 二进制数:一个二进制数,具有以下两个基本特点:

(1) 具有两个不同的数字符号即 0 和 1。

(2) 逢二进位。

一个任意二进制数可表示为:

$$(B)_2 = \sum_{i=-m}^{n-1} B_i \times 2^i$$

其中 n 为整数部分的位数, m 为小数部分位数; B_i 的值为 0 或 1 取决于一个具体的数。

2. 十六进制数:

大部分微型机的字长是 4 的整数倍,因十六进制书写简单,所以广泛地采用十六进制数表示。一个十六进制数,具有以下特点:

(1) 具有十六个数字符号,即数字 0—9 和字母 A—F,这 16 个数字符号与十进制数和二进制数之间的关系如表 1-1 所示:

表 1-1 十六、十、二进制之间关系

十进制	十六进制	二进制	十进制	十六进制	二进制
0	0	0000	9	9	1001
1	1	0001	10	A	1010
2	2	0010	11	B	1011
3	3	0011	12	C	1100
4	4	0100	13	D	1101
5	5	0101	14	E	1110
6	6	0110	15	F	1111
7	7	0111	16	10	10000
8	8	1000			

一个任意十六进制数 D 可以表示为:

$$(D)_{16} = \sum_{i=-m}^{n-1} D_i \times 16^i$$

其中, n 是整数部分的位数, m 是小数部分的位数, D_i 取值范围在 0—9 及 A—F 中。

3. 二进制与十六进制之间的转换:

在机器中, 数是以二进制表示的, 所以用十六进制所表示的数还必须转换成相应的二进制数。二进制数与十六进制数存在着一种特殊关系, 即 $16=2^4$, 所以一位十六进制数可用四位二进制数来表示, 反过来四位二进制数可用一位十六进制数来表示。

(1) 十六进制转换为二进制: 不论是十六进制的整数或小数, 只要把每一位十六进制数用相应的四位二进制数代替, 就可转换为二进制数。

例: $(4AC)_{16} = (010010101100)_2$ $(A2.4B03)_{16} = (10100010.0100101100000011)_2$

(2) 二进制转换为十六进制: 二进制的数由小数点向左、向右每四位分一份, 最后前后不足的补 0。然后把每四位一组的二进制数用相应的十六进制数代替, 即可转为十六进制数。

例: $(1011.1101)_2 = (BD)_{16}$ $(11.0101.0101.011)_2 = (35.56)_{16}$

总之用十六进制数书写有很大方便, 一个字节长(8 位), 就可以用两位十六进制数表示。两个字节长(16 位), 即一个字就可以用四位十六进制表示, 这种表示不易出错。二进制后面用 B 作标志表示是二进制数如 1011B; 十六进制后面用 H 作标志表示是十六进制数, 如 11A4H; 而十进制数后面可不写或用 D 作标志, 表示是十进制数如 64 或 64D。

二、二进制编码

在计算机中数是用二进制表示的, 所以要想让计算机能识别和处理各种字符如大小写的英文字母, 标点符号, 运算符号等等。即键盘能输入的大部分都要用相应的二进制编码来表示使计算机能够识别。下面介绍两种编码, 一是十进制数用二进制表示(BCD 码); 另一种是字母与符号用二进制编码(ASCII 码)。

1. BCD 编码: 十进制的十个数字 0—9 每个数字用相应的四位二进制表示, 称为 BCD 码(Binary Coded Decimal)。如表 1—2 所示:

表 1—2 BCD 编码表

十进制数	BCD 码	十进制数	BCD 码
0	0000	9	1001
1	0001	10	0001 0000
2	0010	11	0001 0001
3	0011	12	0001 0010
4	0100	13	0001 0011
5	0101	14	0001 0100
6	0110	15	0001 0101
7	0111	16	0001 0110
8	1000		

