

微机与接口

孙德文 编



上海交通大学出版社

7
/1

364.7
w/1

微 机 与 接 口

孙德文 编



上海交通大学出版社

029052

微机



(沪)新登字 205 号

内 容 简 介

本书为高等工科院校计算机专业“微机与接口”课程的教学用书。全书共分8章：微型计算机概论、Intel 8086/8088微处理器、汇编语言与汇编程序的约定、汇编语言程序设计方法、存储器接口、输入/输出与中断、可编程接口芯片及其应用、一个典型微机系统的电路分析。本书可用于63~72学时的教学。全书内容精练、结构严谨、条理清楚。还可作为电子工程、自动控制等专业有关课程的教学用书和教学参考书，对从事微机系统应用开发的科技人员而言，这也是一本合适的参考资料。

JS303/15

微 机 与 接 口

出版：上海交通大学出版社

(上海市华山路 1954 号 邮政编码：200030)

发行：新华书店上海发行所

印刷：立信常熟印刷联营厂

开本：787×1092 (毫米) 1/16

印张：16 字数：395000

版次：1995年8月 第1版

印次：1995年9月 第1次

印数：1~5,000

ISBN7-313-01506-2/TP·277

定价：23.20 元

前 言

“微机与接口”是计算机专业的一门主干课程，主要内容是讲解微型计算机系统的组成原理和接口技术。本教材以16位微处理器Intel 8086/8088为背景，较详细地论述16位微机系统的组成原理、接口技术和汇编语言程序设计基础。全书分为8章，第一章为微型计算机概论，介绍微处理器和微型计算机的发展简况及分类；第二至第四章分别讲述80386/80387微处理器的体系结构、汇编程序的约定，以及汇编语言程序设计的基本方法；第五至第七章分别论述存储器接口、输入/输出与中断，以及可编程接口芯片的原理和应用；第八章分析了IBMPC/XT机系统板的主要电路，通过这一章的学习不仅使读者对微机系统有一个较全面的了解，同时也可提高阅读微机逻辑电路图的能力。

本教材主要取材于编者近十年来进行“微机与接口”、“PC机原理”和“汇编语言程序设计”等课程教学的讲稿，书稿曾在我校计算机专业使用过4遍，现经修订公开出版。

本教材适用于高等工科院校计算机、电子工程、自动控制等专业作为微机与接口课程的教学用书。如对有关章节稍作增删，也可作为某些非电类专业微机原理与应用课程的教材。

在书稿的编写过程中，得到白英彩教授和我系主管教学的系副主任侯文永教授的鼓励和支持，金正谊副教授在使用本教材初稿时，对教材中部分内容提过不少建设性建议。另外，汪云章工程师为书稿绘制了大部分草图。对此，一并致以衷心的感谢。

由于编者学术水平有限，书中论述不当及疏漏之处定然难免，敬请读者不吝指正，以便在下次印刷中修正。

编者谨识
1995年初春于
上海交大计算机系

目 录

第一章 微型计算机概论	1
§ 1-1 微处理器和微型计算机.....	1
§ 1-2 微处理器发展简况.....	2
§ 1-3 微型计算机的分类概述.....	2
一、按数据总线位数划分.....	2
二、按组装形式和系统规模划分.....	3
第二章 Intel 8086/8088微处理器	5
§ 2-1 8086/8088微处理器的内部结构.....	5
一、执行部件(EU)和总线接口部件(BIU).....	5
二、寄存器结构.....	6
三、8086/8088系统中的存储器组织及地址的形成.....	9
§ 2-2 8086/8088指令的寻址方式.....	11
一、概述.....	11
二、寻址方式.....	13
§ 2-3 8086/8088指令系统简介.....	19
一、数据传送指令.....	19
二、算术指令.....	21
三、位处理指令.....	23
四、程序转移指令.....	24
五、字符串指令.....	26
六、处理器控制指令.....	27
§ 2-4 8086/8088微处理器的引脚功能.....	28
一、8086的引脚功能说明.....	29
二、8088的引脚与8086的不同之处.....	32
三、最大方式和最小方式组成框图举例.....	32
§ 2-5 8086微处理器的基本时序.....	32
一、指令周期、总线周期和时钟周期.....	32
二、几种基本时序.....	34
三、最大方式时序与最小方式时序的区别.....	38
四、8088CPU的基本时序.....	40
第三章 汇编语言与汇编程序的约定	42
§ 3-1 概述.....	42
一、汇编语言与汇编程序.....	42
二、两类汇编语句.....	42
§ 3-2 指令性语句.....	44

