



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 微机原理与接口技术

(第二版)

主 编 洪永强

副主编 王一菊 颜黄苹



科学出版社

[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 微机原理与接口技术

(第二版)

主 编 洪永强

副主编 王一菊 颜黄莘

科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书从微型计算机应用需求出发,以 Intel 微处理器和 IBM-PC 系列微机为主要对象,系统阐述微机的基本组成、工作原理、接口技术及硬件连接。全书共分 13 章,主要内容包括微型计算机概述、微处理器、寻址方式与指令系统、汇编语言程序设计、输入输出接口、存储器、中断系统、计数器/定时器与 DMA 控制器、并行接口与串行接口、总线、模拟量输入/输出通道接口、人机交互设备及其接口、典型微型计算机主板及芯片。

本书可作为高等院校理工科非计算机专业的本、专科教材,也可作为研究生教材或微机应用培训教材,同时可供从事微机应用与开发的科技人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

---

微机原理与接口技术/洪永强主编. —2 版. —北京:科学出版社,2009  
(普通高等教育“十一五”国家级规划教材)  
ISBN 978-7-03-024507-6

I. 微… II. 洪… III. ①微型计算机-理论-高等学校-教材②微型计算机-接口-高等学校-教材 IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 065278 号

---

责任编辑:巴建芬 余 江 潘继敏 / 责任校对:陈玉凤  
责任印制:张克忠 / 封面设计:耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号  
邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2004 年 6 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2009 年 8 月第 二 版 印张:23 1/2

2009 年 8 月第七次印刷 字数:515 000

印数:10 501—14 000

定价:36.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

## 第二版前言

近年来,微型计算机发展迅速,其应用也日益广泛和深入,新技术层出不穷。为使本书更贴近微机系统的现实,满足教学改革深入与发展的需求,编者决定对2004年编写的《微机原理与接口技术》进行修订再版。

第二版依然遵循第一版“基础性强,适应面广,实例丰富,内容全面,结构清晰,概念准确,原理、技术与应用并重”的编写原则。第二版仍以x86微处理器和PC系列微机为背景,系统全面地阐述了微型计算机的基本原理与接口技术,在保留第一版经典内容的基础上,做了一些更新。

与第一版相比,第二版主要在以下方面做了调整:

(1) 删除了部分内容。删除的内容有些是由于篇幅所限,有些是已经过时了。如微型计算机的发展概况、微型计算机的应用、高档微处理器、CRT显示器及其接口等内容均删除。

(2) 增加了一些新的章节和新的内容。如增加了微型计算机的运算基础、微处理器发展概述、汇编语言与C语言的接口、高速总线、16位D/A和A/D转换器、液晶显示器及其接口、网络接入设备、典型微型计算机主板及芯片等内容。

(3) 适当调整了一些章节的结构,调整和增加了一些例题,以提高教材的可读性;并对课后习题进行了调整和补充,便于读者学习。

(4) 配套电子教案,新编了与本书配套的习题解答与实验指导书。

全书共分13章,其中第1、3、4、7章和附录由王一菊编写,杨嘉、黄文森参加了第3、4章的编写,第2、5、6、8、9章由洪永强编写,李恒庭参加了第2、6章的编写,第10~13章由颜黄苹编写,薛文东参加了第13章的编写。洪永强担任主编,并负责大纲拟定、组织编写及全书的统稿。

在第二版的修订过程中,栾婷、郑浩哲、孟超、郑丹等同志均为本书的插图绘制、校对付出了辛勤的劳动,在此一并表示感谢。由于第二版是在第一版的基础上修订的,在此对参加第一版编写的所有人员表示感谢。科学出版社的编辑提供了大力的支持和帮助,在此一并致以衷心的感谢。

本书在修订的过程中,听取了许多授课老师与广大读者的意见,在此谨致谢意!

本书是编者总结多年从事微型计算机教学科研工作的体会,并参考了国内外大量文献资料编写而成,在此特向有关作者表示感谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中错误和不当之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

2008年12月15日

## 第一版前言

“微机原理与接口技术”是高等院校理工科非计算机专业学生必修的一门计算机基础教育课程,是提高学生微型计算机(简称微机)应用与开发能力的重要课程。为了适应微型计算机技术的飞速发展和教学改革的需要,作者总结多年从事微型计算机教学科研工作的体会,并对有关微型计算机技术的大量资料进行综合和提炼编写了本教材。

