

21 世纪高等院校计算机专业规划教材

# 微机系统原理与接口技术

主编 李相伟  
编著 梁成升 吕月娥  
主审 李桂芬

图书在版编目(CIP)数据

微机系统原理与接口技术 /李相伟主编. —北京 :国防工业出版社, 2005. 1

ISBN 7-118-03591-2

I. 微... II. 李... III. ①微型计算机—理论②微型计算机—接口 IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 131447 号

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

\*

开本 787×1092 1/16 印张 20 $\frac{3}{4}$  477 千字

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月北京第 1 次印刷

印数 :1—4000 册 定价 32.00 元

---

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

# 目 录

第 1 章 微处理器及微机的基本结构 .....	1
1.1 微型计算机系统概述 .....	1
1.1.1 微机系统的组成 .....	1
1.1.2 微机系统的性能指标 .....	3
1.1.3 微型计算机的发展 .....	5
1.2 微处理器 .....	5
1.2.1 8088/8086 微处理器的结构 .....	6
1.2.2 8088/8086 微处理器的基本时序 .....	15
1.2.3 从 8086 到 Pentium .....	20
1.3 PC 系列微型计算机基本结构 .....	25
1.3.1 PC/XT 机的基本结构 .....	26
1.3.2 80386/80486 微机的基本结构 .....	27
1.3.3 现代微机的基本结构 .....	28
1.4 主板芯片组 .....	31
1.4.1 主板芯片组概述 .....	31
1.4.2 Intel i875P 芯片组 .....	32
1.4.3 Intel 最新芯片组——Intel 925X、Intel 915G/P .....	34
第 2 章 汇编语言程序设计 .....	37
2.1 IBM PC 机的寻址方式 .....	37
2.2 8086/8088 处理器的指令系统 .....	38
2.2.1 数据传送指令 .....	39
2.2.2 算术运算指令 .....	41
2.2.3 逻辑与移位指令 .....	44
2.2.4 串处理指令 .....	46
2.2.5 控制转移指令 .....	49
2.2.6 处理机控制指令 .....	51
2.3 汇编语言程序的上机过程 .....	52
2.3.1 建立汇编语言的工作环境 .....	52
2.3.2 汇编语言程序的建立、汇编、连接和调试步骤 .....	52
2.4 MASM 汇编语言 .....	52
2.4.1 汇编语句格式 .....	52
2.4.2 表达式 .....	53

2.4.3	伪指令 .....	54
2.4.4	完整汇编程序的编程框架 .....	57
2.4.5	常用 DOS 系统功能调用和 BIOS 功能调用 .....	58
2.5	汇编程序设计 .....	60
2.5.1	顺序程序设计 .....	61
2.5.2	分支程序设计 .....	61
2.5.3	循环程序设计 .....	66
2.5.4	子程序设计 .....	69
2.6	汇编语言和 C/C++ 语言混合编程 .....	74
2.6.1	在 C/C++ 语言中使用汇编语言 .....	74
2.6.2	在 C/C++ 中利用中断访问 BIOS 例行程序 .....	76
2.6.3	利用 C/C++ 库函数调用 DOS 例行程序 .....	77
第 3 章	输入/输出与接口技术 .....	80
3.1	输入/输出概述 .....	80
3.1.1	I/O 设备与 I/O 接口 .....	80
3.1.2	I/O 接口的功能 .....	81
3.1.3	I/O 接口的组成 .....	82
3.1.4	I/O 端口的编址方式 .....	83
3.2	I/O 端口地址译码与读写技术 .....	84
3.2.1	I/O 端口地址译码 .....	84
3.2.2	I/O 端口的读写控制技术 .....	90
3.3	输入/输出数据的传输控制方式 .....	91
3.3.1	程序控制方式 .....	91
3.3.2	中断传送方式 .....	94
3.3.3	直接存储器存取方式 .....	95
3.3.4	专用 I/O 处理机方式 .....	95
3.4	简单输入/输出接口芯片的应用举例 .....	96
第 4 章	半导体存储器及其接口 .....	99
4.1	半导体存储器的基本知识 .....	99
4.1.1	半导体存储器的特点及分类 .....	99
4.1.2	半导体存储器的主要技术指标 .....	100
4.1.3	半导体存储器基本结构和典型芯片 .....	101
4.2	半导体存储器接口基本技术 .....	105
4.2.1	存储器接口中应考虑的几个问题 .....	105
4.2.2	存储器与系统总线的连接 .....	106
4.2.3	存储器片选控制的地址译码方法 .....	107
4.3	8088 CPU 与存储器的接口 .....	109
4.3.1	EPROM、SRAM 与 8088 CPU 的接口 .....	109
4.3.2	DRAM 与 8088 CPU 的接口 .....	110