一、标号	44
二、指令助记符	46
三、操作数	46
四、各种寻址方式下操作数的表达式	47
§ 3-3 指示性语句	53
一、数据定义语句	54
二、符号定义语句	57
三、段定义语句	59
四、过程定义语句	65
§ 3-4 宏指令语句	67
一、问题的引出	67
二、IBM宏汇编中的主要宏操作伪指令	69
三、宏指令与子程序的区别	70
§ 3-5 条件伪指令	70
第四章 汇编语言程序设计方法	72
§ 4-1 概述	72
一、程序设计的步骤	72
二、程序的基本结构	72
§ 4-2 顺序结构程序	72
§ 4-3 分支结构程序	74
一、分支程序的二要素	74
二、利用比较转移指令实现分支	74
三、利用跳转表实现分支	77
§ 4-4 循环结构程序	79
一、概述	79
二、循环程序举例	81
§ 4-5 子程序	83
一、概述	83
二、子程序结构举例	85
§ 4-6 编程综合举例	89
第五章 存储器接口	98
§ 5-1 概述	98
一、存储器的分类	98
二、存储器的主要技术指标	99
三、内存储器中的数据组织	100
四、存储器的基本结构	100
§ 5-2 半导体存储器	101
一、半导体存储器的分类	101
二、随机存取存储器 RAM	102

三、只读存储器 ROM	106
§ 5-3 内存储器芯片与CPU的连接	110
一、存储器的地址选择	111
二、动态RAM与CPU的连接	113
三、存储器芯片同CPU连接时必须注意的问题	114
§ 5-4 8086系统的存储器组织	114
一、8086/8088的存储器访问特性	114
二、存储器组织	116
第六章 输入/输出与中断	119
§ 6-1 输入/输出概述	119
一、I/O接口电路的一般结构	119
二、对I/O接口电路的要求	120
三、输入/输出过程	121
四、输入/输出端口的寻址方式	121
§ 6-2 微机系统中数据传送的控制方式	123
一、程序控制传送方式	123
二、DMA (直接存储器存取)传送方式	126
三、I/O 处理器方式	128
§ 6-3 中断概述	129
一、中断的基本概念	129
二、中断处理过程	130
三、中断优先权	132
四、中断的嵌套	134
§ 6-4 简单的输入/输出接口芯片	135
一、缓冲器和驱动器74LS244	135
二、锁存器74LS373	136
三、数据收发器74LS245	137
§ 6-5 8237A DMA控制器	138
一、结构与功能	138
二、工作周期(操作周期)	141
三、寄存器说明	145
§ 6-6 8259A可编程中断控制器PIC	150
一、功能与结构	150
二、中断的顺序	153
三、编程概述	153
§ 6-7 8086/8088的中断系统	160
一、外部中断	161
二、内部中断	162
三、中断指针表	163