本书包括微机原理、汇编语言和接口技术三部分,从微机应用需求出发,以 IBM-PC 微型计算机为主要对象,从理论和实践上系统、全面、深入地阐述了微机的基本组成、工作原理、接口技术及硬件连接,把微机系统软件技术和硬件技术有机地结合起来。微机原理部分以 Intel 8086 微处理器为基础,系统地介绍 16 位微型计算机的基本结构、工作原理,同时对 80x86、Pentium 等 32 位微处理器的关键技术作了详细介绍;汇编语言部分以介绍 8086 指令系统为基础,扼要介绍 80x86、Pentium 扩充和增加的指令,汇编语言程序设计着重介绍基本方法和技巧,并在后续章节中应用和深化;接口技术部分详细阐述存储器接口、中断技术、计数/定时技术、DMA 技术、并行接口、串行接口、总线技术、模拟通道接口、人机交互设备的原理和接口等。

本书基础性强,适应面广,实例丰富,内容全面,结构清晰,概念准确,原理、技术与应用并重。既便于课堂讲授,也便于自学。本书在内容组织与安排、理论性、实用性和先进性等方面颇具特色。

本书具有如下特点:

1) 内容精练。本书以 Intel 微处理器和 IBM-PC 系列微机为主要对象,重点突出,内容全面。如微机原理和汇编语言以 8086 CPU 为重点,在此基础上逐步扩大到 80386 和 Pentium。内容上引入了闪存、高速缓存、PCI 总线、扫描仪等新技术。

2) 联系实际。从应用的需求出发,在讲清基本原理的基础上,加强分析和设计能力的训练与培养。书中引入大量的应用实例,体现软硬件分析与设计的基本方法和技巧,具有较强的实用性和较高的参考价值。

3) 可读性强。每章有引言、有习题;内容安排上注意由浅入深、难点分散、易于理解,如接口部分主要围绕通用接口芯片进行阐述,形成结构、命令、编程、应用紧密联系的体系,便于学习、理解和应用。

本书可作为高等院校理工科非计算机专业的本科生教材,也可作为研究生教材或微机应用培训教材,同时可供从事微机应用与开发的科技人员参考。

在本书编写过程中,蒋红霞、王剑、刘林斌等同志承担了大部分书稿的录入和插图的

绘制工作,杨炜、林华星、肖丹玉、兰图等对本书的出版做了大量的工作,在此一并致以衷心的感谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中错误和不当之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

2003年10月8日

# 目 录

## 第二版前言

## 第一版前言

<b>第 1 章 微型计算机概述</b> .....	1
1.1 微型计算机的基本结构 .....	1
1.2 微型计算机系统 .....	4
1.3 微型计算机的运算基础 .....	8
习题 1 .....	14
<b>第 2 章 微处理器</b> .....	16
2.1 8086 微处理器的结构 .....	16
2.2 8086 的系统组成和总线时序 .....	26
2.3 微处理器发展及其新技术 .....	36
习题 2 .....	43
<b>第 3 章 寻址方式与指令系统</b> .....	45
3.1 指令格式与寻址方式 .....	45
3.2 8086 指令系统 .....	49
3.3 80x86 与 Pentium 扩充和增加的指令 .....	71
习题 3 .....	78
<b>第 4 章 汇编语言程序设计</b> .....	81
4.1 汇编语言程序格式 .....	81
4.2 汇编语言的数据与表达式 .....	83
4.3 伪指令 .....	88
4.4 宏命令伪指令 .....	96
4.5 程序设计 .....	98
4.6 汇编语言与 C 语言的接口 .....	110
习题 4 .....	112
<b>第 5 章 输入输出接口</b> .....	115
5.1 微机接口与接口技术 .....	115
5.2 I/O 端口及其编址方式 .....	118
5.3 端口地址译码 .....	121
5.4 CPU 与外设之间的数据传送方式 .....	124
习题 5 .....	128
<b>第 6 章 存储器</b> .....	130
6.1 半导体存储器的分类和性能特点 .....	130
6.2 随机存取存储器 .....	133

