

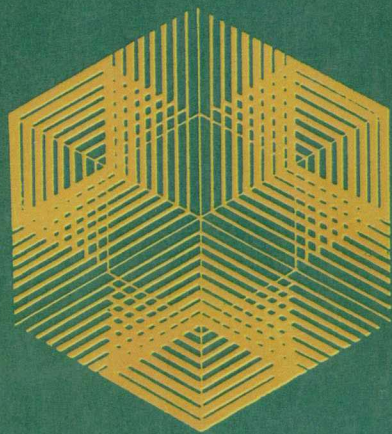


中央广播电视大学教材

微型计算机接口技术

WEI XING JI SUAN
JI JIE KOU JI SHU

傅麒麟 编



中央广播电视大学出版社

微型计算机接口技术

傅麒麟 编

中央广播电视大学出版社 —

(京)新登字 163 号

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机接口技术/傅麒麟编. —北京:中央广播电视大学出版社,1994. 5
电视大学教材
ISBN 7-304-00977-2

I. 微… II. 傅… III. 微型计算机-接口设备-电视教育-教材 IV. TP360.34

中国版本图书馆 CIP 数据核字(94)第 05112 号

微型计算机接口技术

傅麒麟 编

中央广播电视大学出版社出版

社址:北京西城区大木仓 39 号北门 邮编:100032

北京龙华印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

开本 787×1092 1/16 印张 15.75 千字 398

1994 年 2 月第 1 版 1994 年 5 月第 1 次印刷

印数:1—15000

定价:8.90 元

ISBN 7-304-00977-2/TP·44

前 言

自微型计算机诞生以来,不管是在微机本身的发展上,还是在应用技术方面,都取得了惊人的进步。为了迎接新技术的挑战,教育必须跟上这种技术发展的步伐。中央广播电视大学在 1991 年 5 月修订了计算机专业的教学大纲,本书就是根据这个新的教学大纲而编写的教材。

出现微处理机以后,工程师们只要将微机处理机与各种部件,特别是各种外部设备连接起来,就可以组成各种各样的应用系统。“微型计算机接口技术”就是叙述各种连接中所需技术的一门课程,它又是一门以解决硬件接口问题为主的课程。

因为所讨论的接口都是对微处理机而言的,所以在学习接口技术以前,必须对微处理机有一较为深入的了解。作为一种尝试,我们这次以 Intel 8086 这个先进的 16 位微处理机为典型机,进行各种接口技术的讨论,由此所得的各种方法不仅也适合其它微处理机接口,而且可以使我们更接近现代微型计算机的水平。

这里所涉及的接口,包括计算机内部各部件之间的连接,如存储器、时钟等,但更多的还是研究计算机与外部设备的连接问题。教材中详细地讨论了并行、串行或 DMA 等多种接口技术,以适应各种不同性能的外设连接之需要。

作为初学者,可以循书中的次序逐章学习,掌握各种接口技术的要点,完成有关的习题。但是,如果仅仅做到这一点,还不能熟练地掌握接口技术。因为这个次序主要强调了各种接口的技术的差异,而掩盖了接口技术的基本方面,即它们的共性。所以希望读者在按次序学习以后,进行一次反思,总结出接口技术的基本要素,把对接口技术的理解提到一个更高的层次上去。

完成适量的实验,是真正掌握接口技术的一个要素。为此,与本教材相配合,专门编写了一本《微型计算机接口技术实验》,各地可以根据实际条件,选做一些实验。这样一方面可以验证所学理论,同时也增强了解决实际问题的能力。

由于以 16 位微处理机为例在大专层次讲解接口技术还是第一次,在选材和叙述方面肯会有不妥之处,甚至可能出现错误,敬请广大读者不吝批评指正。

编 者

1994 年 3 月

目 录

第一章 概 述.....	(1)
第一节 微型计算机系统的组成.....	(1)
一、微处理机	(1)
二、微型计算机	(4)
三、微型计算机系统	(5)
四、微型计算机开发系统	(6)
第二节 Intel 8086 微处理机	(6)
一、概况	(6)
二、8086 的外特性	(10)
三、8086 总线形成	(14)
四、8086 总线操作时序	(15)
五、最小模式与最大模式	(16)
六、8087 与 8089 处理机简述	(19)
第三节 微机系统中的接口问题.....	(20)
一、接口的概念	(20)
二、接口技术应解决的问题	(21)
三、现代微机接口技术的特点	(23)
思考题与习题.....	(23)
第二章 存储器接口.....	(25)
第一节 存储系统概述.....	(25)
一、微机系统中的存储器	(25)
二、对内存的要求	(26)
第二节 存储器部件的组织与连接.....	(28)
一、半导体存储器	(28)
二、主存储器的组织	(35)
三、存储器的连接	(39)
第三节 一种个人计算机中的存储器.....	(44)
一、存储器配置和结构	(45)
二、ROM 子系统	(45)
三、系统板上的 RAM 子系统	(47)
四、RAM 容量的扩展	(50)
思考题与习题.....	(52)
第三章 中断控制技术.....	(53)
第一节 中断概念.....	(53)
一、微型计算机中的输入输出	(53)
二、中断系统	(55)

