

21 世纪独立学院应用型创新人才培养系列规划教材

# 微机原理及应用

主编 王惠中 王强 王贵锋



NLIC2970790917



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

21世纪独立学院应用型创新人才培养系列规划教材

# 微机原理及应用

主编 王惠中 王 强 王贵锋



NLIC2970790917



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

微机原理及应用/王惠中,王强,王贵锋主编. —武汉:武汉大学出版社,  
2011. 2

21世纪独立学院应用型创新人才培养系列规划教材  
ISBN 978-7-307-08524-4

I. 微… II. ①王… ②王… ③王… III. 微型计算机—高等学校—教材 IV. TP36

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第014940号

责任编辑:胡艳 责任校对:刘欣 版式设计:支笛

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.whu.edu.cn)

印刷:湖北省京山德兴印务有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:26.25 字数:667千字 插页:1

版次:2011年2月第1版 2011年2月第1次印刷

ISBN 978-7-307-08524-4/TP·391 定价:44.00元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

# 前 言

本书是面向独立学院工科类专业学生编写的微机原理及应用教材。

随着我国高等教育的大众化和办学层次的多样化,因材施教已成为当前教学改革和课程建设的重要内容之一。本教材根据国家质量工程全面提高本科生素质教育的指导思想,结合工科本科计算机基础教学的基本要求,在独立学院多年教学经验的基础上编写而成。近年来的教学实践与研究表明,独立学院的计算机基础教育必须与独立学院的人才培养层次和模式紧密联系。因而本书不仅强调学生掌握微型计算机的基本原理和应用技术,而且强调培养学生利用所学的知识解决一些实际的工程问题。

计算机已成为解决工程问题不可缺少的工具。随着工业自动化的水平不断提高,工程应用型本科高等院校非电专业的学生毕业以后,所面临大量设计任务中的许多地方都涉及计算机知识。所以,工科院校的学生学习和掌握计算机的基本原理和应用技术已成为几乎所有工科专业培养计划的一个重要环节,因此,“微机原理及应用”是工科学生重要的技术基础课。如何使学生在有限的时间内做到既能掌握基本概念又能提高学生的基本能力,是我们在教学中始终在探索的问题。

经过多年的教学实践与探索,在总结多次试用讲稿的基础上,我们为工程应用型本科高等院校非电专业编写了本教材。

“微机原理及应用”是工程应用型本科高等院校非电专业的学生学习计算机原理与应用的入门课程。虽然计算机技术飞速发展,经历了8位、16位、32位、64位,但其基本工作原理基本相同,而且8086/8088具有很好的兼容性。本书以8086/8088微处理器和微型计算机为主线,从工程应用的角度出发,讲述了微型计算机的基本工作原理、半导体存储器、8086/8088指令系统、汇编语言程序设计方法、输入/输出接口、中断、串行通信、模/数及数/模转换等内容。

在编写过程中,本书根据学生掌握知识的基本特点,在内容安排上特别注意了循序渐进、深入浅出、突出重点、通俗易懂、理论联系实际的原则,以便使学生能够在较短的时间里建立基本概念。掌握基本设计方法。本书在吸取众多教材的精华同时,力求内容精炼、例题丰富、形式多样、取材新颖,对学生的分析问题和解决问题能力有一定的帮助。本书可用于高等院校相关专业本科教材,也可作为相关工程技术人员的参考书。

本书在编写过程中得到了兰州理工大学技术工程学院的大力支持和帮助。本教材由王惠中编写第1、2、3、4、5章,并统稿;由王强编写第6、8、10章;由王贵锋编写第7、9章。兰州理工大学王晓兰教授担任本书主审,提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。研究生宿忠娥、郭文科绘制了书中部分插图,在此表示感谢。

本教材是编者在多年从事微机原理及应用教学和科研工作的基础上,参考国内同类教材内容编写而成的,在此特向相关作者致谢。由于编者能力有限,书中难免存在错误和不当之处,恳请本书的读者和专家提出宝贵批评和意见。