6.3	只读存储器 .....	140
6.4	半导体存储器接口技术 .....	145
6.5	高速缓冲存储器 .....	151
6.6	虚拟存储器 .....	155
	习题 6 .....	159
<b>第 7 章</b>	<b>中断系统</b> .....	<b>160</b>
7.1	中断的基本概念 .....	160
7.2	8086 的中断系统 .....	163
7.3	可编程中断控制器 8259A .....	169
7.4	中断调用 .....	179
	习题 7 .....	182
<b>第 8 章</b>	<b>计数器/定时器与 DMA 控制器</b> .....	<b>185</b>
8.1	计数器/定时器的工作原理 .....	185
8.2	可编程计数器/定时器 8253 .....	187
8.3	DMA 传送的基本原理 .....	197
8.4	DMA 控制器 8237A .....	199
	习题 8 .....	210
<b>第 9 章</b>	<b>并行接口与串行接口</b> .....	<b>212</b>
9.1	并行接口概述 .....	212
9.2	可编程并行接口 8255A .....	213
9.3	串行通信的基本概念 .....	221
9.4	可编程串行接口 8251A .....	225
	习题 9 .....	235
<b>第 10 章</b>	<b>总线</b> .....	<b>237</b>
10.1	总线的概念 .....	237
10.2	系统总线 .....	241
10.3	PCI 局部总线与高速总线 .....	245
10.4	外部总线 .....	254
	习题 10 .....	265
<b>第 11 章</b>	<b>模拟量输入/输出通道接口</b> .....	<b>267</b>
11.1	模拟量输入/输出通道的组成 .....	267
11.2	D/A 转换及其接口 .....	269
11.3	A/D 转换及其接口 .....	278
	习题 11 .....	289
<b>第 12 章</b>	<b>人机交互设备及其接口</b> .....	<b>291</b>
12.1	键盘及其接口 .....	291
12.2	鼠标器及其接口 .....	296
12.3	液晶显示器及其接口 .....	299
12.4	打印机及其接口 .....	304



12.5 网络接入设备 .....	309
12.6 其他人机交互技术 .....	316
习题 12 .....	322
<b>第 13 章 典型微型计算机主板及芯片 .....</b>	<b>323</b>
13.1 微型计算机主板 .....	323
13.2 主板控制芯片组 .....	329
13.3 主板典型芯片 .....	335
13.4 微型计算机主板接口 .....	339
习题 13 .....	345
<b>参考文献 .....</b>	<b>346</b>
<b>附录 1 ASCII 码字符表 .....</b>	<b>348</b>
<b>附录 2 8086 指令系统表 .....</b>	<b>349</b>
<b>附录 3 DEBUG 主要指令 .....</b>	<b>356</b>
<b>附录 4 DOS 功能调用 .....</b>	<b>357</b>
<b>附录 5 BIOS 功能调用 .....</b>	<b>363</b>

# 第 1 章 微型计算机概述

计算机技术是 20 世纪发展最为迅速、普及程度最高、应用最为广泛的科学技术之一。自 1946 年世界上第一台计算机在美国诞生至今,经过 60 多年的发展,计算机已经渗透到国民经济和社会生活的各个领域,极大地改变着人们的工作方式和生活方式,并转化为推动社会前进的巨大生产力。微机原理与接口技术是学习和使用微型计算机的基础。

本章介绍微型计算机的基本结构、微型计算机系统的组成和主要性能指标、典型微型计算机的组成结构以及计算机中的数据表示与编码等。

## 1.1 微型计算机的基本结构

### 1.1.1 微型计算机的结构特点

目前的各种微型计算机,无论是简单的单片机、单板机,还是较复杂的个人计算机(PC),以至超级微机,从硬件体系结构来看,采用的基本上是计算机的经典结构——冯·诺依曼结构。这种结构的特点是:

- 1) 由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大部分组成。
- 2) 数据和程序以二进制代码形式不加区别地存放在存储器中,存放位置由地址指定,地址码也为二进制。
- 3) 控制器是根据存放在存储器中的指令序列即程序来工作的,并由一个程序计数器(即指令地址计数器)控制指令的执行。控制器具有判断能力,能以计算结果为基础,选择不同的动作流程。

由此可见,任何一个微型计算机系统都是由硬件和软件两大部分组成的。而其中硬件又由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五部分组成。图 1-1 给出了具有这种结构特点的微型计算机典型硬件组成框图。

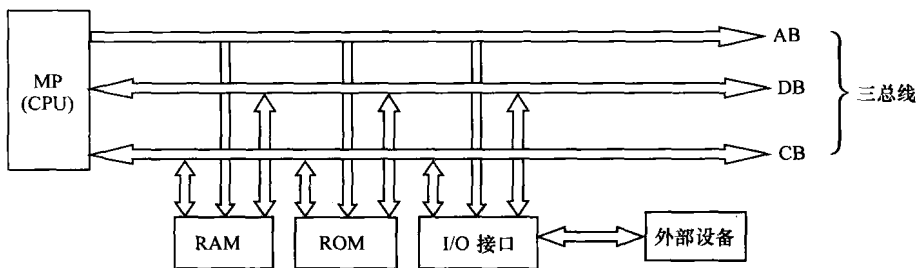


图 1-1 微型计算机结构框图

图 1-1 中微处理器(micro processor, MP(CPU))包含了上述的运算器和控制器; RAM 和 ROM 为存储器; I/O 接口及外部设备是输入、输出设备的总称。各组成部分之间通过地址总线 AB、数据总线 DB、控制总线 CB 联系在一起。