4.3.3	与快闪存储器接口 .....	113
4.4	16 位微机系统中内存储器接口 .....	113
4.4.1	16 位微机系统中内存储器组成 .....	113
4.4.2	8086 的存储器访问操作 .....	114
4.4.3	16 位微机系统中存储器接口 .....	114
4.5	高速缓冲存储器接口 .....	118
4.5.1	地址映像方式 .....	119
4.5.2	地址索引机构 .....	120
4.5.3	置换控制策略 .....	120
4.6	X86 架构下的内存 ( DRAM ) .....	120
4.6.1	30pin/72pin 单列直插内存条(SIMM).....	121
4.6.2	168pin 双列直插内存条(DIMM) .....	121
4.6.3	184pin Rambus 内存条(RIMM) .....	121
4.6.4	DRAM 产品的种类 .....	121
第 5 章	DMA 技术 .....	124
5.1	概述 .....	124
5.1.1	DMA 传送的特点 .....	124
5.1.2	DMA 传送过程 .....	124
5.1.3	DMA 传送方式 .....	125
5.2	DMA 控制器 .....	126
5.2.1	DMA 控制器在系统中的两种工作状态 .....	126
5.2.2	82C37A 的内部结构和引脚功能说明 .....	127
5.2.3	82C37A 的内部寄存器 .....	129
5.2.4	82C37A DMA 控制器的端口地址 .....	133
5.2.5	软命令 .....	134
5.2.6	DMA 控制器的工作时序 .....	135
5.3	MA 编程和应用举例 .....	136
5.3.1	初始化编程应注意的事项 .....	136
5.3.2	82C37A 的初始化编程步骤 .....	137
5.3.3	82C37A 的应用举例 .....	137
第 6 章	中断技术 .....	140
6.1	概述 .....	140
6.1.1	中断概念 .....	140
6.1.2	现代微机的中断类型 .....	140
6.1.3	现代微机中的中断处理 .....	142
6.1.4	中断向量的设置 .....	143
6.2	可编程中断控制器 Intel 8259A .....	145
6.2.1	8259A 的外部引脚和内部结构 .....	145
6.2.2	8259A 的初始化编程 .....	148

6.2.3	8259A 在微机系统中的应用 .....	152
6.3	PCI 中断 .....	155
6.3.1	现代微机中的 PCI 中断 .....	155
6.3.2	PCI 中断响应周期 .....	156
6.3.3	PCI 中断的共享 .....	156
6.4	串行中断 .....	157
第 7 章	定时/计数技术 .....	160
7.1	基本概念 .....	160
7.1.1	定时与计数 .....	160
7.1.2	定时方法 .....	160
7.2	可编程定时器/计数器 8253/8254 .....	161
7.2.1	8254-2 的基本功能 .....	161
7.2.2	8254-2 的内部结构和外部引脚 .....	161
7.2.3	8254-2 的工作方式 .....	165
7.2.4	8254-2 的控制字 .....	169
7.2.5	8254-2 的编程 .....	170
7.2.6	8254 的应用举例 .....	171
7.3	PC 机中 8254 计数器 0 的应用 .....	173
7.3.1	计数器 0——日时钟 .....	174
7.3.2	日时钟中断的应用 .....	174
7.4	实时钟电路工作原理及其应用 .....	176
7.4.1	MC146818 的外特性及工作原理 .....	177
7.4.2	实时钟中断电路的中断功能 .....	179
7.4.3	实时钟中断处理的任务 .....	180
7.4.4	周期中断及应用 .....	180
7.4.5	报警中断及应用 .....	183
7.4.6	实时钟与日时钟的关系 .....	186
第 8 章	并行接口 .....	188
8.1	并行接口概述 .....	188
8.2	可编程并行接口芯片 8255A .....	189
8.2.1	8255A 内部结构和外部引脚 .....	189
8.2.2	8255A 的控制字 .....	191
8.2.3	8255A 的工作方式 .....	193
8.3	8255A 应用举例 .....	200
8.3.1	8255A 用作基本输入/输出 .....	200
8.3.2	8255A 用作 LED 显示器接口 .....	201
8.3.3	8255A 用作键盘接口 .....	207
8.3.4	8255A 用作并行打印机接口 .....	211
8.4	PC 微机的并行接口 .....	215