四、中断过程	164
第七章 可编程接口芯片及其应用	167
§ 7-1 可编程并行接口芯片8255A(PPI)	167
一、组成与引脚功能	167
二、控制命令字	169
三、工作方式	171
四、应用举例	175
§ 7-2 可编程计时器/计数器8253-5PIT	182
一、结构和功能	182
二、工作方式	185
三、8253-5的初始化	188
四、计时器/计数器应用举例	189
§ 7-3 串行接口芯片	190
一、串行通信概述	190
二、串行接口原理	194
三、可编程通信接口 8251A(USART)	196
四、应用举例	201
§ 7-4 模拟接口	203
一、概述	203
二、模数转换器ADC0809	203
三、ADC0809 同微处理器的连接	204
§ 7-5 IEEE-488通用并行接口总线	206
一、概述	206
二、接口信号功能简介	207
§ 7-6 RS-232C 串行接口标准	209
一、概述	209
二、接口功能	210
第八章 一个典型微机系统的电路分析	213
§ 8-1 PC/XT机的基本组成	213
一、PC/XT机的基本配置	213
二、PC/XT 机的系统板	214
三、系统配置开关	216
四、总线结构	216
§ 8-2 PC/XT机的控制核心	219
一、8088微处理器	219
二、8284时钟发生器和驱动器	219
三、8288总线控制器	220
四、总线锁存器和总线收发器	223
§ 8-3 等待状态控制逻辑	223

- 一、哪些情况需要插入等待状态.....223
- 二、等待状态的控制逻辑.....225
- § 8-4 只读存储器电路226
 - 一、PC/XT机的系统存储器配置226
 - 二、系统 ROM 电路.....226
- § 8-5 读写存储器电路228
 - 一、片选译码电路.....228
 - 二、RAM 电路230
- § 8-6 系统板上的I/O接口电路.....233
 - 一、系统板上 I/O 接口电路的片选译码电路.....233
 - 二、中断逻辑.....234
 - 三、DMA 控制电路.....237
 - 四、并行接口电路.....238
- 习题.....241
- 参考文献.....246

第一章 微型计算机概论

§ 1-1 微处理器和微型计算机

众所周知,计算机是由五大部分组成,即运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备,其中存储器又分为内存储器和外存储器,外存储器和输入设备以及输出设备统称为外部设备;运算器、控制器和内存储器合称主机,而运算器和控制器两部分又称为中央处理器——CPU (Central Processing Unit)。随着大规模集成电路技术的迅猛发展,计算机五大组成部分中的运算器和控制器两大部分已经能集成在一块集成电路芯片上,这就是微处理器 (Micro-processor, μp) 的出世。由微处理器组成的微型计算机以及微型计算机系统为计算机的发展与应用开创了一个新时期。

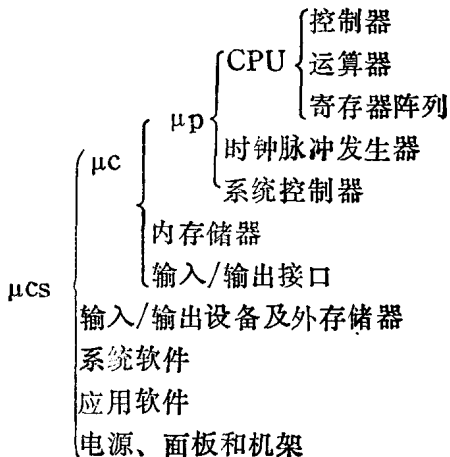
下面对微处理器、微型计算机和微型计算机系统三者关系作一说明。

微处理器——是指由一片或多片大规模集成电路组成的中央处理器(CPU, 即通常所指的运算器和控制器),以及时钟脉冲发生器和系统控制器。

微型计算机 (Micro-computer, μc)——是指以微处理器为基础,配以内存储器(包括随机存储器RAM和只读存储器ROM)以及输入/输出(I/O)接口电路和其他相应的配套电路而构成的裸机。把微型计算机制作在一个芯片上即构成单片微型计算机 (Single Chip Micro-computer)。

微型计算机系统 (Microcomputer System)——是指由微型计算机配以相应的外部设备(打印机、CRT显示器、磁带机和磁盘机等)及其专用电路、电源、面板、机架以及足够的软件而构成的系统。