编者

2011年1月

## 目 录

第1章 微型计算机概论	1
1.1 微型计算机概述	1
1.1.1 计算机的发展	1
1.1.2 微型计算机的分类及主要性能指标	1
1.1.3 微型计算机的发展	2
1.2 微型计算机的基本结构	3
1.2.1 微型计算机系统、微型计算机	3
1.2.2 微处理器	5
1.2.3 单片微型计算机、单板微型计算机、多板微型计算机	6
1.3 微型计算机的基础知识	7
1.3.1 计算机数制及其相互转换	7
1.3.2 计算机数值表示及其运算	11
1.3.3 数值运算	14
1.3.4 符号数的二进制算术运算	14
1.3.5 数的定点和浮点表示	15
1.3.6 溢出的概念	16
1.4 常用编码及其表示	16
1.4.1 BCD 码(十进制数的二进制编码)	17
1.4.2 ASCII 码	18
习题	19
第2章 8086/8088 微处理器	20
2.1 8086/8088 微处理器的基本结构	20
2.1.1 8086/8088 微处理器	20
2.1.2 8086/8088 微处理器的内部结构	21
2.2 8086/8088 微处理器的引脚功能及其工作模式	27
2.2.1 8086/8088 微处理器在最小模式中引脚定义	27
2.2.2 8086/8088 微处理器在最大模式中引脚定义	31
2.3 8086 微处理器的存储器组织结构	33
2.3.1 存储器的分段管理	33
2.3.2 内存的物理地址形成	34
2.3.3 8086 微处理器存储器的分体结构	35
2.4 8086/8088 微处理器系统配置	38
2.4.1 8086/8088 微处理器最小模式	38

2.4.2	8086/8088 微处理器最大模式	42
2.5	8086/8088 微处理器的总线操作及时序	45
2.5.1	8086/8088 微处理器的工作周期	45
2.5.2	系统的复位及启动	45
2.5.3	8086 微处理器最小模式下的总线操作	46
	习题	50
第3章	存储器	52
3.1	存储器的基本知识	52
3.1.1	存储器的概述	52
3.1.2	半导体存储器的分类	53
3.1.3	半导体存储器主要技术指标	54
3.1.4	半导体存储器的结构	55
3.2	随机存取存储器(RAM)	56
3.2.1	静态随机存取存储器	56
3.2.2	动态随机存取存储器(DRAM)	60
3.2.3	集成随机存取存储器(IRAM)	64
3.3	只读存储器(ROM)	64
3.3.1	只读存储器(ROM)的结构及工作原理	65
3.3.2	只读存储器(ROM)芯片的典型芯片	69
3.4	存储器与CPU的连接	76
3.4.1	存储器与CPU连接时应注意的问题	76
3.4.2	存储器芯片的扩展	77
3.4.3	CPU与存储器的连接	79
3.4.4	CPU与存储器的连接应用举例	83
	习题	85
第4章	8086/8088 指令系统	86
4.1	概述	86
4.1.1	机器语言	86
4.1.2	汇编语言	87
4.1.3	高级语言(High Level Language)	87
4.2	指令的编码格式与指令构成	88
4.2.1	指令构成	88
4.2.2	8086/8088 的指令编码格式	88
4.3	8086 微处理器的寻址方式	93
4.3.1	操作数寻址方式	93
4.3.2	程序转移地址的寻址方式	101
4.4	8086/8088 指令系统	106
4.4.1	数据传送指令	106

4.4.2	算术运算类指令 .....	116
4.4.3	逻辑运算和移位指令 .....	130
4.4.4	串操作指令 .....	137
4.4.5	控制转移指令 .....	141
4.4.6	处理器控制指令 .....	149
	习题 .....	151
<b>第5章 汇编语言程序设计 .....</b>		
5.1	汇编语言语句的类型和组成 .....	156
5.1.1	汇编语言语句的类型 .....	156
5.1.2	汇编语言语句的组成 .....	157
5.2	伪操作命令 .....	162
5.2.1	数据定义语句 .....	163
5.2.2	表达式赋值语句 .....	163
5.2.3	段定义语句 .....	164
5.2.4	段分配语句 (ASSUME) .....	165
5.2.5	过程定义语句 .....	165
5.2.6	程序模块定义语句 .....	165
5.3	DOS 系统功能调用和 BIOS 中断调用 .....	166
5.3.1	DOS 系统功能调用 .....	167
5.3.2	BIOS 中断调用 .....	171
5.4	汇编语言程序设计 .....	173
5.4.1	概述 .....	173
5.4.2	程序设计方法 .....	174
	习题 .....	192
<b>第6章 基本 I/O 接口 .....</b>		
6.1	I/O 接口的概述 .....	194
6.1.1	接口与端口的基本概念 .....	194
6.1.2	I/O 端口的编址方式 .....	196
6.2	I/O 接口数据传送的控制方式 .....	200
6.2.1	程序控制方式 .....	200
6.2.2	中断控制方式 .....	204
6.3	简单的 I/O 接口芯片应用 .....	208
6.3.1	常用芯片功能介绍 .....	208
6.3.2	简单的 I/O 接口设计应用 .....	211
6.4	DMA(直接存储器存取)方式 .....	220
6.4.1	DMA 概述 .....	220
6.4.2	Intel 8237 内部结构及引脚功能 .....	223
6.4.3	8237 的编程及应用 .....	232