三、8086CPU 的中断机构	(57)
第二节 8259A 中断控制器	(60)
一、8259A 的主要功能和结构特点	(60)
二、8259A 的编程	(63)
第三节 8259A 使用实例	(69)
一、硬件连接	(69)
二、初始化与启动工作	(70)
思考题与习题	(71)
第四章 总线技术	(73)
第一节 概述	(73)
一、总线的作用与分类	(73)
二、总线特性的简要讨论	(75)
三、总线标准	(78)
第二节 PC 总线	(79)
一、PC 总线概况	(79)
二、总线信号功能说明	(81)
三、总线协议	(83)
四、总线负载能力	(85)
第三节 介绍两种总线	(87)
一、STD 总线	(87)
二、IEEE—488 总线标准	(89)
思考题与习题	(93)
第五章 并行接口	(94)
第一节 并行接口概述	(94)
一、什么是并行接口	(94)
二、并行接口的任务	(94)
三、接口技术的基本问题	(95)
第二节 简单并行接口芯片 8212	(100)
一、主要技术性能	(100)
二、芯片结构	(100)
三、8212 芯片的几种用法	(102)
第三节 可编程并行接口芯片 8255A	(103)
一、8255A 的组成与功能	(103)
二、8255A 的工作方式	(105)
三、各种工作方式下的功能	(107)
第四节 并行接口应用举例	(113)
一、打印机打印字符的基本工作过程	(113)
二、并行接口标准 Centronics	(114)
三、打印机与主机的连接	(115)

思考题与习题	(118)
第六章 定时/计数器	(119)
第一节 微机系统中的定时与计数	(119)
一、系统主时钟	(119)
二、定时器与计数器	(123)
三、各类定时/计数器	(124)
第二节 可编程定时/计数器 8253—5	(125)
一、8253—5 的主要特性	(125)
二、8253—5 的六种工作方式	(127)
三、方式控制字	(131)
四、8253—5 的编程	(131)
第二节 8253—5 的应用举例	(133)
一、PC 机上的 8253—5	(133)
二、用作计数器的例子	(135)
三、计数器级联使用例	(136)
思考题与习题	(137)
第七章 DMA 传输	(138)
第一节 直接存储器存取(DMA)概述	(138)
一、基本概念	(138)
二、DMA 控制器	(139)
第二节 DMA 控制器 8237A	(140)
一、主要特性	(140)
二、8237A 引脚及结构	(141)
三、8237A 的工作时序	(148)
第三节 8237A 的应用实例	(150)
一、硬件连接	(150)
二、初始化	(152)
思考题与习题	(153)
第八章 人机交互设备接口	(155)
第一节 概述	(155)
一、人机交互设备及其作用	(155)
二、交互设备的特点	(156)
三、交互设备接口的任务	(157)
第二节 键盘及其接口	(158)
一、键开关及键开关矩阵	(158)
二、键盘编码器	(160)
三、PC 机键盘及接口分析	(163)
第三节 七段数字显示器接口	(167)
一、LED 数码管	(167)

二、液晶数码显示(LCD)	(170)
第四节 CRT 显示及其接口	(172)
一、CRT 显示原理	(172)
二、字符显示原理	(175)
三、显示接口电路	(178)
四、图形及汉字显示原理	(182)
思考题与习题	(184)
第九章 串行接口	(185)
第一节 串行通信的基本概念	(185)
一、数据的串行传输	(185)
二、异步传输——解决收发同步的方法之一	(187)
三、同步传输——解决收发同步的方法之二	(192)
四、调制与解调	(195)
第二节 串行接口标准 RS-232C	(197)
一、电气特性	(197)
二、接口功能规定	(199)
三、建立一次数据通信的过程	(201)
第三节 串行接口芯片	(202)
一、主要性能	(202)
二、结构与引脚	(203)
三、8251A 的编程	(206)
四、应用举例	(209)
第四节 个人计算机中的异步通信接口	(212)
一、接口电路的组成	(212)
二、8250 的外部引脚	(213)
三、8250 内部寄存器	(215)
四、几个基本的通信程序模块	(218)
思考题与习题	(221)
第十章 模拟接口	(223)
第一节 概述	(223)
一、模拟信号的特点	(223)
二、模拟信号与计算机的接口	(224)
三、传感器简述	(225)
第二节 D/A 转换接口	(225)
一、DAC 的性能参数	(225)
二、D/A 转换器接口概述	(227)
三、几种 DAC 芯片接口例	(228)
第三节 A/D 转换接口	(232)
一、ADC 的主要性能	(232)