μp 、 μc 和 μcs 之间的关系如下所示。



§ 1-2 微处理器发展简况

由于集成电路工艺和计算技术的发展,60年代末和70年代初,袖珍计算器得到普遍的应用,作为研制灵活的计算器芯片的成果,1971年10月,美国Intel公司首先推出4004微处理器,这是实现4位并行运算的单片处理器,所有元件都集成在一片MOS大规模集成电路芯片上,以4004为基础,再配以相应的RAM、ROM、I/O接口等芯片,就构成了MCS-4微型计算机。

从1971年末至今仅20余年时间,微处理器经历了4代的发展。

第一代(1971年开始)

这是4位 μp 和低档8位 μp 的时期,典型产品为:

1971年10月,Intel 4004(4位)。1972年3月,Intel 8008(8位),其集成度为2000管子/片,采用P-MOS工艺,10 μm 光刻技术。

第二代(1973年开始)

这是8位 μp 时期,典型产品为:

1973年,Intel 8080;1974年3月,Motorola的MC6800。这两种是中档的8位 μp 。1975~1976, Zilog的Z80;1976年,Intel 8085。这两种是高档8位 μp 。其中Intel 8080的集成度为5400管子/片,采用N-MOS工艺,6 μm 光刻技术。

这一时期还出现了8位单片微型计算机,以Intel 8048/8748,MC 6801,Z8 为代表,用于工业控制和智能仪器。

第三代(1978年开始)

这是16位 μp 的时期,典型产品为:

1978年,Intel 8036;1979年,Zilog的Z8000;1979年,Motorola的MC68000,其集成度为68000管子/片,采用H-MOS工艺,3 μm 光刻技术。

第四代(1981年开始)

这是32位 μp 的时期,典型产品为:

1983年,Zilog的Z80000;1984年7月,Motorola的MC68020,集成度为17万管子/片,采用CHMOS工艺,2 μm 光刻技术。1985年夏,Intel 80386,集成度为27.5万管子/片,采用CHMOS工艺,1.2 μm 光刻技术。

自Intel 80386芯片推出以后,又出现了许多高性能的32位 μp ,它们是MC68030,Intel 80486,MC68040,Intel的Pentium等等,其中后三种32位 μp 其集成度已超过100万管子/片,主振频率达25~50MHz。

§ 1-3 微型计算机的分类概述

可以从不同的角度对微型计算机(μC)进行分类。

一、按数据总线位数划分

1. 4位微机

以“单片微机”形式出现,其数据总线为4位,可方便地组成BCD码。最初大量应用于各种

电子计算器中,以后随着4位微机的指令系统,存储容量、输入/输出能力和工作速度等性能的改善,4位 μC 的应用日益扩大,已深入商用电子仪器、家用电子领域等。可组成各种控制器,用于控制微波炉、烘箱、冷冻机、洗衣机、缝纫机、电视机、录音机、高级照相机、各种仪表和办公设备等。

2. 8位微机

以8位 μp 为核心组成的 μC ,用3位代码表示信息——数字、文字字母及符号,运算速度较快,在80年代初、中期的个人计算机和控制领域中应用甚广。我国的8位 μC 中采用最广泛的 μp 是8085A,Z80,6800,6809,Rockwell6502,以及一些8位单片机。

8位 μC 在硬件方面有强大的支持,有各种各样的支持芯片;在软件上有多年的积累,可灵活地构成各种系统。许多3位 μC s中已配有操作系统和多种高级语言,应用方便。但在高速运算和大容量存储的事务处理中显得力不从心。

3. 16位微机

以16位 μp 构成的 μC ,其运算速度高,可用于处理多个数据的数据处理中心,以及实时多处理任务。典型机种有以Z8000,MC68000,Intel8086/80186/80286构成的16位 μC 。

例如:以Intel 80286为CPU的IBMPC/AT机;以MC68000为CPU的Macintosh Plus(即Mac Plus,Apple公司1986年产品)等。这些个人计算机都配上了功能很强的操作系统和多种高级语言,其性能已超过了大部分的小型机。