有时也将微型计算机的这种系统结构称为三总线结构,简称总线结构。采用总线结构,可使微型计算机的系统构造比较方便,并且具有更大的灵活性和更好的可扩展性、可维修性。

### 1.1.2 微处理器

微处理器也称作中央处理单元(central processing unit, CPU),是微型计算机的核心,是指由一片或几片大规模集成电路组成的具有运算和控制功能的中央处理单元。

尽管各种 CPU 的性能指标不相同,但是也有共同的特点:

首先,CPU 一般都具备下列功能:可以进行算术和逻辑运算;能对指令进行译码并执行规定的动作;可暂存少量数据;提供整个系统所需要的定时和控制;能和存储器、外设交换数据;可以响应其他部件发来的中断请求。

其次,CPU 在内部结构上包含下面这些部分:算术逻辑部件(ALU);累加器和通用寄存器组;程序计数器(指令指针)、指令寄存器和指令译码器;时序和控制部件。

算术逻辑部件是专门用来处理各种数据信息的,它可以进行加、减、乘、除等算术运算和与、或、非、异或等逻辑运算。比较低档的 CPU 不能进行乘、除运算,在这种情况下,可以用程序来实现。

累加器和通用寄存器组用来保存参加运算的数据以及运算的中间结果,也用来存放地址。累加器也是寄存器,不过,它有特殊性,即许多指令的执行过程以累加器为中心。往往在运算指令执行前,累加器中存放一个操作数,指令执行后,由累加器保存运算结果。此外,输入/输出指令一般也通过累加器来完成。

程序计数器指向下一条要取出的指令。由于程序一般存放在内存的一个连续区域,所以,顺序执行程序时,每取一个指令字节,程序计数器便自动加 1。指令寄存器存放从存储器中取出的指令码。指令译码器则对指令码进行译码和分析,从而确定指令的操作,并确定操作数的地址,再得到操作数,以完成指定的操作。指令译码器对指令进行译码时,产生相应的控制信号送到时序和控制逻辑电路,组合成外部电路所需要的时序和控制信号。这些信号送到微型计算机的相应部件,以控制这些部件协调工作。

实际上,微处理器一方面通过对指令的译码,由 CPU 内部产生相应的控制信号,送到存储器、输入/输出接口电路和其他部件;另一方面微型计算机系统的其他部件也会在它们需要的时候向 CPU 发出各种请求信号,如中断请求、总线请求等。如此,协调完成各项任务。

### 1.1.3 内存储器

内存储器又叫内存或主存,是微型计算机的存储和记忆部件,用以存放数据(包括原始数据、中间结果和最终结果)和程序。微机的内存采用半导体存储器。

#### 1. 内存单元的地址和内容

内存中存放的数据和程序,从形式上看都是二进制数。内存是由一个个内存单元组成的,每一个内存单元中一般存放一个字节(8 位)的二进制信息。内存单元的总数目叫内存容量。

在存储器中,每个存储单元都有一个地址,每个单元中可存放一个字节。任何相邻的字节单元可以存放一个字,一个字占用的 2 个地址中较小的那个地址作为该字的地址,并且较高存储器地址的字节是该字节的高 8 位,较低存储器地址的字节是该字节的低 8 位。

如用 X 表示某存储单元的地址,则 X 单元的内容用(X)表示。假如 X 单元中存放着 Y,则 (X) = Y。而 Y 又是一个地址,则可用 (Y) = ((X))来表示 Y 单元的内容。图 1-2 给出了这两个概念的示意图。

地址	内容
00000H	10110010
00001H	11000111
00002H	00001100
⋮	⋮
F0000H	00111110
⋮	⋮
FFFFFFH	00000000

图 1-2 内存单元的地址和内容

## 2. 内存操作

CPU 对内存的操作有读、写两种。读操作是 CPU 将内存单元的内容读入 CPU 内部,而写操作是 CPU 将其内部信息传送到内存单元中保存起来。显然,写操作的结果改变了被写单元的内容,而读操作则不改变被读单元中原有的内容。