8.4.1	PC/XT 机打印机接口 .....	216
8.4.2	通用双向并行端口 .....	217
第 9 章	串行接口 .....	221
9.1	串行通信概述 .....	221
9.1.1	串行传送的基本概念 .....	221
9.1.2	串行通信的基本工作方式 .....	225
9.2	串行通信接口标准 .....	227
9.2.1	RS-232C 接口标准 .....	227
9.2.2	RS-422A 接口标准 .....	232
9.2.3	RS-485 接口标准 .....	232
9.3	可编程接口芯片 INS8250 .....	233
9.3.1	INS8250 外部引脚和内部结构 .....	233
9.3.2	采用 INS8250 的异步通信适配器硬件逻辑 .....	240
9.3.3	INS8250 的编程 .....	241
9.3.4	串行通信程序设计 .....	242
9.4	可编程通信接口 PC16550 .....	246
9.4.1	PC 16550 功能及外部引脚 .....	246
9.4.2	PC 16550 的内部寄存器及编程方法 .....	248
第 10 章	模拟接口与常用外设接口 .....	252
10.1	模拟接口概述 .....	252
10.2	D/A 转换器及其接口 .....	253
10.2.1	D/A 转换器的主要参数及连接特性 .....	253
10.2.2	典型集成 D/A 转换器芯片 .....	254
10.2.3	D/A 转换器与微机的接口 .....	256
10.3	A/D 转换器及其接口 .....	261
10.3.1	A/D 转换器的主要参数及其外部特性 .....	261
10.3.2	典型集成 A/D 转换器芯片 .....	262
10.3.3	A/D 转换器与微机的接口 .....	266
10.3.4	应用举例 .....	268
10.4	鼠标及其接口 .....	274
10.4.1	鼠标器的工作原理 .....	274
10.4.2	鼠标器接口 .....	274
10.5	PC 微机键盘及接口 .....	275
10.5.1	PC 微机键盘概述 .....	275
10.5.2	PC 标准键盘接口 .....	276
10.5.3	PC 扩展键盘接口 .....	278
10.6	CRT 显示器接口 .....	279
10.6.1	视频显示标准 .....	279
10.6.2	彩色图形适配器的结构与功能 .....	280

10.6.3	传统总线的显示卡 .....	281
10.6.4	新一代 PCI Express ×16 接口的显卡 .....	282
10.6.5	LCD (液晶显示器) 接口简介 .....	283
第 11 章	微机总线与接口标准 .....	286
11.1	总线与接口概述 .....	286
11.1.1	总线和接口标准的基本概念 .....	286
11.1.2	总线的分类 .....	287
11.1.3	总线的主要性能参数 .....	287
11.1.4	总线标准的特性 .....	288
11.1.5	总线操作和总线传送控制 .....	288
11.2	传统的微机总线 .....	290
11.2.1	ISA 总线 .....	290
11.2.2	EISA 总线 .....	294
11.3	PCI 总线 .....	294
11.3.1	PCI 总线主要特点 .....	294
11.3.2	PCI 总线信号的定义 .....	295
11.3.3	PCI 总线的系统结构 .....	296
11.4	串行总线 USB 及 IEEE1394 .....	297
11.4.1	通用串行总线 USB .....	297
11.4.2	高性能串行总线标准 IEEE1394 .....	300
11.5	AGP 视频接口技术标准 .....	303
11.5.1	AGP 的特点 .....	304
11.5.2	AGP 的工作方式 .....	304
11.6	新一代总线 PCI Express .....	305
11.6.1	PCI Express 性能特点 .....	305
11.6.2	PCI Express 体系结构 .....	306
11.6.3	PCI Express 的应用 .....	308
附录 A	常用字符的 ASCII 码表 (用十六进制表示) .....	310
附录 B	DEBUG 主要命令 .....	311
附录 C	DOS 功能调用 .....	314
附录 D	Pentium 新增指令系统 .....	319
参考文献	.....	321

# 第 1 章 微处理器及微机的基本结构

## 1.1 微型计算机系统概述

目前各种微机系统（包括单片机、单板机系统以及个人计算机系统）从硬件体系结构上来说，仍采用冯·诺依曼结构，即系统由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备 5 大部分组成。其中存储器又分为内存储器和外存储器，外存储器和输入/输出设备统称为外围设备，运算器与控制器合称为中央处理器 CPU，CPU 与内存储器合称为主机。

### 1.1.1 微机系统的组成

微机系统由硬件部分和软件部分组成，硬件部分包括主机和外部设备，软件部分包括系统软件和应用软件。

#### 1.1.1.1 微机的硬件组成

微机系统各硬件部件都有其专门的功能。

##### 1. 微处理器

微处理器（Micro processor）即中央处理器（CPU），是微机的运算和指挥控制中心，由算术逻辑部件（ALU）、累加器和通用寄存器组、程序计数器、时序和控制逻辑部件和内部总线等组成。算术逻辑部件主要完成算术运算（+、-、 $\times$ 、 $\div$  等操作）及逻辑运算（与、或、非、异或等操作）。通用寄存器组用来存放参加运算的数据、中间结果或地址。程序计数器指向要执行的下一条指令，顺序执行指令时，每取一个指令字节，程序计数器自动加 1。控制逻辑部件负责对整机的控制，包括从存储器中取指令，对指令进行译码和分析，确定指令的操作及操作数的地址，再取操作数，并执行操作，将结果送到存储器或 I/O 端口等。控制逻辑部件发出相应的控制信号和时序，送到微型计算机的其他部件，使 CPU 内部及外部协调工作。内部总线用来传送 CPU 内部的数据及控制信号。