4. 32位微机

1985年Intel公司推出的32位 μp 80386,其功能已超过VAX11/780,32位字长是比较合理的,它能有效地综合处理各种信息——数据、图形、文字和声音。32位 μp 在系统结构、元器件技术、组装工艺和软件功能等方面都有很大进展,由32位 μp 构成的32位超级微机在实时控制、事务管理、数据处理、工程计算、CAD/CAM以及人工智能方面都得到广泛的应用。可以预见,90年代微机将是计算机工业的主流,而32位超级微机的通用微机系统和工程工作站系统将得到广泛的使用。

二、按组装形式和系统规模划分

1. 单片机

单片机又称为“微控制器”(Microcontroller)和“嵌入式计算机”(Embedded computer),这是一种把构成一个微型计算机的一些功能部件集成在一块芯片之中的计算机,这些功能部件包括 μp 、RAM、ROM、I/O接口电路、定时器/计数器等,甚至还包括A/D(模拟/数字)转换器和D/A(数字/模拟)转换器。单片机的体积小、功耗低,在智能化仪器仪表以及控制领域应用极广。

2. 单板机

将 μp 、RAM、ROM以及一些I/O接口电路,加上相应的外设(小键盘、发光二极管显示器、以及监控程序等)安装在一块印刷电路板上,构成的一种计算机系统,如TP-801机(以Z80为CPU)、TP-86机(以Intel 80386为CPU)等,可广泛应用于生产过程的实时控制以及教学实验。

3. 个人计算机(Personal Computer)

按中国计算机学会主编的《英汉计算机辞典》的解释,所谓“个人计算机”是指“由微处理器

芯片装成的、便于搬动而且不需要维护的计算机系统。这种计算机的价格很低,可供个人或家庭使用。通常分为:家用计算机、业余爱好者计算机和商用计算机等”。

最早的个人计算机是由美国MITS公司在1975年研制的Altair8080,这是市售的第一台个人计算机。

1976年创办的Apple公司在个人计算机发展史中起着不可磨灭的作用,Apple公司从1977年推出Apple II以后,在美国以至世界微机市场上占有极大的市场,现在是专营个人计算机的公司,Apple公司的成功,使一些以前专营中小型机、大型机的公司,也开始个人计算机的研制。

1981年8月,世界上最大的计算机公司美国IBM (International Business Machine Corp.)推出了IBM-PC个人计算机,这是以准16位 μ p Intel 8088为CPU的第二代个人计算机,1983年又推出了扩充型的IBM PC/XT,1984年继续推出增强型的IBM PC/AT机,这是以真正的16位 μ p30286为CPU的真正的16位个人计算机。1987年4月又推出了PC系列的第二代个人计算机IBM PS/2。

由于IBM-PC系列机的技术先进,在当今的世界微型机市场上处于主流地位,同时各国的微机制造厂商又竞相推出与IBM-PC系列机相兼容的“PC兼容机”,更加速了个人计算机在世界各地的普及和应用,也为微型计算机在90年代成为计算机市场的主流产品奠定了基础。

个人计算机在商业、家用、科学和教学等领域都得到广泛的应用。

4. 工程工作站

微机工程工作站EWS(Engineering Work Station)是80年代出现的新机种,由于EWS具有性能优越、价格便宜、应用范围广、使用方便等优点。因而自1980年第一台EWS推出以来,十年间得到迅猛的发展、长足的进步。

按最近的观点来看,EWS是指具有5M的计算机系统,其应用范围除原始含义的主要是用于科学计算和CAD/CAE外,在商业领域和管理信息系统领域同样得到广泛的应用。所谓5M是指:①工作速度为1MIPS(目前已要求不低于10MIPS),②内存容量为1MB(目前内存最小要求8KB),③图形显示分辨率为1M个像素(1024×1024),④浮点运算速度为1MFLOPS,⑤图形处理速度为1MVectors/s(每秒1兆个向量)。