## 3. 内存分类

按工作方式不同,内存可分为两大类:随机存取存储器(random access memory, RAM)和只读存储器(read only memory, ROM)。

RAM 可以被 CPU 随机地读和写,所以又称为读写存储器。这种存储器用于存放用户装入的程序、数据及部分系统信息。当机器断电后,所存信息消失。

ROM 中的信息只能被 CPU 随机读取,而不能由 CPU 任意写入。机器断电,信息并不丢失。所以,这种存储器主要用来存放各种程序,如汇编程序、各种高级语言解释或编译程序、监控程序、基本 I/O 程序等标准子程序以及存放各种常用数据和表格等。ROM 中的内容是由生产厂家或用户使用专用设备写入并固化的。

### 1.1.4 输入输出设备和输入输出接口

输入输出设备是指微型计算机上配备的 I/O 设备,也称为外部设备或外围设备(简称外设),其功能是为微型计算机提供具体的输入/输出手段。

微型计算机上配置的标准输入设备和标准输出设备一般是指键盘和显示器,二者又合称为控制台。此外,系统还可选择鼠标、打印机、绘图仪、扫描仪等 I/O 设备。作为外部存储器驱动装置的磁盘驱动器,既可看作是一个输出设备,又可看作是一个输入设备。

由于各种外设的工作速度、驱动方法差别很大,无法与 CPU 直接匹配,所以不可能将它们简单地连接到系统总线,而需要通过 I/O 接口电路来充当它们与 CPU 之间的桥梁,通过该电路来完成信号变换、数据缓冲、与 CPU 联络等工作。在微机系统中,较复杂的 I/O 接口电路一般都被做在电路插板上,这种电路插板又被称为“卡”(card)。由卡的一侧引出连接外设的插座,另一侧则做成插入端,只要将它们插入总线插槽(I/O 通道)就等于将它们连接到了系统总线。

### 1.1.5 总线

总线实际上是由一组导线和相关电路组成,是各种公共信号线的集合,用作微机各部分之间传递信息所共同使用的“高速信息公路”。在 CPU、存储器、I/O 接口之间传输信息的总线称为“系统总线”。系统总线包括数据总线、地址总线和控制总线。

#### 1. 数据总线

数据总线(data bus, DB)用来传输数据信息,是双向总线,CPU 既可通过 DB 从内存或输入设备输入数据,又可以通过 DB 将内部数据送至内存或输出设备。

#### 2. 地址总线

地址总线(address bus, AB)用于传送 CPU 发出的地址信息,是单向总线。传送地址信息的目的是指明与 CPU 交换信息的内存单元或 I/O 设备。

#### 3. 控制总线

控制总线(control bus, CB)用来传送控制信号、时序信号和状态信息等。其中有的是 CPU 向内存和外设发出的信息,有的则是内存或外设向 CPU 发出的信息。可见,CB 中每一根线的方向是一定的、单向的,但 CB 作为一个整体是双向的。所以在各种结构图中凡涉及控制总线 CB,均以双向线表示。

总线结构是微机系统的一大特色,正是由于采用了这一结构,才使得微机系统具有组装灵活且扩展方便的特点。

## 1.2 微型计算机系统

### 1.2.1 微型计算机系统的组成

一台完整的计算机必须由硬件和软件这两大部分组成,其中硬件是基础,软件是灵魂,二者缺一不可。

通常,把这种包含硬件和软件的“完整计算机”称为计算机系统(computer system)。为了比较清楚地描述计算机系统,图 1-3 以微型计算机为背景列出了其基本组成。

微型计算机硬件系统,即微型计算机(micro computer),是机器的实体部分,主要包括主机和外围设备。主机由微处理器和内存储器组成,其芯片安装在一块印刷电路板上,称为主机板。主机板放置在机箱内,合称主机箱。外部设备是附属或辅助的与主机连接起来的设备。外存储器一般使用磁盘存储器(硬盘和软盘)、光盘存储器。硬盘、软盘及光盘驱动器也放置在主机箱内,构成多板结构。输入设备有键盘、鼠标、扫描仪等。输出设备有显示器、打印机、绘图仪等。在计算机进行联网时,还应配置网卡、调制解调器等其他设备。