6.4.4	通道控制方式	239
	习题	239
<b>第7章 中断系统</b>		241
7.1	中断概述	241
7.1.1	中断处理方式的特点	241
7.1.2	中断系统	242
7.1.3	中断的基本类型	243
7.1.4	程序中断与子程序调用的区别	243
7.1.5	中断系统的功能	243
7.2	8086 CPU 中断系统	245
7.2.1	中断源及其优先级的定义	245
7.2.2	外部中断	246
7.2.3	内部中断	246
7.2.4	中断优先级	247
7.2.5	中断向量和中断向量表	247
7.2.6	中断向量的设置方法	249
7.2.7	8086 系统中中断的全过程	250
7.3	可编程中断控制器 8259A	253
7.3.1	8259A 的内部结构和工作原理	253
7.3.2	8259A 的引脚功能	254
7.3.3	8259A 的主从级联方式	255
7.3.4	8259A 的工作方式	256
7.4	8259A 的基本应用	259
7.4.1	8259A 的编程	259
7.4.2	8259 内部寄存器的读写	264
7.4.3	8259A 的应用实例	265
	习题	269
<b>第8章 常用可编程接口芯片及其应用</b>		271
8.1	可编程接口芯片的概述	271
8.1.1	并行接口技术	271
8.1.2	可编程通用接口芯片简介	272
8.2	可编程并行接口芯片 8255A	273
8.2.1	8255A 的结构和引脚功能	274
8.2.2	8255A 的工作方式	277
8.2.3	8255A 的基本应用	284
8.3	可编程定时器/计数器 8253	297
8.3.1	定时/计数概述	297
8.3.2	8253 的结构和引脚功能	298



8.3.3	8253 的工作方式 .....	302
8.3.4	8253 的基本应用 .....	309
	习题 .....	317
<b>第 9 章 模/数和数/模转换</b> .....		322
9.1	概述 .....	322
9.2	数/模(D/A)转换器及应用 .....	325
9.2.1	数/模转换器的工作原理 .....	325
9.2.2	数/模转换器主要技术指标 .....	330
9.2.3	典型的数/模转换器芯片 DAC 0832 .....	330
9.2.4	数/模转换器的应用举例 .....	334
9.3	模/数(A/D)转换器及应用 .....	335
9.3.1	模/数转换器的工作原理 .....	336
9.3.2	模/数转换器的主要性能指标 .....	337
9.3.3	典型的 A/D 转换器芯片 ADC 0809 .....	338
9.3.4	模/数转换器的应用举例 .....	342
	习题 .....	345
<b>第 10 章 串行通信</b> .....		348
10.1	概述 .....	348
10.1.1	串行通信基本概念 .....	348
10.1.2	异步通信和同步通信方式 .....	350
10.1.3	串行通信的标准与传送速率 .....	353
10.2	可编程串行接口芯片 8251A .....	354
10.2.1	8251A 结构和引脚功能 .....	354
10.2.2	8251A 的应用 .....	359
10.3	串行接口标准 RS-232、RS-485 .....	366
10.3.1	RS-232C 接口标准 .....	366
10.3.2	RS-485 接口标准 .....	370
	习题 .....	373
<b>第 11 章 微机控制系统设计基础</b> .....		375
11.1	微机控制系统的设计步骤 .....	375
11.1.1	确定控制系统的总体方案 .....	375
11.1.2	建立数学模型 .....	376
11.1.3	确定控制算法 .....	376
11.1.4	选择总线标准及微机系统 .....	377
11.1.5	系统硬件及软件设计 .....	377
11.1.6	控制系统的调试 .....	379
11.1.7	微机控制系统设计要素 .....	380

1011.2	微机控制系统应用实例	381
1011.3	课程设计的任务及要求	388
11.3.1	课程设计的总体思想及目的	388
11.3.2	课程设计的总体思想及目的	388
11.3.3	课程设计举例:交通信号灯的	389
11.4	课程设计参考题目	396
	附录	401
	附录一 ASCII 码	401
	附录二 BIOS 功能调用	402
	附录三 常用 DOS 功能调用(INT21H)一览表	403
	主要参考文献	410

# 第1章 微型计算机概论

## 1.1 微型计算机概述

### 1.1.1 计算机的发展

电子计算机是模仿人的大脑进行工作的一种电子设备,它能够对数据进行高速计算、处理和存储。它是20世纪最伟大的发明之一,自1946年世界上第一台通用电子计算机ENIAC(Electronic Numerical Integrator and Computer)在美国问世以来,计算机科学与技术取得了飞速的发展。电子计算机的发展经历了电子管计算机(19世纪40年代末期至19世纪50年代末期)到晶体管计算机(19世纪50年代末期至19世纪60年代末期)到集成电路计算机(19世纪60年代中期至今)。集成电路计算机的发展经历了由中小规模集成电路到大规模集成电路再到超大规模集成电路的发展历程。