EWS是一种微型化的功能强大的计算机,它综合了微型机和大型机的优点,具有速度快、内存大、易联网,适于进行复杂的科学计算等特点。又像微型机一样,具有独立处理、小巧灵活、轻便、价廉等优点。它是由高性能主机(包括高速处理器和大容量内存)、高分辨率显示器、快速的I/O设备以及其他必要的仪器设备组合而成,置于终端台上,并可通过局部网络连接起来。它本身可作为一台计算机使用,能完成工程业务,技术业务和管理业务,并能作为一个工作站加入到网络里。

EWS特别适用于工程上的设计、计算、计划、模拟、分析、办公室自动化(OA)业务、常规或非常规的数据处理、文件的形成、机器的检测、A/D和D/A转换、实验数据处理,以及CAD/CAM/CAE等方面的应用,所以被称为“工程工作站。”

第二章 Intel 8086/8088微处理器

iAPX86/88系列是Intel公司生产的16位微处理器系列,它以16位微处理器8086和准16位微处理器8088为基础,加上各种支持芯片,以及一些提升系统功能的协处理器等组成。常见的iAPX86/88系列的组成如表2-1所示。

表2-1 iAPX86/88的组成

器件					器件				
系列	8086	8087	8089	80130	系列	8088	8087	8089	80130
iAPX86/10	1				iAPX88/10	1			
iAPX86/11	1		1		iAPX88/11	1		1	
iAPX86/20	1	1			iAPX88/20	1	1		
iAPX86/21	1	1	1		iAPX88/21	1	1	1	
iAPX86/30	1			1	iAPX88/30	1			1

表中8087是数值数据协处理器NDP (Numeric Data Processor),专门用于处理数值数据运算;8089是输入/输出协处理器IOP(Input/Output Processor),专门用于负责对各种 I/O外设的管理;而80130是操作系统固件OSF(Operating System Firmware),是为给iAPX86/10、iAPX88/10提供操作系统(对多任务环境进行管理)而专门设计的。

§ 2-1 8086/8088微处理器的内部结构

一、执行部件(EU)和总线接口部件(BIU)

微处理器执行一段程序通常是通过重复地执行四个步骤来完成的,这就是,①从内存中取出一条指令,②读出一个操作数(如果指令需要操作数的话),③执行指令,④写入结果(如果指令需要)。

从体系结构上看,8086/8088微处理器内部可分为两个独立的功能部件:执行部件EU (Execution Unit)和总线接口部件BIU(Bus Interface Unit),这两个功能部件中,EU负责执行指令,BIU负责取指令、读出操作数和写入结果。由于这两个部件能相互独立地工作,并在大多数情况下,能使大部分取指令和执行指令重叠进行,这样就会大大减少等待取指令所需的时间,提高了CPU的利用率和整个系统的执行速度。

(一) 总线接口部件BIU

总线接口部件由段寄存器、指令指针、地址形成逻辑、总线控制逻辑和指令队列等组成。BIU负责从内存指定区域取出指令送到指令队列中排队;执行指令时所需要的操作数(内存操作数和I/O操作数)也由BIU从相应的内存区域或I/O端口取出,传送给执行部件EU。

总之BIU和外部总线连接为EU完成所有的总线操作。

(二) 执行部件 EU

执行部件由通用寄存器、标志寄存器、运算器(ALU)、EU控制系统等组成。EU从BIU的指令队列中获得指令,然后执行该指令,完成指令所规定的操作。EU用来对寄存器内容和指令操作数进行算术及逻辑运算,以及进行内存有效地址的计算。EU负责全部指令的执行,向BIU提供数据和所需访问的内存或I/O端口的地址,并对通用寄存器、指令操作数和标志寄存器进行管理。