BCD 码比较直观。但是 BCD 码与二进制之间的转换是不直接的。BCD 码先转换为十进制码然后再转换为 BCD 码。

2. 字母和字符的编码: 字母和各种字符必须按特定的规则用二进制编码才能在机中表示。编码也可有各种方式, 目前在微型计算机中最普遍的是采用 ASCII(American Standard Code for Information Interchange 美国标准信息交换码) 码, 见附录 A。它是用七位二进制编码, 故可表示 128 个字符, 其中包括数码(0—9), 以及英文字母等可打印的字符。

三、带符号数的表示法

1. 机器数与真值: 前面提到的二进制数, 没有提到符号问题, 所以是一种无符号数的表

示。但是在机器中,数显然会有正有负,带符号数的符号位通常用一个数的最高位来表示。用0表示正,用1表示负。如: $X=(01011111)_2=+95$ 而 $X=(11011111)_2=-95$,象这样连同一个符号位在一起作为一个数,就称为机器数;而它的数值称为机器数的真值。在机器中带符号的数有三种表示法即原码、反码和补码。

2. 原码:正数的符号位用0表示,负数的符号位用1表示。这种表示法称为原码。

例: $X=+95$ $[X]_{\text{原}}=01011111$ $X=-95$ $[X]_{\text{原}}=11011111$

其中最高位为符号位,后面7位是数值。用原码表示时+95和-95它们的数值位相同,而符号位不同。原码表示简单易懂,且与真值的转换方便。

3. 反码:正数的反码与原码相同,用0表示正号,其余位为数值位。如: $[+95]_{\text{反}}=01011111$;而负数的反码表示,即为它的正数的按位取反(连符号位)而形成的。

例: $[+127]_{\text{反}}=01111111$ $[-127]_{\text{反}}=10000000$

$[+0]_{\text{反}}=00000000$ $[-0]_{\text{反}}=11111111$

可见反码中有如下特点:"0"有两种表示法;8位二进制反码能表示的数值范围为+127——-127。负数的反码符号位后并不是真值而是真值的取反。

4. 补码:正数的补码表示与原码相同。负数的补码表示由它的反码加1所得。

例: $[+127]_{\text{补}}=01111111$ $[-127]_{\text{补}}=10000001$ $[-127]_{\text{补}}=10000001$

$[+0]_{\text{补}}=00000000$ $[-0]_{\text{补}}=11111111$ $[-0]_{\text{补}}=00000000$

补码再取补码则得该数的原码。

当负数用补码表示时,就可以把减法转换为加法,即两个补码相加,如果结果最高位为0说明结果为正,且其结果即为原码。如果结果最高位为1则说明是负数,此时的结果确是相加的补码结果,如果想得其真值还必须对结果这个补码再取补码即得原码。在微型计算机中表示负数一般都用补码来表示。

习题

1. 说明微型计算机发展经历了哪几代?

2. 8086/8088属于哪一代微型计算机?

3. 什么是微处理器、微型计算机和微型计算机系统、单板机、单片机。

4. 80386微型计算机是多少位微型机?可直接寻址的物理存储空间为多少字节?虚拟存储空间可达多少字节?运算速度为每秒多少条指令。

5. 简述微型计算机的应用。

6. 微型计算机的主要配置分为哪几部分?各部分的主要功能是什么?

7. 目前使用的软磁盘都有哪些种类?

8. 将下列计数制进行转换:

$(101101)_2=(\quad)_{10}=(\quad)_{16}$ $(4BC5)_{16}=(\quad)_{10}=(\quad)_2$

$(42)_{10}=(\quad)_2=(\quad)_{16}$ $(174)_{10}=(\quad)_{16}$

9. 求下列各数的原码、反码和补码

-34, -127, +18

10. 用补码计算下列各题

(1) $32-16=?$

(2) $-17-15=?$

(3) $42-65=?$

第二章 8086/8088 微型计算机体系结构

本章介绍 8086 CPU 结构,寄存器组织,引脚功能,最小、最大工作模式及基本工作时序。使读者了解微型机几大部件之间的结构联系及各部件作用。

第一节 8086/8088 CPU 结构

8086 CPU 是 16 位微型处理器,比 8 位微型处理器 8080 在处理能力上大 10 倍,在程序运行速度上比 8080 机快 7—12 倍,是高性能微型处理器的一种。特别是 8086 与两个出色的协处理器,即数据处理器 8087 和 I/O 处理器 8089 天衣无缝的联合,加上 80186 的性能更强的 8086 的增强型 80286 的出现,更把 8086 的性能推到了一定的高度。8088 CPU 的内部与 8086 基本相同,其指令系统完全相同,所不同之处主要有 8 条外部数据总线,因此称它为准 16 位微处理器。8088 能方便地使用大量的各种 8 位端口器件。

8086/8088 CPU 采用一种全新的结构形式,由两个独立的功能部件构成:指令执行部件 EU (Execution Unit) 和总线接口部件 BIU (Bus Interface Unit) 两者可并行工作。

一、8086/8088 CPU 内部结构

1. 指令执行部件 EU: 该部件主要功能是执行指令。其组成包括算术逻辑运算单元 (ALU)、通用寄存器组、标志寄存器 (FR) 和 EU 控制器等 4 个部分组成。

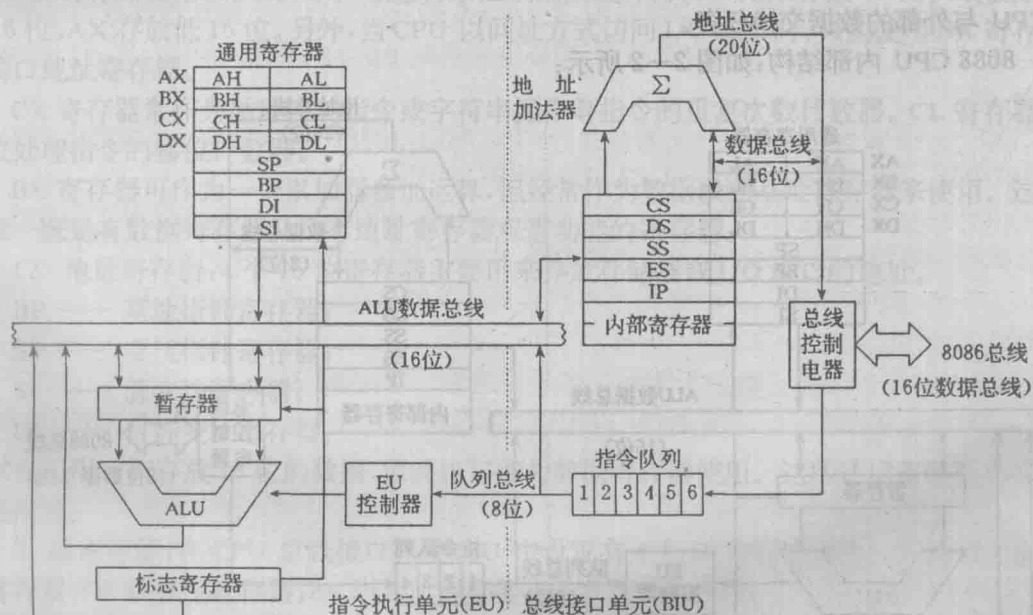


图 2-1 8086 CPU 内部功能框图

2. 总线接口部件 BIU: 该部件主要功能是形成访问存储器的物理地址、访问存储器取指令暂存到指令队列中等待执行、访问存储器或 I/O 端口读取操作数参加 EU 中运算或存放运

算结果。其组成包括地址加法器、专用寄存器组、指令队列和总线控制电路 4 个部分。

3. 工作过程:指令执行部件和总线接口部件的操作是独立进行的,二者可并行工作,使得取指令和执行操作可重迭进行,从而有效地加快了系统的运算速度。执行部件执行指令时,不必访问存储器去取指令,而是从指令队列中取得指令代码,并分析执行它。若在指令执行过程中需要访问存储器或 I/O 端口,执行部件只需向总线接口部件送出访问存储器的逻辑地址,总线接口部件将根据执行部件要求形成访问存储器的物理地址后去访问存储器或 I/O 端口,取得操作数送到执行部件中去参加运算,必要时可将运算结果再写回到存储器中,所以执行部件实际上不与外界打交道,所有与外部的操作都是在总线接口部件控制下完成。