第1台电子管计算机总共使用了18000个电子管,重30t,占地170m<sup>2</sup>,耗电150kW,每秒只能完成加法运算5000次,乘法运算56次。随着科学技术的发展,诞生了晶体管,晶体管代替了电子管,大大降低了计算机的成本和体积,运算速度由每秒可完成加法运算几千次提高到每秒可完成加法运算几十万次。1965年,中小规模集成电路成功应用于计算机,使得计算机的体积进一步减小,运算速度也提高到每秒可完成运算几千万次。由于大规模集成电路和超大规模集成电路的出现,到目前为止,计算机的运算速度提高到每秒可完成运算几亿次到每秒可完成运算几千亿次。计算机几乎每2~4年就更新换代一次,现在计算机的更新换代时间越来越短。

### 1.1.2 微型计算机的分类及主要性能指标

计算机按规模和功能可分为巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机。他们在系统结构和工作原理上没有本质区别,只是由于微型计算机采用了集成电路使其具有体积小,重量轻,可靠性高,使用环境要求低,结构灵活,集成度高,部件标准化,系列化的接口芯片及总线,易于组装及维修,价格低廉等优点,从而使微型计算机获得了极快的发展,使用非常普及,本书主要讲述微型计算机。

#### 1. 微型计算机的分类

微型计算机的分类方法很多,一般有以下几种分类方法:

(1) 按字长分类 字长是计算机一次处理的二进制数的位数,字长越长,计算机处理数据量越大,处理速度越快。字长与微处理器数据总线宽度不是同一个概念。如8088的字长为16位,但数据总线宽度仅为8位,而Pentium系列的字长为32位,但数据总线宽度为64位。微型计算机按字长可分为4位机、8位机、16位机、32位机、64位机。

(2) 按结构类型分类 按结构类型分类可分为单片机、单板机、微型计算机。

(3) 按用途分 按用途分类可分为个人计算机、工作站/服务器、网络计算机。

(4) 按体积大小分类 按体积大小分类可分为台式机、便携机(如笔记本型、商务通等)。

## 2. 微型计算机的主要性能指标

一台微型计算机性能的优劣不是由某项指标决定的,而是由计算机系统的结构、指令系统、硬件组成、软件配置等多方面的因素综合决定的。但对一般计算机来说,可以从以下几个指标来大体评价计算机的性能:

(1) 主频 主频是指微型计算机中 CPU 的时钟频率,主频决定计算机的运行速度。目前 CPU 的时钟频率最高达到 3.4GHz 以上。

(2) 字长 字长是指微型计算机能够直接处理的二进制数的位数,字长越长,运算精度越高,功能越强,目前微机已达到 64 位。

(3) 存储器的容量 存储器分为内存储器和外存储器两类。内存储器也简称为内存或主存,是 CPU 可以直接访问的存储器,需要执行的程序与需要处理的数据就是存放在主存中的。内存容量是指微机存储器能存储信息的字节数,内存容量越大,能存储信息越多,信息处理能力越强。目前,微机内存容量一般配置为 2GB~8GB。外存储器通常是指硬盘(包括内置硬盘和移动硬盘)。外存储器容量越大,可存储的信息就越多,可安装的应用软件就越丰富。目前,硬盘容量可以达到 200GB。

(4) 存取周期 存取周期是指主存储器完成一次读写所需的时间,存取时间越短,存取速度越快,整机的运算速度越高。存取周期与主存储器指标有关。

(5) 运算速度 运算速度是衡量计算机性能的一项重要指标。运算速度是指微型计算机每秒所能执行的指令条数,单位用 MIPS,即百万条指令/秒。执行不同类型的指令所需时间不同,因此使用各种指令的平均执行时间及相应运行指令的比例计算,作为衡量运算速度的标准。8086 是 0.8MIPS,目前高性能 64 位机安腾的运算速度已超过了 1000MIPS。

### 1.1.3 微型计算机的发展

微型计算机简称为  $\mu\text{C}$  或 MC(Micro Computer),是由微处理器、存储器、输入输出接口电路,通过总线(BUS)结构联系起来的。从 1971 年世界上第一台微型计算机诞生以来,在 40 年的时间,微型计算机的发展随着微处理器的发展而发展。到目前为止,微型计算机的发展已经历了五代:

第一代微型计算机(1971—1973 年)是以字长为 4 位和 8 位微处理器为核心的计算机。1971 年 Intel 公司首先研制成功 4 位 4004 微处理器,1972 年 Intel 公司推出低档 8 位的 8008 微处理器。微处理器芯片采用 PMOS 工艺,时钟频率小于 1 MHz,集成度为 2000 个晶体管/片。使用机器语言编制程序,平均指令执行时间为 10~15 $\mu\text{s}$ 。其典型芯片有 Intel 公司的 Intel 8008 和 Intel 4004。

第二代微型计算机(1974—1977 年)是以字长为 8 位微处理器为核心的计算机。微处理器芯片工艺为 NMOS,时钟频率为 1~4MHz,集成度为 9000 个晶体管/片,运算速度大大提高,平均指令执行时间为 1~2 $\mu\text{s}$ 。指令系统较为完善,软件除汇编语言外,也可以使用高级语言,如 BASIC、FORTRAN 语言和操作系统。其典型芯片有 Intel 公司的 Intel 8080 和 Intel 8085、Motorola 公司的 MC 6800 和 Zilog 公司的 Z 80 微处理器。

第三代微型计算机(1978—1984 年)是以字长为 16 位微处理器为核心的计算机。微处理器芯片工艺为 HMOS,时钟频率为 4~25MHz,集成度达到 29000 个晶体管/片,基本指令执



行时间约为 $0.5\mu\text{s}$ 。Intel 8086/8088的地址线达到20根,可以寻址1M字节的储存空间。Intel 80286达到24根地址线,寻址能力达到16M字节。而且Intel 8086和Intel 80286可以向上兼容。其典型芯片有Intel公司的Intel 8086/8088和Intel 80286、Motorola公司的MC 68000和Zilog公司的Z 8000微处理器。

第四代微型计算机(1985—1993年)是以字长为32位微处理器为核心的计算机。微处理器芯片工艺为CHMOS,时钟频率为16~40MHz,集成度达到15万~50万个晶体管/片,基本指令执行时间小于 $0.1\mu\text{s}$ 。Intel 80386 CPU数据线和地址线均为32根,寻址能力达到4G字节。1990年,Intel公司又研制出高性能32位微处理器芯片80486,片内增加了协处理器和高速缓冲存储器(Cache),时钟频率为16~40MHz,其集成度达到120万个晶体管/片。由于80486采用了RISC技术(Reduced Instruction Set Computer,简化指令集合计算机),降低了每条指令执行所需要的时间,使80486处理速度大幅度提高,在相同的时钟频率下,运算速度比80386快30%。其典型芯片有Intel公司的Intel 80386和Intel 80486;Motorola公司的MC 68020和MC 68040;Zilog公司的Z 80000微处理器。

第五代微型计算机(1993—2006年)是以字长为64位微处理器为核心的计算机。微处理器芯片利用亚微米的CMOS技术进行设计,时钟频率为66MHz~3.2GHz,集成度达到300万~4200万个晶体管/片,基本指令执行时间90~3200MIPS。Intel 80586及以上微处理器的数据线和地址线均为64根,寻址能力达到64G字节。其典型芯片有Intel公司研制的Pentium Pro(奔腾)、Pentium II、Pentium III、Pentium IV、Litanium(安腾)。

在推出Pentium IV的同时,Intel已经为市场准备了64位的新一代微处理器。与以往的64位RISC架构的CPU不同,Intel代号为“Mercer”的Itanium(安腾)引入了许多新概念和新技术,其目标是带领CPU市场跨入新型64位时代。

尽管微机发展很快,但是其发展过程具有技术上的连续性和兼容性。就Intel 86系列处理器来说,新一代产品都是在老一代产品基础上的发展,并且新一代产品对老一代产品向下兼容。另外,在微机的发展过程中,与通用机不同的是,微型机是四代产品共存,而不是新一代淘汰老一代。微机的各代产品以及单片机都有各自适用的领域。对工业控制来说,目前的16位机已基本能满足使用要求。在微机的体系结构上,都采用了系统总线结构。基于以上因素,并考虑到便于教学和组织实验,本书仍选择16位微型机作为主要机型加以讲述。

## 1.2 微型计算机的基本结构

微型计算机系统、微型计算机、微处理器、单片微型计算机、单板微型计算机和多板微型计算机是不同的概念。为了更好地学习和应用微型计算机,我们有必要首先对这些基本概念加以说明。