(三) 8086与8088的区别

8086与8088的EU是一样的。8086的BIU含有16位数据总线和6字节的指令队列(见图2-1),而8088的BIU含有8位数据总线和4字节的指令队列。

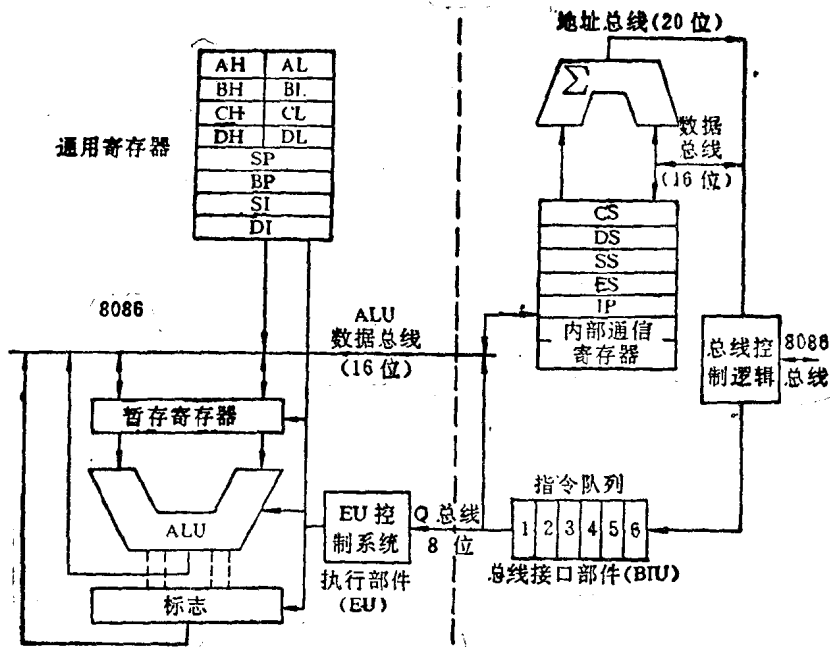


图2-1 8086基本框图

二、寄存器结构

对8086/8088的程序员而言,掌握其寄存器结构是至关重要的。8086/8088CPU中可供程序员使用的有14个16位寄存器,如图2-2所示。

(一) 通用寄存器

8086/8088CPU有8个16位通用寄存器,这8个16位寄存器又可分为两组:

1. 数据寄存器

4个数据寄存器包括累加器AX、基址寄存器BX、计数寄存器CX,以及数据寄存器DX。数据寄存器的特点是这4个16位寄存器可分为高8位(AH、BH、CH和DH)和低8位(AL、BL、CL和DL),此两组8位寄存器能分别寻址,这样,可以将数据寄存器当作一个16位寄存器,也可用作两个8位寄存器。

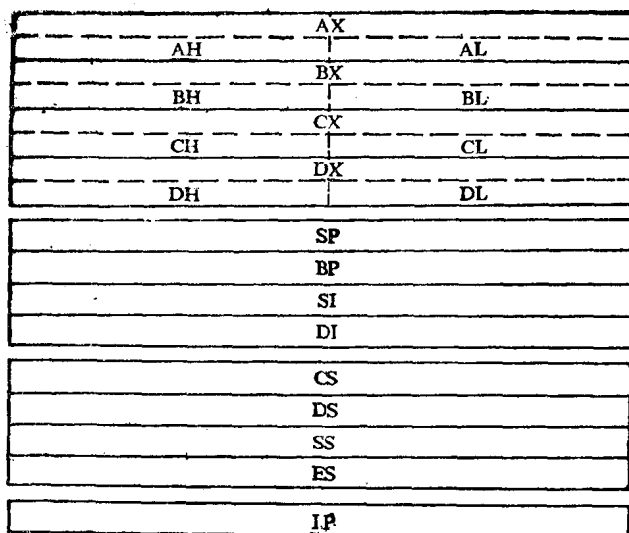


图2-2 8086/8088的内部寄存器

数据寄存器可以用来存放8位或16位二进制操作数,这些操作数可以是参加操作的数据、操作的中间结果,也可以是操作数据的地址。大多数算术和逻辑运算指令可以使用这些数据寄存器。