指令执行部件可源源不断地从指令队列中取等待执行的指令,满负荷地连续执行指令。如果在执行过程中需要访问存储器操作数,那么 EU 将访问地址送给 BIU 后,将要等待操作数到来后才能继续操作。EU 中的算术逻辑运算单元(ALU)可完成 16 位或 8 位的二进制运算,运算结果可通过内部总线送到通用寄存器组或 BIU 的内部寄存器中等待写入存储器。暂存器(16 位)用来暂存参加运算的操作数。经 ALU 运算后的结果特征置入标志寄存器 FR 中保存。

总线接口部件(BIU)通过地址加法器形成指令在存储器中的物理地址后,启动存储器,从给定地址中取出指令代码送指令队列中等待执行。一旦指令队列中空出 2 个字节,BIU 将自动进入读指令的操作以填满指令队列。只要收到 EU 送来的操作数地址,BIU 将立即形成操作数的物理地址,完成读写操作数或运算结果功能。指令队列可存放 6 字节的指令代码,正常情况下应保证指令队列中总是填满指令,使得 EU 可源源不断地得到待执行指令。16 位地址加法器用来完成由逻辑地址变换成物理地址的任务,实际上是进行一次地址加法操作:将两个 16 位的逻辑地址变换为 20 位的物理地址,以达到可寻址 1M 字节的存储空间。总线控制电路包含 16 条数据总线,20 条地址总线和若干条控制总线,8086 CPU 的内部总线与外部总线相连,完成 CPU 与外部的数据交换任务。

4. 8088 CPU 内部结构:如图 2-2 所示:

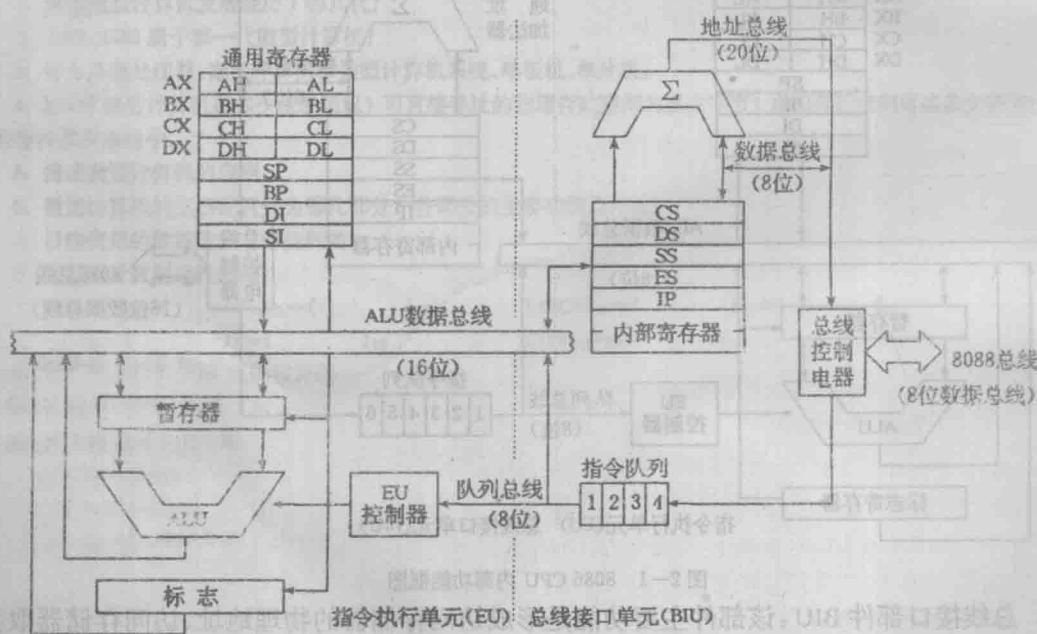


图 2-2 8088 CPU 内部结构功能框图

从图可见,8088 CPU 与 8086 CPU 基本相似,只有下面两点区别:一是 8088 BIU 中指令队列长度只有 4 个字节,只要其中出现一个空闲字节时,BIU 就会自动地访问存储器,取指令来补充指令队列。另一点是 8088 BIU 通过总线控制电路与外部交换数据的总线宽度是 8 位,总线控制电路与专用寄存器组之间的数据总线宽度也是 8 位,而 EU 内部总线仍是 16 位,所以把 8088 称之为 16 位微处理器。

8086/8088 率先打破微处理器只能访问 64KB 存储空间的限制,可寻址高达 1MB 的存储空间。8086/8088 有 20 根地址线的引脚,为能用 16 位的寄存器形成 20 位的物理地址,而又保持寻址方式的灵活性,8086/8088 采用了将存储空间分段的概念,以段和段内偏移量来指定地址。

二、内部寄存器

8086/8088 寄存器可分为:通用寄存器,段寄存器,指令指针寄存器和标志寄存器。其中通用寄存器还可分为数据寄存器和地址寄存器。

1. 通用寄存器:8086/8088 CPU 的指令执行部件 EU 中设有 8 个 16 位通用寄存器。它们可分成两组:

(1) 数据寄存器:4 个 16 位的数据寄存器 AX, BX, CX, DX, 其中每个又可分为两个 8 位数据寄存器(AH, AL, BH, BL, CH, CL, DH, DL)。它们用来在 CPU 内部暂存 16 位或 8 位的数据,并有累加运算能力。在具体使用上还规定了它们的分工。

AX 寄存器是一个最常用的累加器。对于同样的运算,使用 AX 要比使用其它 3 个数据寄存器能产生更短的指令目标码和更快的执行速度。另外,CPU 与 I/O 端口进行信息交换时,只能使用 AL 或 AX 作为数据寄存器。

DX 寄存器常用来扩展 AX。在进行乘法或除法运算时,DX 用来存放 32 位积或被除数的高 16 位,AX 存放低 16 位。另外,当 CPU 以间址方式访问 I/O 端口时,只能使用 DX 寄存器作为端口地址寄存器。

CX 寄存器常作为循环控制指令或字符串操作等指令的重复次数计数器。CL 寄存器可作为位处理指令的移位计数器。

BX 寄存器可作为一个累加器参加运算,但经常作为数据段的基址寄存器来使用。这是一个唯一既是有数据寄存器又具有地址寄存器双重功能的寄存器。

(2) 地址寄存器:4 个 16 位寄存器主要用来存放存储器或 I/O 端口的地址。

BP —— 基址指针寄存器;

SP —— 堆栈指针寄存器;

SI —— 源变址寄存器;

DI —— 目标变址寄存器。

有时也可用它们存放 16 位的数据,因此也可作为数据寄存器使用。这些通用寄存器具有很好的通用性。

2. 段寄存器:在 CPU 总线接口部件 BIU 中设置有 4 个 16 位段寄存器。分别是:CS 代码段寄存器;DS 数据段寄存器;ES 附加段寄存器;SS 堆栈段寄存器。

由于 8086/8088 CPU 可直接寻址的存储空间是 1MB 字节,直接寻址需要 20 位地址码,而所有内部寄存器都是 16 位的,用这些寄存器只能直接寻址 64KB($2^{16}=64\text{KB}$),为此对 1MB 存储器的访问采用了分段结构。每个段的最大长度为 64KB。段的起始地址总为 XXXX0H(即可被 16 整除,亦称具有“节”边界)。CPU 可寻址 4 个分段,即代码段、数据段、附加段和堆栈