二、ADC 转换芯片与微机系统接口的原理	(233)
三、ADC 转换器与系统接口的几个例子	(235)
思考题与习题	(241)

第一章 概 述

第一节 微型计算机系统的组成

一、微处理机

1. 微处理机的结构

通常我们把集成在一片或几片大规模集成电路芯片上的处理机叫微处理机。图 1-1 是微处理机内部的主要结构框图。

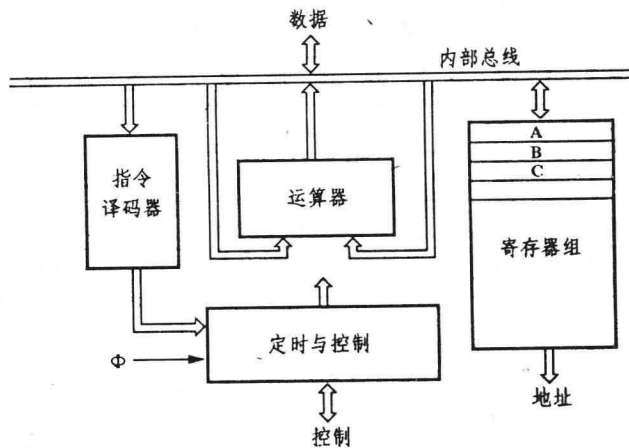


图 1-1 微处理机主要结构框图

一个微处理机主要有三部分组成，即运算器、控制器和寄存器组。其中运算器用以完成各种指定的算术或逻辑运算。控制器则根据指令代码产生各种控制信号，它们除了在处理机内部协调各部分动作外，还提供给外部电路作控制用。由此可见，微处理机将成为整个计算机的控制核心。寄存器组通常由多个寄存器组成，是微处理机中的一个重要部件。由于寄存器可以暂存数据，且其中的数据可以直接参与运算，使许多运算可以在微处理机内进行，减少了芯片与外部的数据交换，从而加快了运算速度。

正如定义所指出的，上述的主要部件封装在一个集成芯片中，通过引脚（40、64、或 68 个引脚不等），与外部电路相连。图 1-2 是几种微处理机封装的外形图。按照功能不同，可以把引脚分成三类，即地址线、数据线和控制线。在把它们接到总线上去以后，微处理机往往就成了总线上各种操作的主控设备。

2. 几种八位微处理机

八位微处理机是 20 世纪 70 年代出现并发展起来的，这是微处理机发展中的一个重要阶段。从功能上看，它们可以作为控制器用，也可以作为组织通用计算机的核心。就结构而言，它们已经具有现代先进微处理机的基本雏形。可以认为，这是承上启下的一代微处理机，了解这类微处理机的概况，不仅可以加深对一般微处理机的理解，有利于对十六位机的学习，还对今后在实际应用中灵活处置不同处理机的问题有所裨益。

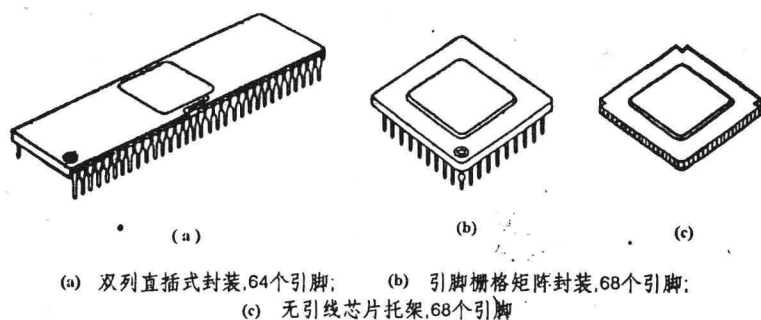


图 1-2 几种微处理器封装外形图

到目前为止,已经出现了许多种八位微处理器。但是比较通用的也就是如表 1-1 中所列的几种。

表 1-1 常用的几种八位微处理器

型 号	引 脚 数	制 造 厂 家	上 市 时 间
i8080	40	Intel	1974 年
MC6800	40	Motorola	1975 年
MSC6502	40	MOS Technology	1975 年
Z80	40	Zilog	1976 年
i8085	40	Intel	1976 年
MC6809	40	Motorola	1979 年

其中 8080 和 6800 属于同档次的处理器, Z80 虽在结构上承袭了 8080 的特点,但在功能上有一些增强,是一种用得相当普遍的八位微处理器。8085 和 6809 则是经改进后的八位机,具有较高的性能。下面仅对前三种微处理器作个简单说明。