微型计算机软件系统主要包括系统软件和应用软件。

系统软件是由设计者提供给用户的、充分发挥计算机效能的一系列程序。人们通过这些程序使用和管理微机。系统软件主要包括操作系统、语言处理程序和各種支持软件等。

操作系统是系统软件的核心,它的主要功能是对系统的软硬件资源进行合理的管理。

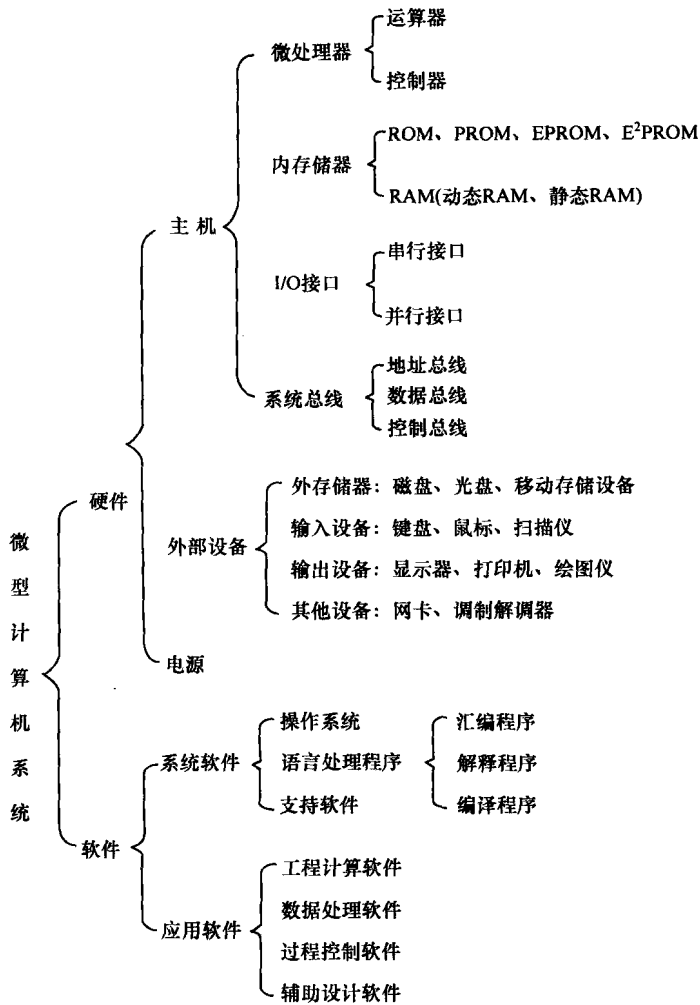


图 1-3 微型计算机系统的基本组成

程序设计语言是用来编写程序的语言,是人和计算机交换信息所用的工具,通常分为机器语言、汇编语言、高级语言三类。

语言处理程序是为用户设计的编程服务软件,其作用是将高级语言源程序翻译成计算机能识别的目标程序一般由汇编程序、解释程序、编译程序等组成。

程序设计语言中的机器语言和汇编语言都是直接对应于微处理器的指令系统,是面向机器的程序设计语言。使用它们能利用计算机的所有硬件特性,直接控制硬件。机器语言直观性差,烦琐、易错,在实际应用中很少直接采用。汇编语言的符号指令与机器代码一一对应,从执行时间和占用存储空间来看,它和机器语言同样是高效率的。因此汇编语言在要求高效率的应用中是最常用的一种语言。掌握汇编语言有助于了解微型计算机的工作原理,所以本书讲述微机原理和接口应用的软件是以汇编语言为主,这样能直接阐明其编程原理和方法。

应用软件是用户利用计算机提供的系统软件,为解决实际问题而研制的程序。应用程序可按功能组成不同的程序包,或称为工具包,用来减少重复编程工作。应用程序包括

各种应用软件包、数据库管理系统以及用户根据需要而设计的各种程序。

在大规模集成电路技术支持下,出现了各种半导体只读存储器 ROM,可以将软件固化于这样的硬件中,发展带有软件固化的微机系统已成为一个重要方向。现在微机都具有固化的监控程序、Basic 解释程序以及操作系统的引导程序和I/O驱动程序等。除此之外,微机系统的各种软件还可存储在各种存储介质中,例如磁带、磁盘、光盘等,这样就构成商品化的软件产业。微型计算机根据使用场合的不同和利用形态的不同,可以配置不同的软件规模。

### 1.2.2 微型计算机的主要性能指标

评价一台微型计算机,涉及许多因素,诸如性能指标、指令系统、系统结构、硬件组织、外设配置、软件配置等。但是对于计算机的使用者来说,至少要了解以下评估计算机性能的主要指标。