### 1.2.1 微型计算机系统、微型计算机

#### 1. 微型计算机系统

微型计算机系统包括硬件系统和软件系统两大部分,如图1-1所示。

(1) 硬件系统 硬件系统包括微型计算机、外部设备、电源及其他辅助设备。外部设备(I/O设备)主要用来实现数据和信息的输入输出,没有外部设备数据及程序不能输入,运算结果也无法显示或输出,计算机不能正常工作。外部设备通过输入/输出接口和微处理器相连。

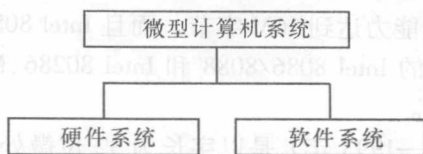


图 1-1 微型计算机系统的组成

外部设备包括输入设备、输出设备、外部存储设备。常用输入设备有键盘、鼠标器、扫描仪、模/数转换器等；常用的输出设备有打印机、绘图仪、CRT 显示器、磁盘控制器、数/模转换器等；外部存储设备有软盘、硬盘、光盘、U 盘等。

(2) 软件系统 没有配置软件的计算机称为裸机，一台裸机就像一个大脑十分发达却不接受外界的任何信息，任何工作也不能完成的人。软件系统包括系统软件和应用软件。系统软件主要包括操作系统软件、各种语言的汇编、编译软件、工具软件、数据库管理软件、故障检测、诊断软件等。应用软件包括为用户解决各种实际问题而编制的工程设计程序、数据处理程序等。目前，应用软件已逐步标准化、模块化和商品化。

## 2. 微型计算机

微型计算机也称为主机，主要包括微处理器、存储器、输入/输出接口(I/O 接口)，微处理器通过系统总线和存储器、输入/输出接口进行连接，如图 1-2 所示。

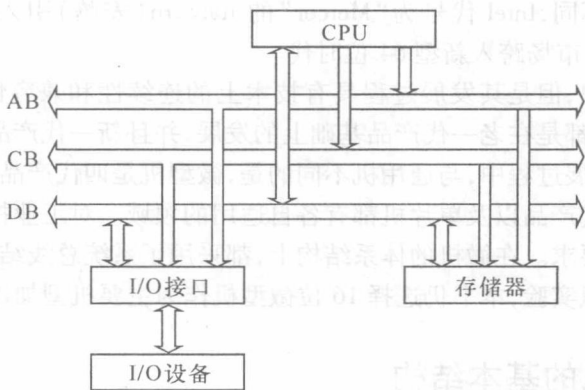


图 1-2 微型计算机的组成

其中存储器分为随机读写存储器(Random Access Memory, RAM)和只读存储器(Read Only Memory, ROM)。存储器是微型机的存储和记忆装置，用来存储数据、程序、中间结果和最终结果等数字信息。

系统总线分为地址总线 AB(Address Bus)、数据总线 DB(Data Bus)、控制总线 CB(Control Bus)。

存储器的每一个存储单元和输入/输出接口的每一个端口都有唯一的地址，这些地址的确定是通过地址总线来确定的。地址总线是三态单向总线。地址总线的位数决定了 CPU 可直接寻址的内存容量。8 位微型机的地址总线为 16 位，最大寻址范围为  $2^{16} = 64\text{K}$  字节。16 位微型机的地址总线是 20 位，最大寻址范围为  $2^{20} = 1\text{M}$  字节。



数据总线是用来传输数据和信息的。一般,数据总线的条数和所用微处理器的字长相等,但也有不相等的。数据总线是三态双向总线。

控制总线用于传送各类控制信号。控制总线条数因计算机不同而异,每条控制线最多传送两个控制信号。控制信号有两类:一类是 CPU 发出的控制命令,如读命令、写命令、中断响应信号等;另一类是存储器或外部设备的状态信息,如外部设备的中断请求、复位、地址有效信号、线请求和中断请求等。控制总线宽度根据系统需要确定,传送方向根据具体控制信号确定。

## 1.2.2 微处理器

### 1. 微处理器

微处理器(Microprocessor Unit)简称为 MPU(或者称为 MP),它是一个中央控制器(Central Processing Unit),简称 CPU。它是微型计算机的核心部件,将运算器、控制器、寄存器通过内部总线连接在一起,并集成在一个独立芯片上。它具有解释指令、执行指令和与外界交换数据的能力。

微处理器是构成微型计算机的核心部件,不同型号的微型计算机,其性能指标的差异首先在于 CPU 性能的不同,而 CPU 性能又与它的内部结构有关。每种 CPU 有其特有的指令系统。在目前情况下,无论哪种 CPU,其内部基本组成总是大同小异的,如图 1-3 所示。