虽然不同的微处理器在结构上有相当大的差别,但是由于它们都是八位机,还是有许多相似的地方。

它们的运算器部件都设计成累加器型的,如图 1-3 所示。加入到 ALU 中参与运算的两

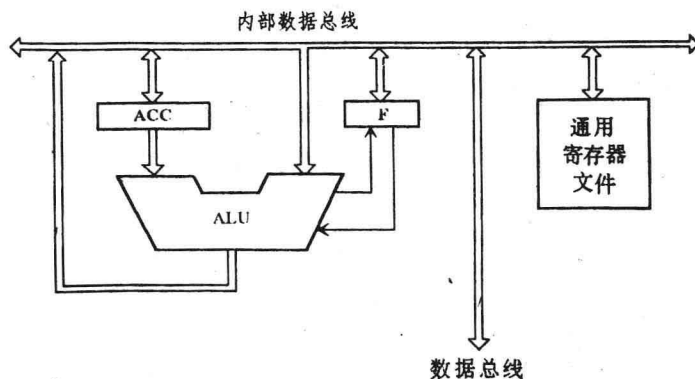


图 1-3 累加器型的运算器结构

个数据,其中的一个取自累加器 ACC,另一个来自通用寄存器或存储器;运算结果又送回到累加器。部件中的各单元电路,如 ALU、累加器、通用寄存器、数据总线等都被设计成八位。

八位微处理机的直接寻址范围都设计成 64KB,即外部有 16 条地址线。与寻址有关的一些寄存器,如程序计数器、堆栈指针等也都设计成 16 位。它们所包含的寄存器组的情况如图 1-4 所示。其中 MC6800 只有 A、B 两个累加器用作数据寄存器,而 8080 与 Z80 中具有较多的数据寄存器。这些寄存器及有关的地址寄存器是程序设计者特别关注的部分。

八位机都被封装成 40 个引脚的双列直插式组件。如图 1-5 所示,各种机型的差别主要集中在控制线上,而这正是系统设计者要注意的问题。

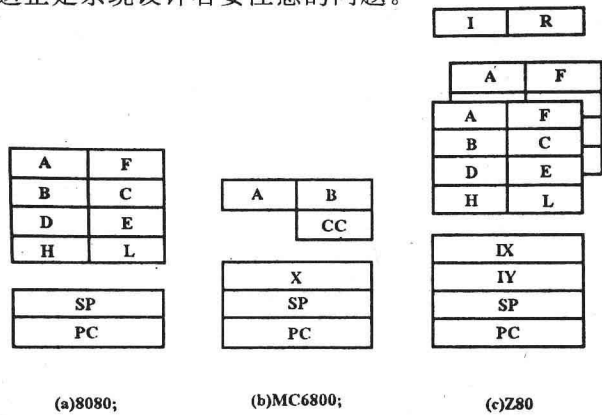


图 1-4 几种微处理机中的寄存器组

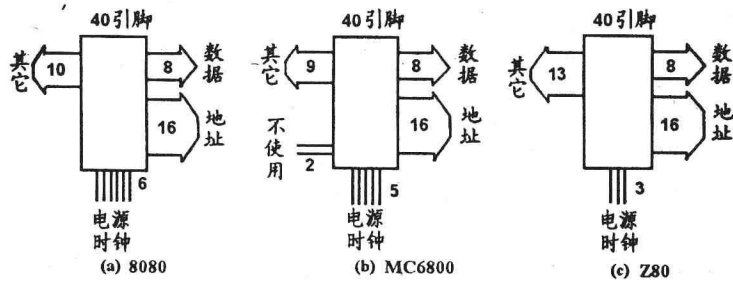


图 1-5 微处理机引脚例

3. 微处理机中的新功能部件

受早期工艺水平的影响,八位微处理机芯片上一般只集成了 5000 个左右的晶体管,故它们只能完成处理机的最基本功能。随着微电子学的发展,集成度越来越高,微处理机的字长扩展到 16、32 位,工作时钟也明显的提高,同时寻址范围也扩大到几到几十兆字节。这就有必要,同时也有可能基本部件的基础上,给微处理机增加一些新的功能部件。下面略举几种。

流水线工作方式是提高处理机工作效率的好方法。我们知道,处理机在执行一条指令时,要经过取指、译码和执行等几个阶段,且总是严格按次序进行的。过去的处理机中,当某一部件工作时,其它部件处于休闲状态。而流水线方式则是让各部件都动起来,当一条指令正在执行时,它的后续指令正在被取入处理机,或者正在译码。图 1-6 是 80286 微处理机的流水线结构示意图,它共有四个部件,分别叫做总线单元(BU)、指令单元(IU)、执行单元(EU)及地址单元(AU)。这些单元中的每一个都执行一个独立的任务,如 BU 专管与总线接