微处理器不能构成独立工作系统，也不能独立执行程序，必须配上存储器，外部输入/输出接口构成一台微型计算机后才能工作。

##### 2. 微型计算机

微型计算机是以微处理器即 CPU 为核心，通过系统总线连接内存储器和 I/O 接口电路而构成的，如图 1-1 所示。系统总线是一个公共的信息通道。微型计算机采用了总线结构，这种结构可以使得系统内部各部件之间的相互关系变为各部件之间面向总线的单一关系。一个部件只要符合总线标准，就可以连接到采用这种总线标准的系统中，使系统功能得到扩展。存储器模块通过总线与 CPU 相连，对存储器而言，只要拥有相同的总线接口标准，就可以很方便地通过系统总线连接到 CPU 上，从而扩充微型计算机的内存量；

同样，CPU 通过 I/O 接口电路与外设相连，增加 I/O 接口电路意味着可以增加外设。因此，微型计算机采用的总线结构是一种有利于系统扩充的体系结构。

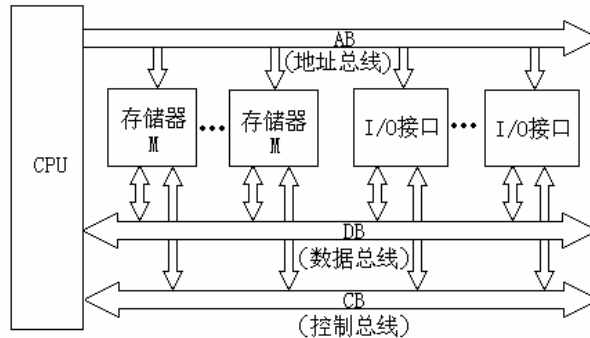


图 1-1 微型计算机的典型结构

尽管各种类型的微型计算机的总线类型和标准有所不同，但大体上都包含了 3 种不同功能的线：地址总线 AB (Address BUS)、数据总线 DB (Data BUS) 和控制总线 CB (Control BUS)。

地址总线是专门用来传送地址信息的总线。地址总线由 CPU 发送，它是单向总线。地址总线的位数决定了 CPU 可以直接寻址的内存地址范围。例如，某一微机的地址总线为 16 位，则表示该 CPU 所能寻址的最大内存容量为  $2^{16} = 64\text{KB}$ 。

数据总线用于传送数据，它是双向总线。数据可以从其他部件传送到 CPU，也可以由 CPU 传送到其他部件。数据总线的位数与 CPU 的字长相对应。和其他类型的计算机一样，在微型计算机中，数据的含义也是广义的，数据总线上传送的不仅仅是作为计算机加工对象的数据，也可以是指令代码、状态码或者控制码。

控制总线用来传输控制信号，其中包括 CPU 送往存储器或 I/O 接口电路的控制信号，如读信号、写信号等；还包括其他部件送往 CPU 的信号，如时钟信号、中断请求信号等。

CPU 通过系统总线与存储器和 I/O 接口相连，也通过系统总线对存储器或 I/O 接口进行访问。当 CPU 在地址总线上提供存储器地址，用于选择具体的存储器单元，向控制总线提供存储器读、写控制信号，确定存储器访问的性质后，就可以在数据总线上进行数据交换，完成存储器的读/写操作了。采用同样的操作序列可以完成 CPU 对 I/O 接口的访问。

微型计算机已具有运算功能，能独立执行程序，但若没有输入/输出设备，则数据及程序不能输入，运算结果无法显示或输出，仍不能正常工作，因此必须构成一个微型计算机系统才能供用户使用。

### 3. 微型计算机系统

以微型计算机为主体，配上外部输入/输出设备及系统软件就构成了微型计算机系统。图 1-2 给出了微型计算机系统的组成。输入/输出设备用来实现数据的输入和输出。常用的输入设备有键盘、鼠标和图形扫描仪等。输出设备有显示器、打印机、磁盘控制器等。没有配置软件的计算机称为裸机，它仍然什么工作也不能做，必须配置系统软件和应用软件后，才能正常工作。