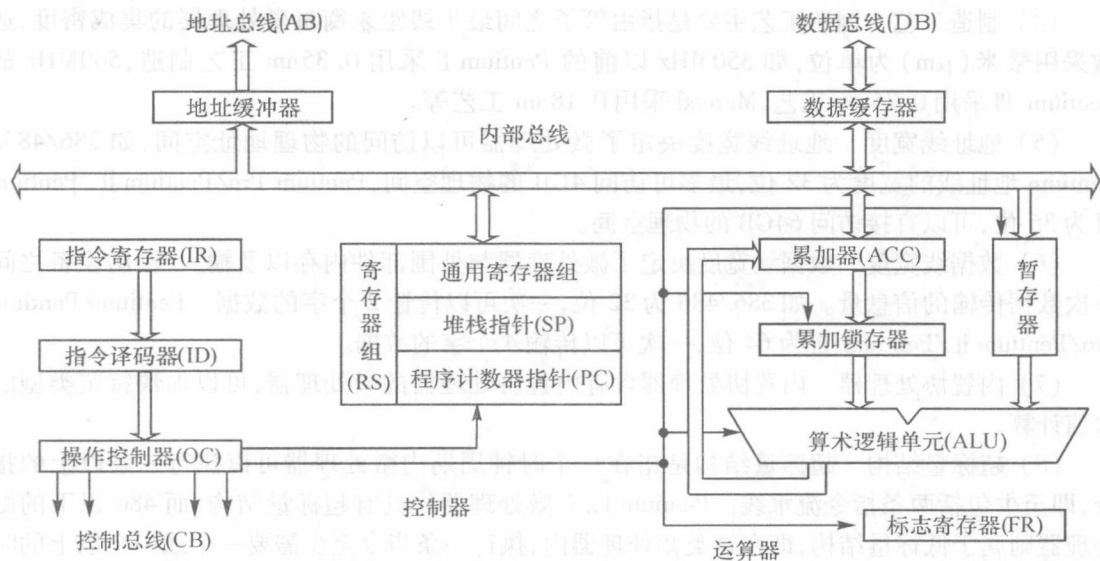


图 1-3 简化的微处理器内部结构框图

(1) 运算器 运算器是由算术逻辑运算部件(Arithmetic and Logic Unit, ALU)、累加器 A、标志寄存器及相应控制逻辑组合而成的电路,在控制信号的作用下,可完成对数据和信息进行加、减、乘、除四则运算和各种逻辑运算,包括与运算、或运算、非运算、异或运算以及求补运算等。

(2) 控制器(Control Unit) 控制器包括指令寄存器、指令译码器和定时控制电路。控制器是微型计算机的指挥控制中心,是整个计算机的控制中枢。它对指令进行分析、处理以及产

生控制信号。同时,它还产生控制部件所需的定时脉冲信号,使微机各部件协调地工作,从而完成对整个计算机系统的控制及数据运算处理等工作。

各种操作都是在控制器的控制下进行的。控制器的指挥是通过程序进行的,程序放在存储器中,它依次从存储器中取出指令,控制器根据指令的要求,对 CPU 内部和外部发出相应的控制信息。

(3) 寄存器 寄存器由专用寄存器和通用寄存器组成。用以存放参加处理和运算的操作数以及数据处理的中间结果和最终结果等。专用寄存器的作用是固定的,例如 8086 CPU 的堆栈指针寄存器、标志寄存器、指令指针寄存器等。而通用寄存器则可由编程者依据需要规定其用途。

## 2. 微处理器主要的性能指标

(1) 主频 主频即微处理器的时钟频率。如 Pentium II-300MHz,主频为 300MHz。一般说来,主频越高,微处理器的速度越快。由于内部结构不同,并非所有时钟频率相同的微处理器性能都一样。

(2) 外频 外频是指微处理器外部总线工作频率。如 Pentium-133,主频为 133MHz,而外频(或称总线速度)为 66MHz;Pentium III-500,主频为 500MHz,外频为 100MHz/133MHz 等。

(3) 工作电压 工作电压是指微处理器正常工作所需的电压。早期微处理器的工作电压一般为 5V,随着微处理器主频的提高,微处理器工作电压有逐步下降的趋势,如 3.3V、2.8V 等,以解决温度过高的问题。

(4) 制造工艺 制造工艺主要是指由管子之间最小线距来衡量微处理器的集成密度,通常采用微米( $\mu\text{m}$ )为单位,如 350MHz 以前的 Pentium II 采用 0.35 $\mu\text{m}$  工艺制造,500MHz 的 Pentium III 采用 0.25 $\mu\text{m}$  工艺,Merced 采用 0.18 $\mu\text{m}$  工艺等。