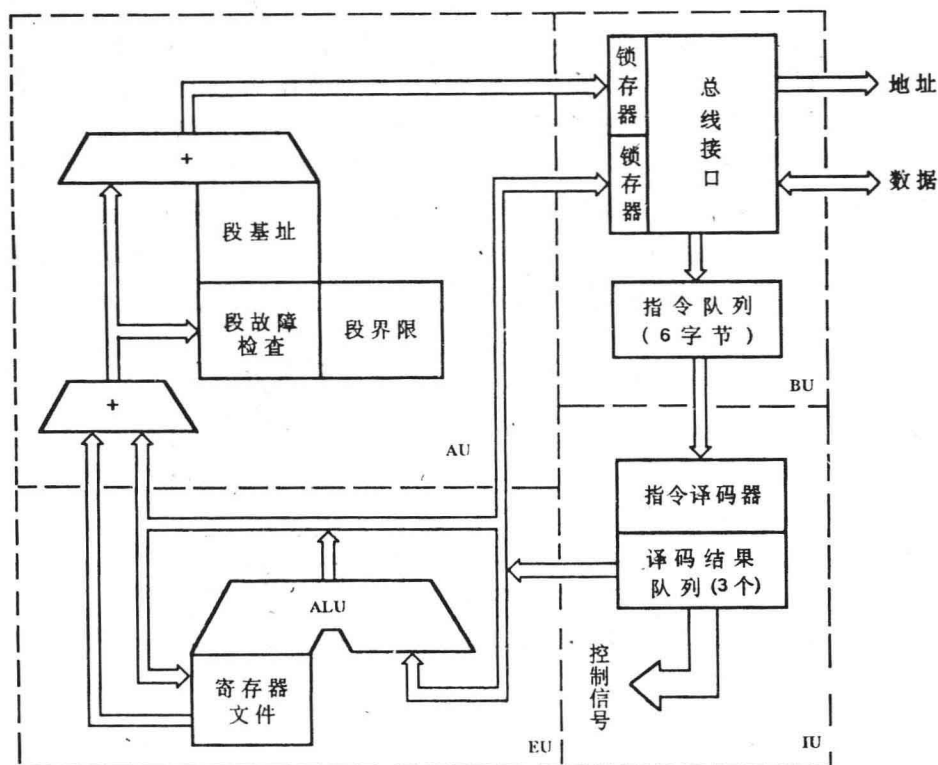


图 1-6 80286 微处理机的流水线结构

口,完成预取指令的工作。其它部件则分别进行译码、执行和物理地址计算等工作。由于可以有多条指令同时在处理机中被处理。所以运算速度大为提高。一般认为速度可以提高 2-3 倍。

随着处理机运算速度的提高,对存储器的存取速度也提出了更高的要求。为了降低成本现在一般都采用高速缓冲存储器的办法,以避免在大容量的内存中使用昂贵的高速器件。有些微处理机,如 MC68020、Z80000 等,在处理机芯片上就装有 256 个单元的高速缓冲存储器。

还有一些微处理机在片内设置了存储器管理机构,由它们组成的系统很容易实现虚存工作,使机器实际可用内存得到几倍、几十倍的扩展。此外,为了适应多用户工作,或为了使高级语言的编译更易于实现等各种特定的目的,现代微处理机增添了许多附加的部件或电路。但是到现在为止,没有一个微处理机是可以缺少如图 1-1 结构中的三个基本部件的。

二、微型计算机

微处理机只相当于计算机中的运算器和控制器,它是组织一个微型计算机的核心,但是当它单独存在时却无法工作。图 1-7 是由微处理机、存储器、I/O 接口、输入输出设备以及总线组成的微型计算机。从结构上讲,它以微处理机为中心,通过总线把 I/O 设备、存储器连成一个整体。根据总线使用方法的不同,微型计算机可以有不同的组织方式。如图 1-7 那样的系统,只用了一个总线,就叫做单总线系统。相应的也可以有双总线和多重总线组成的计算机,如图 1-8 所示。其中图(a)分别用两个总线连接速度不同的设备,而图(b)则常用在多