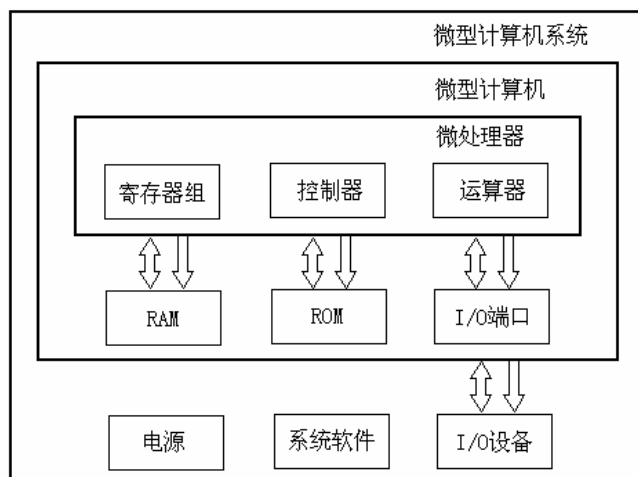


图 1-2 微型计算机系统的组成

### 1.1.1.2 微机的软件

微机的软件包括为运行、管理和维护微机而编制的各种程序的总和。它分为系统软件 and 用户软件，系统软件包括操作系统和系统应用软件。系统应用软件有汇编和编译软件、调试软件、文字处理和服务性软件以及数据库管理软件等。用户软件指用户为解决各种问题而编写的各种软件。

### 1.1.2 微机系统的性能指标

评价一个微型计算机系统的性能优劣，需要从多方面进行综合考虑，主要是要看这台计算机的数据处理能力，包括运算速度、存储容量等。此外，系统的可靠性、通用性乃至价格都是评价一台计算机系统优劣的性能指标。

#### 1.1.2.1 微处理器的性能

评价微型计算机系统的性能时，微处理器的性能起着很重要的作用。随着微处理器技术的发展，可以从多角度来评价微处理器的性能，但最基本的评价指标还是字长与运算速度。

##### 1. 字长

字长，即 CPU 中运算器一次能处理的最大数据位数，它是反映微机系统数据处理能力的重要技术指标。在一台微型计算机系统内部，微处理器的性能往往在一定程度上反映了微型计算机系统的性能，甚至有的微机型号也是用微处理器的型号来表示的，如 486 微机、586 微机等。常见的字长有 8 位、16 位、32 位和 64 位等。字长越长，说明系统的运算精度越高，数据处理能力越强。

与字长相对应，总线的宽度，特别是数据总线的宽度同样也能反映系统性能。数据总线的宽度只有与 CPU 的字长相当，才能有效发挥出 CPU 数据处理的能力。除此以外，总线的数据传输速率等技术指标也对系统总体性能评价起一定的影响。

##### 2. 运算速度

运算速度的高低是衡量计算机系统的一个重要性能指标。无论是计算机系统，还

是其核心 CPU，都是在追求高速度。主频反映了 CPU 的速度，在同一类 CPU 中，频率越高，CPU 的运算速度越快。主频的单位是 GHz，目前微机系统的主频都在 1GHz 以上。

反映微机系统运算速度的另一个单位是 MIPS，即每秒执行百万条指令数。显而易见，数值越大，计算机的速度越高。但在用 MIPS 衡量一个计算机系统的速度指标时，要注意测试 MIPS 所使用的是指令集中的哪些指令。因为不同指令的复杂程度不同，如执行一条加法指令与执行一条乘法指令所用的时间明显不同。

#### 1.1.2.2 存储器的性能

计算机的存储器系统主要分为内存储器 and 外存储器两种。无论是内存储器还是外存储器，作为一个计算机系统，都希望能够存放尽可能多的数据，能够尽可能快地得到这些数据。

##### 1. 存储容量

存储器最基本的容量单位是字节 (Byte，通常用 B 表示)。由于存储器不仅用于长期存储信息，还为 CPU 加工信息提供场所，所以存储容量的增大，对提高系统的运行速度也有很大影响。内存储器主要用于存放当前需运行的程序和加工的数据。通常衡量内存容量大小的单位是 MB。外存储器的主要作用是内存储器提供后备的程序和数据。衡量外存容量大小的单位通常是 GB。

##### 2. 存取速度

存储器的存取速度也称访问速度，它是衡量存储器性能的重要指标。在计算机运行时，存储器的存取速度直接影响到整个计算机系统的运行速度。如果微处理器的运行速度很快，但没有相对应的存储器访问速度，整个系统性能仍很难得到较好的改善。

目前，用于内存的半导体存储器芯片的存取速度大部分是几十纳秒 (ns)；在外存储器中，硬盘常用转速来衡量访问速度；光盘常用倍速来衡量访问速度，以 150MB/s 为基本速率，常有 24 倍速光驱、40 倍速光驱等。