2. 指针和变址寄存器

另外4个通用寄存器是堆栈指针SP、基址指针BP、源变址寄存器SI,以及目的变址寄存器DI。这4个16位寄存器只能按16位进行存取操作,主要用来形成操作数的地址,用于堆栈操作和变址运算中计算操作数和有效地址。其中SP,BP用于堆栈操作,SP用来确定堆栈在内存中的地址,BP用来存放在现行堆栈段的一个数据区的“基址”。SI,DI用于变址操作,存放变址地址。这4个寄存器也可用作数据寄存器。

在8086/8088的指令系统中,在许多情况下,一条指令只能用一个特定的寄存器或寄存器组来完成其功能,对某些完成特定操作的8086/8088指令,上述通用寄存器具有一些隐含用法,如表2-2所示。

(二) 指令指针 IP(Instruction Pointer)

这是一个16位专用寄存器,IP指向当前需要取出的指令字节,当BIU从内存中取出一个指令字节后,IP自动加1,指向下一字节。IP指向的是指令地址的段内地址偏移量,又称偏移地址或有效地址。

表2-2 通用寄存器的隐含用法

寄存器	操 作
AX	在字乘/字除指令中用作累加器 在I/O操作时作为数据寄存器
AL	在字节乘、字节除指令中用作累加器 字节I/O操作时作为数据寄存器 BCD、ASCII码数据运算时作累加器 在XLAT指令中作累加器
AH	字节乘、字节除 在LAHF指令中作目的寄存器

寄存器	操 作
BX	间接寻址时,作为地址寄存器和基址寄存器 在XLAT指令中作为基址寄存器
CX	串操作时的循环次数计数器 循环操作时的循环次数计数器
CL	在循环和移位操作时的移位次数和循环次数的计数寄存器
DX	字乘、字除指令中作辅助寄存器 I/O指令间接寻址时作为寄存器
SR	堆栈指针
SI	间接寻址时的地址寄存器和变址寄存器 串操作时的源变址寄存器
DI	间接寻址时的地址寄存器和变址寄存器 串操作时的目的变址寄存器

程序员不能对IP进行存取操作,程序中的转移指令,返回指令以及中断处理能对IP进行操作。

(三) 标志寄存器FR(Flag Register)

8086/8088有一个16位的标志寄存器FR,如图2-3所示。



图2-3 8086/8088的标志寄存器

在16位的标志寄存器FR中有6个状态位,3个控制位,简述如下:

1. 状态位

(1) 进位标志 CF

反映算术运算后,最高位(字节操作为 D_7 ,字操作为 D_{15})出现进位(或借位)的情况,有则置“1”。CF主要用于数的加、减法运算,移位及循环指令也会改变CF值。

(2) 奇偶标志 PF

反映操作结果中“1”的个数的情况,若为偶数,PF置“1”。主要在数据通信中用来检查数据传送有无出错。

(3) 辅助进位标志 AF

反映一个8位量(16位量的低位字节)的低4位向高4位有无进位(或借位)的情况,有则置“1”。AF用于十进制算术运算指令。

(4) 零标志 ZF

反映运算结果是否为零的情况,结果为零,ZF置为“1”。

(5) 符号标志 SF

反映运算结果的符号情况,若结果为负数,SF置为“1”。SF的取值与运算结果最高位(字节操作为 D_7 ,字操作为 D_{15})一致。

(6) 溢出标志 OF

反映带符号数(二进制补码表示)运算结果是否超过机器所能表示的数值范围的情况,对字节运算为 $-128 \sim +127$,对字运算为 $-32768 \sim +32767$ 。若超过上述范围称为“溢出”,OF