(5) 地址线宽度 地址线宽度决定了微处理器可以访问的物理地址空间,如 386/486/Pentium 地址线的宽度为 32 位,最多可访问 4GB 的物理空间,Pentium Pro/Pentium II/Pentium III 为 36 位,可以直接访问 64GB 的物理空间。

(6) 数据线宽度 数据线宽度决定了微处理器与外围部件内存以及输入/输出设备之间一次数据传输的信息量。如 386/486 为 32 位,一次可以传输 2 个字的数据。Pentium/Pentium Pro/Pentium II/Pentium III 为 64 位,一次可以传输 4 个字的数据。

(7) 内置协处理器 内置协处理器含有内置协处理器的微处理器,可以加快特定类型的数值计算。

(8) 超标量结构 超标量结构是指在一个时钟周期内微处理器可以执行一条以上的指令,即至少包括两条指令流水线。Pentium 以上微处理器均具有超标量结构;而 486 以下的微处理器则属于低标量结构,即在这类微处理器内,执行一条指令至少需要一个或一个以上的时钟周期。

(9) L1/L2 高速缓存 L1/L2 高速缓存即一级/二级高速缓存。内置高速缓存可以提高微处理器的运行效率。采用回写(WriteBack)结构的高速缓存,对读和写操作均有效,速度较快;而采用通写(Write-through)结构的高速缓存,则仅对读操作有效。

### 1.2.3 单片微型计算机、单板微型计算机、多板微型计算机

#### 1. 单片微型计算机

单片微型计算机(Single-chip MicroComputer 或 MicroControllerUnit)简称单片机,将 CPU、



ROM、RAM 以及 I/O 接口电路以及内部系统总线等全部集中在一块大规模集成电路芯片上。一个单片机就是一台具备基本功能的计算机。由于单片机体积小、指令系统简单、可靠性高、性能价格比高,于是发展十分迅速。现在一些高档单片机还将 A/D、D/A 转换器、DMA 控制器及通信控制器集成进芯片,使单片机功能更强大,使用更加方便。单片机朝着超低功耗、专业化、功能齐全方向发展。利用单片机,可以较方便地就可以构成一个控制系统,在智能仪器仪表、工业实时控制、智能终端及家用电器等众多领域应用非常广泛。目前,国内较流行的单片机有 Intel 8051、Intel 8096、Microchip 的 PIC、TI 公司的 MSP430、Motorola 公司的 68HC05 等产品。

## 2. 单板微型计算机

单板微型计算机(Single-board MicroComputer)简称单板机,是将微处理器芯片、存储器芯片、I/O 接口芯片及少量的输入输出设备(键盘,数码显示器)安装在一块印制板上所构成一台微型计算机。单板机功能一般比较简单,但它结构紧凑、使用简单、成本低,通常应用于工业控制及教学实验等领域。

## 3. 多板微型计算机

为了满足较高层次的需求,往往需要扩展单板机的功能。为此,许多公司设计了功能各异的扩展板供用户选用,以扩展应用系统的能力。这种由多块印制板构成的微机称为多板微型计算机,简称多板机。

# 1.3 微型计算机的基础知识

## 1.3.1 计算机数制及其相互转换

### 1. 数制

数制是计算机重要的基础知识之一,电子计算机最基本的功能是进行数据的加工和处理,无论其表现形式是文本、字符、图形,还是声音、图像,都必须以数的形式加以储存。以数的形式储存就涉及数制的问题,对于机器来说,计数越简单,相应的电路就越简单,实现起来越容易,所以,计算机都采用二进制来进行计数。但是由于二进制数在书写过程中过于烦琐且易出错,人们在日常生活习惯用十进制数,而在汇编语言和一些高级语言中,人们则习惯使用十六进制、八进制和十进制数,所以,下面对数制及其相互转换进行介绍。

(1) 数 数是衡量事物的多少的一种表示方法。

(2) 数制 数制是按一定规律计数的规则,以人们表示数值所用的数字符号的个数来命名。

(3) 基数 数制中各个数字符号的个数称为该数制的基数。

(4) 系数 系数是表示一组数字或符号中,各个位数上的数字。

(5) 权 权是用数字或符号表示一个数时,所具有的位值。

数制是人们利用符号计数的一种科学方法。十进制是逢十进一,有十个数 0~9,一般用字母 D(Decimal)和  $( )_{10}$  来标记十进制数。二进制是逢二进一,有两个数 0 和 1,一般用字母 B(Binary)和  $( )_2$  来标记二进制数。八进制是逢八进一,有八个数 0~7,一般用字母 O(Octal)、Q 和  $( )_8$  来标记十进制数。十六进制是逢十六进一,有十六个数 0~9 和 A~F,一