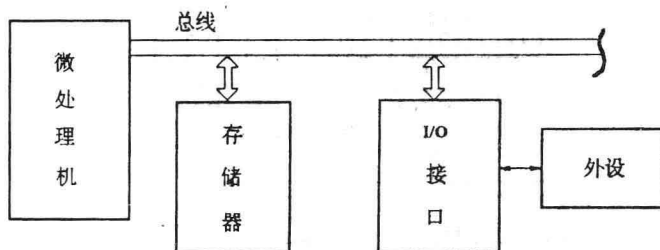


图 1-7 微型计算机组成

处理机组成的复杂系统中。还有一种计算机,它将部分存储器和 I/O 接口集成在处理机芯片中,成为单片微型计算机。

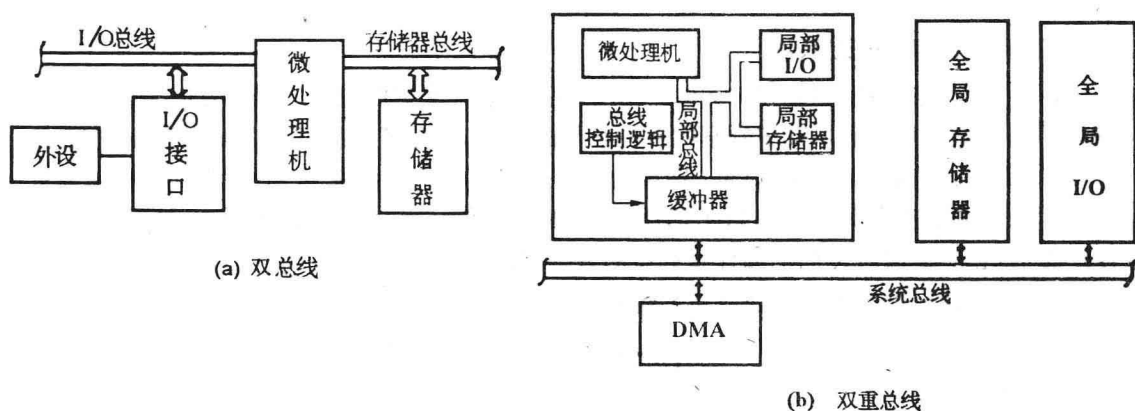


图 1-8 其它总线结构的微型计算机

三、微型计算机系统

给微型计算机配上系统软件,加上电源和合适的外部设备,就成了一个可以实用的微型计算机系统。所谓系统软件是指用来实现对计算机资源进行管理,便于人们使用计算机而配置的软件,它一般是由厂家随计算机一起提供的。平时所说的系统软件有操作系统(或监控程序)、编辑程序、高级语言的编译或解释程序等。软件配置的齐全情况往往对系统的开发应用有着决定性的影响。在一些简单系统中,如单板机上只配了简单的监控程序和简陋的输入输出设备,它只能在一些简单应用中发挥作用。而现在常用的个人计算机上一般配有较好的单用户操作系统、较丰富的实用程序以及便于操作的外设,使之适用面更广。在一些专用的微型计算机系统中,它们一般也只配有简单的监控程序,以及针对该应用的有关程序,其输入输出也往往是专用的。图 1-9 是个专用微型计算机系统的实例,它用以控制一个加热炉的温度,使之按需要进行变化。它包括微处理机、ROM、RAM,包括通过 I/O 接口连接的简单键盘和显示器,还包括了控温设备和测温设备及它们的接口。在 ROM 中的程序包括监控程序和控制加温的应用程序。

上面我们把微型计算机和微型计算机系统从概念上划分为两个层次,但实际上人们往往不去严格区分它们,因为人们不可能光买一台没有系统软件的计算机。所以一般所说的微机或微电脑通常指的是系统,而且人们关心的是它配有一些什么软件和外设。

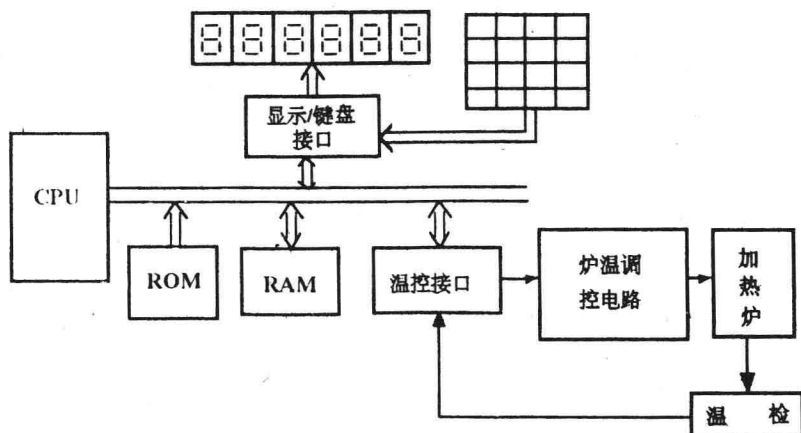


图 1-9 一个应用系统实例

四、微型计算机开发系统

微机开发系统简称为 MDS，这是一个通过各种设备来帮助进行应用开发的专门设计的微机系统。它具有微机系统中应有的各种软硬件设备，同时还配备有与待开发系统（又称目标机）连接和调试程序用的设备。图 1-10 是一个 MDS 组成的框图。其中在线仿真器用以把目标机硬件连接到 MDS 上，这个部件也是 MDS 区别于普通微机系统的重要标志。在软件功能上，它应提供对目标机编程和调试的方便，通常它是一个庞大的软件系统。由于开发系统的强大功能，可以大大加快应用系统的开发速度。