#### 1.1.2.3 I/O 设备的性能

I/O 设备多种多样，不同的设备有不同的评价指标。对于常用外设，其性能指标有速度、分辨率和颜色深度等。

##### 1. 速度

与其他微型计算机部件一样，I/O 设备速度的快慢影响着计算机最终的使用效益。在与交互的常用外设中，大部分都能满足人的响应速度。相比较而言，打印机的响应速度较慢。对于以前常用的针式打印机，打印速度都是以每分钟打印多少字符来描述的。而目前常用的激光打印机和喷墨打印机则都习惯以用每分钟打印多少页来衡量。

##### 2. 分辨力

分辨力指标主要针对显示器、打印机、扫描仪等外围设备。对于显示器而言，分辨力是指屏幕上所显示出来的像素数目。显然，像素数目越多，分辨力越高。通常的描述是水平像素数乘垂直像素数，如 800×600、1024×768 等。对于打印机和扫描仪，常用 DPI 来描述分辨力，DPI 是指每英寸的点数，如 600DPI、800DPI 等。

##### 3. 颜色深度

颜色深度是指外部设备所能支持的颜色数。显然，支持的颜色数越多，表现的颜色

就越丰富，也就越接近真实感觉。无论显示器还是打印机，颜色深度都是以显示卡或打印机中描述颜色的位数来决定的。以 2 为底数以颜色位数为指数就能计算颜色数，如 8 位颜色的显示卡能显示  $2^8$  (256) 种颜色。

### 1.1.3 微型计算机的发展

微机的发展过程也就是微处理器的发展过程。自从 1971 年第 1 块微处理器芯片诞生以来，微处理器的性能和集成度几乎每 18 个月翻一番（著名的 Intel 公司原总裁 Moore 所说，称为摩尔定律），最近几年的速度更新更快，微处理器及微机发展情况主要归纳如下。

1971 年—1973 年：代表产品为 Intel 4004 及 4040。字长 4 位，集成度 2300 管/片，时钟频率 1MHz。

1973 年—1977 年：代表产品有 Intel 8080/85、Zilog Z80、Motorola 6800 和 Rockwell 6502。字长 8 位，地址线 16 根，集成度 1 万管/片，时钟频率 (2~4) MHz。主要微机有 APPLE II 以及 TRS-80 等。

1978 年—1980 年：代表产品有 Intel 8086/88、Motorola 68000。字长 16 位，地址线 20 根，集成度 (2~6) 万管/片，时钟频率 (4~8) MHz。主要微机有 IBM PC、IBM PC/XT 以及我国的 0520 系列等。

1981 年—1984 年：代表产品有 Intel 80286 和 Motorola 68010。字长 16 位，地址线 24 根，集成度约 13 万管/片，时钟频率 (6~20) MHz。主要微机有 IBM PC/AT 以及我国的 0530 系列等。

1985 年—1989 年：代表产品有 Intel 80386 和 Motorola 68020。字长 32 位，地址线 32 根，集成度 (15~50) 万管/片，时钟频率 (16~40) MHz。主要微机有 AST386、COMPAQ 386 以及我国的长城 386 等。

1989 年—1992 年：代表产品有 Intel 及 AMD、Cyrix 的 80486 和 IBM Power PC 601。字长 32 位，地址线 32 根，集成度 120 万管/片，时钟频率 (33~100) MHz。主要微机有 AST486、COMPAQ 486、我国的金长城以及联想 486 等。

1993 年—1994 年：代表产品有 Intel 的 Pentium (奔腾) 及 AMD、Cyrix 的 5x86 及 K5、M 系列、IBM Power PC 604 和 DEC Alpha 21064，集成度 350 万管/片，时钟频率 (50~166) MHz。主要微机的厂家有 COMPAQ、DELL、联想以及长城等。

1995 年之后，Intel 公司不断推出新品 Pentium Pro (550 万管/片)、Pentium MMX、Pentium II (750 万管/片)、Celeron (赛扬)、Celeron A、Pentium III、Celeron II、Pentium 4 (0.13 $\mu$ m、0.18 $\mu$ m 的光刻技术，1.3GHz~2.2GHz)、P4 Celeron、Xeon (内外均为 64 位，主要用于服务器)，AMD 公司也相继推出了 K6、K6-2、K6 III、Duron 毒龙、Athlon 速龙以及 Athlon XP 等。字长都是 32 位，数据通道 64 位，地址线 32 根，集成度更高，速度更快。

## 1.2 微处理器

微处理器是微型计算机的核心，本节将具体介绍具有代表性的 Intel 微处理器。

### 1.2.1 8088/8086 微处理器的结构

Intel 8086 CPU 是 16 位微处理器，有 40 个引脚。时钟频率有 3 种，8086 型微处理器为 5MHz，8086 - 2 型为 8MHz，8086 - 1 型为 10MHz。8086 CPU 有 16 根数据线和 20 根地址线，直接寻址空间为  $2^{20}B$ ，即为 1MB。8086 CPU 有一组强有力的指令系统，内部有硬件乘除指令及串处理指令，可对多种数据类型进行处理。8086 CPU 可与 8087 协处理器及 8089 输入/输出处理器构成多机系统，以提高数据处理及输入/输出能力。8088 CPU 内部结构与 8086 基本相同，但对外数据总线只有 8 条，称为准 16 位微处理器。