#### 1. 基本字长

为了理解字长的含义,下面介绍两个基本概念。

位(bit),是计算机内部数据存储的基本单位,音译为“比特”,习惯上用“bit”来表示。

字节(byte),是计算机中数据处理的基本单位,习惯上用“B”来表示。一个字节由 8 个二进制位构成,即  $1B=8bit$ 。此外,字(word)可以表示 2 个字节,即 16 个二进制位;双字(double word),可以表示 4 个字节,即 32 个二进制位。

基本字长是指参与运算的数的基本位数,它是由加法器、寄存器、数据总线的位数决定的。字长标志着计算精度,字长越长,计算的精度越高。为了调节精度和造价的关系,许多计算机允许变字长(如半字长、双字长等)计算。

目前微型计算机从 8 位、16 位、32 位到 64 位各档次都有,都在发挥各自不同的作用。

#### 2. 主存容量

一个主存储器所能存储的最大信息容量称为主存容量。主存容量一般以字节数来表示,每 1024 个字节称为 1K 字节( $2^{10}=1K$ ),每 1024K 字节称为 1M 字节( $2^{20}=1M$ )。微机主存容量,一般在 64~512M 字节范围。在以字为单位的计算机中,常用字数乘以字长来表示存储器容量。如  $4096 \times 16$  则表示有 4096 个单元,每个单元的字长为 16 位。计算机的存储器容量越大,存放的信息就越多,解决复杂问题的能力就越强。

#### 3. 运算速度

由于计算机执行不同的操作所需的时间可能不同,因此对运算速度的计算有不同的方法。过去采用综合折算的方法,即规定加、减、乘、除各占多少比例,折算出一个运算速度指标。现在采用两种计算方法:一种是具体指明定点加、减、乘、除及浮点加、减、乘、除各需多少时间;另一种是给出每秒能执行的机器指令条数,一般是指加、减运算这类短指令。微型机和小型机每秒能执行的机器指令有几百万次甚至更高,大型机可达上亿次。

现在,人们用计算机的主频——时钟频率来表示运算速度,以 MHz 或 GHz 为单位。主频越高,表明运算速度越快。目前微型机的主频已达到 4GHz 以上。

#### 4. 系统配置

一台计算机要能正常工作,必须提供必要的人机联系手段,这包括配置相应数量的外部设备(如键盘、显示器、磁盘驱动器、打印机、绘图仪等)和配置实现计算机操作的软件。当然,外设配置越高档,软件配置越丰富,计算机的使用就越便利,工作效率也就越高。特别是软件配置,在很大程度上决定了计算机能力的发挥。

#### 5. 性能价格比

计算机的性能价格比是人们选购计算机时考虑的重点。用户应该根据实际使用的需求,从性能和价格两个方面作综合考虑,仔细权衡与比较,选取性能价格比高的计算机。

### 1.2.3 典型微型计算机的组成结构

现代微型计算机与前期的微型计算机相比,不仅性能大幅提高,功能进一步扩充,而且,在结构与接口上实现了规范化。特别是将过去只在大型计算机中使用的技术引用到现代微型计算机领域之后,现代微型计算机在性能和功能上有了长足的发展。下面以 Pentium 系列微型计算机为例,简单说明现代微型计算机的组成结构,以便使读者有一个直观的认识。