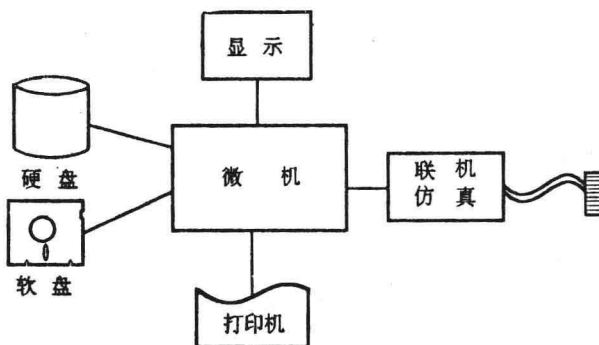


图 1-10 微机开发系统结构示意图

第二节 Intel 8086 微处理器

一、概况

8086 微处理器是 Intel 公司于 1978 年在世界上最先推出的高性能十六位微处理器。它采用硅栅 HMOS（高性能 MOS）工艺制造，使在 1.45cm^2 的单个硅片上集成了 29000 个晶体管。芯片的时钟频率分三档，8086 为 5MHz、8086—2 为 8MHz、8086—1 为 10MHz。与八位微处理器 8080 相比，它的性能大约提高了十倍。由于它的指令系统更加丰富，且有多种寻址方式，加上硬件结构上增加了可以预取指令的队列寄存器，使实际运算速度更快一些。

8086 可以用单个处理机组织一个简易系统,也可以方便地组成多处理机的复杂系统。

与其他几种十六位微处理机相比,8086 的内部结构规模很小,仍采用 40 引脚的双列直插式封装,是目前价格最低的高性能微处理机。另外,与 8086 配套的各种外围芯片非常丰富,使用户可以方便地开发各种系统。所以,在第二代高性能十六位微处理机已经问世的情况下,8086 还在被大量地使用。

1. 内部主要结构与流水线操作

图 1-11 是 8086CPU 的基本结构框图。整个处理机可以分成两部分,即执行单元(EU)和总线接口单元(BIU)。

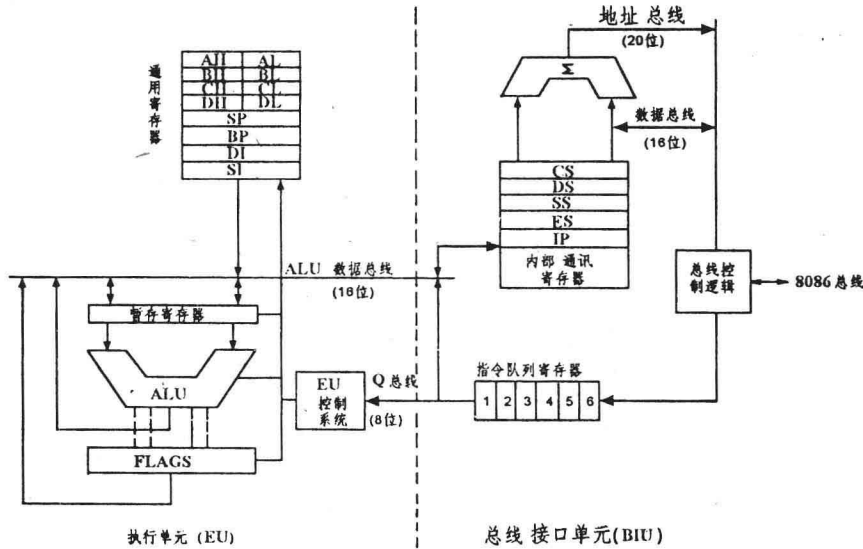


图 1-11 8086 CPU 的结构框图

执行单元中包含一个 16 位的运算器,八个 16 位的寄存器,一个 16 位的标志寄存器,一个数据暂存寄存器和执行单元的控制电路,也就是说它已经包含了微处理机的三个基本部件。这个单元进行所有指令的解释和执行,同时管理上述有关的寄存器。

执行单元中的各部件通过一个 16 位的 ALU 总线连结在一起,在内部实现快速数据传输。值得注意的是这个内部总线与 CPU 外接的总线之间是隔离的,即这两个总线有可能同时工作而互不干扰。EU 对指令的执行是从取指令操作码开始的,它从总线接口单元的指令队列寄存器中每次取一个字节。如果指令队列寄存器中是空的,那末 EU 就要等待 BIU 通过外部总线从存储器中取得指令并送到 EU 后才能开始执行。在指令执行过程中常会发生从存储器中读或写数据的事件,这时就由 EU 单元提供寻址用的 16 位有效地址,在 BIU 单元中经运算形成一个 20 位的物理地址,送到外部总线进行寻址。