#### 1.2.1.1 8088/8086 微处理器的内部结构

8086 CPU 由总线接口部件 BIU 和指令执行部件 EU 组成，BIU 和 EU 的操作是并行的。总线接口部件 BIU 完成取指令，读操作数，送结果，所有与外部的操作由其完成。而指令执行部件 EU 从 BIU 的指令队列中取出指令，并且执行指令，不必访问存储器或 I/O 端口。若需要访问存储器或 I/O 端口，也是由 EU 向 BIU 发出访问所需要的地址，在 BIU 中形成物理地址，然后访问存储器或 I/O 端口，取得操作数送到 EU，或送结果到指定的内存单元或 I/O 端口。这种并行工作方式，大大提高了系统工作效率。8086 CPU 的内部结构框图如图 1-3 所示。

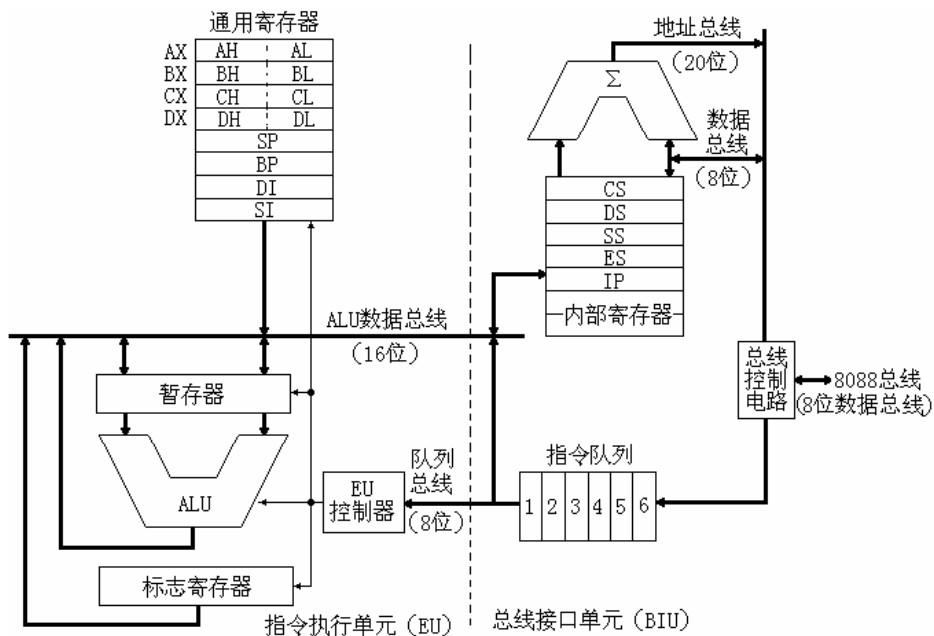


图 1-3 8086 CPU 的内部结构框图

#### 1. 总线接口部件 BIU ( Bus Interface Unit )

总线接口部件 BIU 是 8086 CPU 与外部 ( 存储器和 I/O 端口 ) 的接口，它提供了 16 位双向数据总线和 20 位地址总线，完成所有外部总线操作。具有地址形成、取指令、指令排队、读/写操作数和总线控制等功能。它由下列各部分组成。

(1) 16 位段地址寄存器 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。

(2) 16 位指令指针寄存器 IP：存放下一条要执行指令的偏移地址。

(3) 20 位物理地址加法器 将 16 位逻辑地址变换成存储器读/写所需要的 20 位物理地址，实际上完成地址加法操作。

(4) 6 字节指令队列 预放 6 字节的指令代码。

(5) 总线控制逻辑 发出总线控制信号。

## 2. 指令执行部件 EU (Execution Unit)

指令执行部件 EU 完成指令译码和执行指令的工作。它由以下几个部分组成。

(1) 算术逻辑运算单元 ALU 完成 8 位或 16 位的二进制运算，16 位暂存器可暂存参加运算的操作数。

(2) 标志寄存器 PSW 存放 ALU 运算结果特征。

(3) 寄存器组 4 个通用 16 位寄存器 AX、BX、CX、DX，其中 AX 又称累加器。4 个专用 16 位寄存器：源变址寄存器 SI、目的变址寄存器 DI、堆栈指针寄存器 SP、基址指针寄存器 BP。