图 1-4 给出了以 Pentium 系列处理器为 CPU、符合 ATX 标准的典型微型计算机组成结构图。

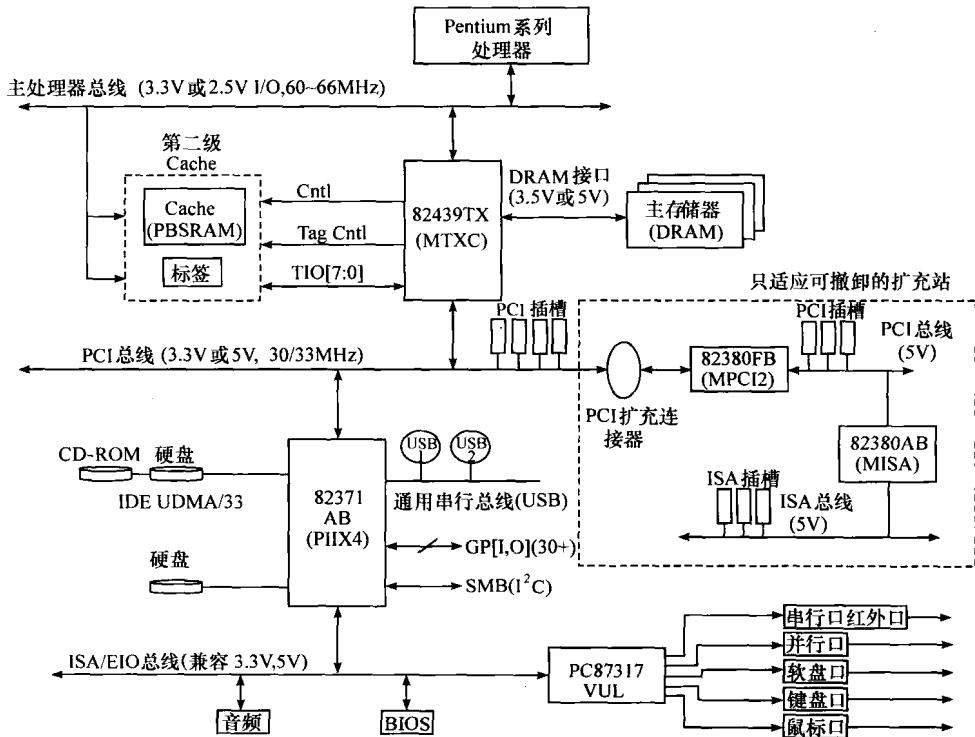


图 1-4 典型微型计算机组成结构图



从图 1-4 可以看出,典型微型计算机的主板由微处理器 Micro Processor(或微处理器的插槽)、高速缓存 Cache、存储器 Memory、逻辑芯片组 Chipset(一般分为系统控制器和总线转换控制器)、I/O 控制器或可能具有的图形 Graphics(或视频 Video)控制器、音频 Audio 系统控制器组成,还有一些连接主板外设备的总线扩展插槽、电源插槽、显示插槽等,依机型不同,其复杂的程度也不同。但只要掌握了典型微型计算机的系统结构,对其他一些微型计算机结构的分析就容易得多。

现代微型计算机体系结构基本上都符合图 1-4 所示,只是在功能上或增或减,在性能上有高有低。在某些机器中,一些功能集成在 CPU 内,而在另外一些机器中有可能设置在逻辑芯片中;某些型号机器中,完成某些功能的模块设计在主板上,另外型号的机器中,其主板可能不具备这种功能,必要时必须购买具有这种功能的接插件,并将其插入扩展槽中。

## 1.3 微型计算机的运算基础

### 1.3.1 数和数制

#### 1. 数制与进位计数法

数制是以表示数值所用的数字符号个数来命名的。进位计数法是一种计数的方法,如二进制、八进制、十进制、十六进制等。各种进制的对比见表 1-1。

表 1-1 几种进制数的对比

进制	后缀	特点	基数	数 码
二进制数	B	逢 2 进 1,借 1 当 2	2	0,1
八进制数	Q	逢 8 进 1,借 1 当 8	8	0,1,2,3,4,5,6,7
十进制数	D	逢 10 进 1,借 1 当 10	10	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
十六进制数	H	逢 16 进 1,借 1 当 16	16	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F

对于各种进制数,书写时用加后缀的方式注明即可,如 11011101B,471Q,95D,8AB3H 等。对于十进制数可以省掉后缀,对于十六进制数,当以 A~F 开头时,前面加数字 0,以避免和程序中的各种名字混淆。

任何一个  $r$  位进制数可以用位权来表示。位权就是某个固定位置上的计数单位。对于  $n$  位整数、 $m$  位小数的任意  $r$  进制数  $N$ ,可以表示为

$$N = \pm \sum_{i=-m}^{n-1} x_i r^i = \pm \left( \sum_{i=0}^{n-1} x_i r^i + \sum_{i=-1}^{-m} x_i r^i \right)$$

其中,  $\sum_{i=0}^{n-1} x_i r^i$  是整数部分,  $\sum_{i=-1}^{-m} x_i r^i$  是小数部分,  $r^i$  为各位数相应的位权。

**例 1-1** 把 2AB.EH 和 12345.678D 用位权表示。

**解**  $2AB.EH = 2 \times 16^2 + 10 \times 16^1 + 11 \times 16^0 + 14 \times 16^{-1}$

$12345.678D = 1 \times 10^4 + 2 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 5 \times 10^0 + 6 \times 10^{-1} + 7 \times 10^{-2} + 8 \times 10^{-3}$

计算机为了便于存储及计算的物理实现,采用了二进制数。 $n$  位二进制数可以表示  $2^n$  个数。如 3 位二进制数可以表示 8 个数,它们是 000B,001B,010B,011B,100B,101B,