总线接口单元(BIU)负责对全部外部引脚的操作,即 8086 所有对存储器和 I/O 设备的操作都是由 BIU 完成的。所有对外部总线的操作都必须有正确的地址和适当的控制信号,BIU 中的各部件主要是围绕这个目标设计的。比如在取指令时,由 16 位指令指针(IP)提供一个有效地址,在一个专用的加法器中与代码段寄存器(CS)内容相加,形成实际的 20 位物理地址,送到总线上实现取指令的寻址。从内存读操作码或存取数据时的寻址,也是由四个 16 位段寄存器中的某一个与来自 EU 的有效地址在加法器中运算后,形成 20 位地址的。上

述这些操作所需的控制信号都由总线控制逻辑产生。如果操作是由 EU 请求发生的,总线控制逻辑将根据 EU 送来的信息产生相应的控制信号。

当 EU 正在执行指令中,且不需占用总线时,BIU 会自主地进行预取指令操作,将所取得的指令按先后次序存入一个六字节的指令队列寄存器,该队列寄存器按先进先出的方式工作。每当 BIU 发现队列中空了两个字节时,都会自动地寻找空闲的总线周期进行预取指令操作。由于预取指令操作是由指令指针 IP 提供有效地址的,且每取一个字节后 IP 内容加 1,取一个字后 IP 内容加 2,所以指令队列中所存的是按地址次序排列的指令。同时因为队列采用先进先出的结构,使 EU 执行完一条指令后,可以直接从队列中取出下一条顺序指令,避免临时进行总线操作,加快了运行速度。如果 EU 执行了一条转移指令,那末预取的指令队列将被清除,BIU 根据转移地址重新取指令交给 EU 执行,并在新地址基础上再作预取指令操作,实现程序段的转移。

2. 寄存器结构

8086 微处理机内设置有众多的寄存器,且为了满足 16 位运算的需要,它们都将长度设计为 16 位。正如上节所指出的,寄存器可以存放数据和一些中间结果,减少了运算过程中 CPU 与总线交换信息的次数,从而加快运算速度。与八位机不同,8086 的数据寄存器中任意两个的内容都可以参与运算,并不一定非包括累加器在内不可,所以它又被称为寄存器型的运算器。

图 1-12 表示了 8086CPU 中所包含的寄存器情况。一共有十三个 16 位寄存器和一个

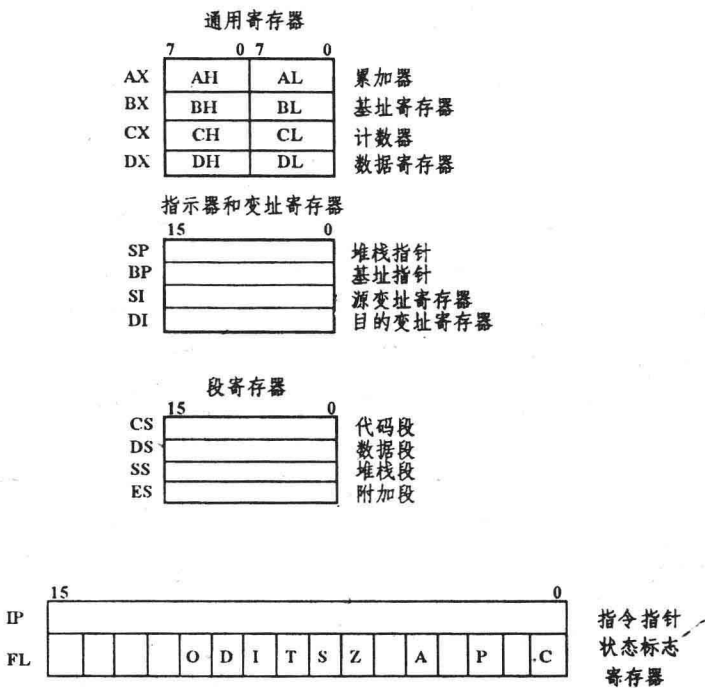


图 1-12 8086CPU 的寄存器

标志寄存器(有效位为 9 位)。按照它们各自使用上的特点,把它们分为四组,即通用寄存器组 AX、BX、CX 和 DX;指示器和变址寄存器组 SP、BP、SI 和 DI;分段寄存器组 CS、DS、SS 和 ES;指令指针和标志寄存器组中的 IP 和 FL。这些寄存器除了指令指针 IP 由 CPU 自动