(4) EU 控制器 取指令控制和时序控制部件。

### 1.2.1.2 8088/8086 微处理器的内部寄存器

寄存器结构在计算机中起了重要的作用，它的存取速度比存储器快得多，可以相当于存储单元，用来存放运算过程中所需要的操作数地址、操作数及中间结果。8086 微处理器内部包含有 4 组 16 位寄存器，它们分别是通用寄存器组、指针和变址寄存器、段寄存器、指令指针及标志位寄存器。

#### 1. 通用寄存器组

8086/8088 CPU 在指令执行部件 EU 中有 4 个 16 位通用寄存器，它们是 AX、BX、CX 和 DX，用以存放 16 位数据或地址。也可分为 8 个 8 位寄存器来使用，低 8 位是 AL、BL、CL、DL，高 8 位为 AH、BH、CH 和 DH，只能存放 8 位数据，不能存放地址。通用寄存器通用性强，对任何指令它们具有相同的功能。为了缩短指令代码的长度，在 8086 中，某些通用寄存器用作专门用途。各通用寄存器的用途如表 1-1 所示。

表 1-1 寄存器的特殊用途

寄存器名	隐含性质	特殊用途
AX, AL	不能隐含 隐含	在输入/输出指令中作数据寄存器 在乘法指令中存放被乘数或乘积，在除法指令中存放被除数或商
AH	隐含	在 LAHF 指令中，作目标寄存器
AL	隐含	在十进制运算指令中作累加器，在 XLAT 指令中作累加器
BX	不能隐含 隐含	在间接寻址中作基址寄存器 在 XLAT 指令中作基址寄存器
CX	隐含	在串操作指令和 LOOP 指令中作计数器
CL	不能隐含	在移位/循环移位指令中作移位次数寄存器

(续)

寄存器名	隐含性质	特殊用途
DX	隐含 不能隐含	在字乘法/除法指令中存放乘积高位或被除数高位或余数 在间接寻址的输入/输出指令中作地址寄存器
SI	隐含 不能隐含	在字符串运算指令中作源变址寄存器 在间接寻址中作变址寄存器
DI	隐含 不能隐含	在字符串运算指令中作目标变址寄存器 在间接寻址中作变址寄存器
BP	不能隐含	在间接寻址中作基址指针
SP	隐含	在堆栈操作中作堆栈指针

## 2. 指针和变址寄存器

BP 和 SP 寄存器称为指针寄存器，与 SS 联用，为访问现行堆栈段提供方便。通常 BP 寄存器在间接寻址中使用，操作数在堆栈段中，由 SS 段寄存器与 BP 组合形成操作数地址，即 BP 中存放现行堆栈段中一个数据区的“基址”的偏移量，所以称 BP 寄存器为基址指针。

SP 寄存器在堆栈操作中使用，PUSH 和 POP 指令是从 SP 寄存器得到现行堆栈段的段内地址偏移量，所以称 SP 寄存器为堆栈指针，SP 始终指向栈顶。

寄存器 SI 和 DI 称为变址寄存器，通常与 DS 一起使用，为访问现行数据段提供段内地址偏移量。在串指令中，其中源操作数的偏移量存放在 SI 中，目的操作数的偏移量存放在 DI 中，SI 与 DI 的作用不能互换，否则传送地址相反。在串指令中，SI、DI 均为隐含寻址，此时 SI 和 DS 联用，DI 和 ES 联用。

## 3. 段寄存器

8086/8088 CPU 可直接寻址 1MB 的存储器空间，直接寻址需要 20 位地址码，而所有内部寄存器都是 16 位的，只能直接寻址 64KB，因此采用分段技术来解决。将 1MB 的存储空间分成若干逻辑段，每段最长 64KB，这些逻辑段在整个存储空间中可浮动。8086/8088 CPU 内部设置了 4 个 16 位段寄存器，它们分别是代码段寄存器 CS、数据段寄存器 DS、堆栈段寄存器 SS、附加段寄存器 ES。由它们给出相应逻辑段的首地址，称为“段基址”。段基址与段内偏移地址组合形成 20 位物理地址，段内偏移地址可以存放在寄存器中，也可以存放在存储器中。

代码段内存放可执行的指令代码，数据段和附加段内存放操作的数据，通常操作数在现行数据段中，而在串指令中，目的操作数指明必须在现行附加段中。堆栈段开辟为程序执行中所要用的堆栈区，采用先进后出的方式访问它。各个段寄存器指明了一个规定的现行段，各段寄存器不可互换使用。程序较小时，代码段、数据段、堆栈段可放在一个段内，即包含在 64KB 之内，而当程序或数据量较大时，超过了 64KB，那么可以定义多个代码段或数据段、堆栈段、附加段。现行段由段寄存器指明段地址，使用中可以修改段寄存器内容，指向其他段。有时为了明确起见，可在指令前加上段超越的前缀字节，以指定操作数所在段。

