

.....→ 高职高专**计算机**系列教材

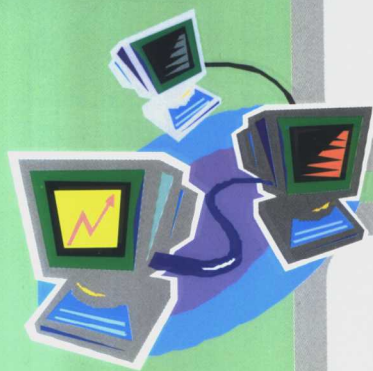
# JISUANJI

## 微机原理与接口技术

Weiji Yuanli yu Jiekou Jishu

主 编 李泽中

副主编 张开成 王成敏



重庆大学出版社

# 微机原理与接口技术

主 编 李泽中

副主编 张开成 王成敏

江苏工业学院图书馆  
藏书章

重庆大学出版社

## 内 容 提 要

微型计算机原理与接口技术是计算机及相关专业的一门重要技术基础课,主要讲授微型计算机与接口的工作原理和应用技术。其主要内容包括微型计算机基础知识,指令系统及汇编语言的编程方法与技术,存储器的结构、工作原理与 CPU 的连接,微机接口及总线技术,中断技术和 8259A 中断控制器,并行接口和串行接口,DMA 控制器,模拟接口与键盘接口,显示器接口,打印机接口等人机交互设备接口的结构和工作原理。

本教材适合作为计算机类专业的高职高专教材,亦可作为电子应用、电力工程类专业等非计算机专业学生学习微型计算机原理与接口技术的教材和参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

微机原理与接口技术/李泽中主编. —重庆:重庆大学出版社,2004.6

(高职高专计算机系列教材)

ISBN 7-5624-3165-5

I. 微... II. 李... III. ①微型计算机—理论—高等学校:技术学校—教材②微型计算机—接口—高等学校:技术学校—教材 IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 048037 号

## 微机原理与接口技术

主 编 李泽中

副主编 张开成 王成敏

责任编辑:彭 宁 邵孟春 版式设计:彭 宁

责任校对:何建云 责任印制:张立全

\*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A 区)内

邮编:400030

电话:(023)65102378 65105781

传真:(023)65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (市场营销部)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

\*

开本:787×1092 1/16 印张:18 字数:449 千

2004 年 8 月第 1 版 2004 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—3 000

ISBN 7-5624-3165-5/TP·488

定价:19.50 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有 翻印必究

# 前言

微型计算机原理与接口技术是计算机及相关专业的一门重要技术基础课,主要讲授其微型计算机与接口的工作原理和应用技术,是微型计算机应用开发,微型计算机控制的必修课程之一。

本教材是由多年从事计算机专业教学的教师编写的,特别是在本教材的编写过程中,遵循高职高专教学的特点,注重基础知识与实践应用相结合,概念清楚、重点突出,通过实例帮助理解,以微机接口应用技术贯穿全书,内容取材上,力求反映微型计算机的最新技术和新知识,在内容上以 Inter 8086/8088 为基础,介绍流行的 Inter 80486 和 Pentium 微处理器在结构上的变化和工作方式,以适应微机技术的不断发展。本教材适合作为计算机类专业的高职高专教材,亦可作为电子应用、电力工程类专业等非计算机专业学生学习微型计算机原理与接口技术的教材和参考书。

本教材共分 11 章。其中第 1 章介绍微型计算机基础知识,第 2 章介绍 8086 指令系统及汇编语言程序设计的方法与技巧,第 3 章介绍存储器的结构、工作原理与 CPU 的连接,第 4 章介绍微机接口及总线技术,第 5 章介绍中断技术和 8259A 中断控制器,第 6~7 章分别介绍并行接口和串行接口的结构与应用,第 8 章介绍定时/计数技术及 8253A 定时计数器的结构、原理和应用,第 9 章介绍 DMA 控制器的工作原理和 8237A 控制器的结构、原理和应用,第 10 章介绍模拟接口 A/D、D/A 转换器的工作原理与应用,第 11 章介绍键盘接口、显示器接口、打印机接口等人机交互设备接口的结构和工作原理。

本教材由重庆电力高等专科学校李泽中任主编,重庆电子职业技术学院张开成和重庆工业高等专科学校王成敏任副主编。其中第 1、2 章由重庆电力高等专科学校李泽中编写,第 3、4、附录由重庆电力高等专科学校肖贵元编写,第 5、6、7 章由重庆工业高等专科学校王成敏编写,第 8 章由重庆电子职业

技术学院张开成编写,第9章由兰州工业高等专科学校周耿烈编写,第10、11章由重庆交通学院毕波编写,全书由李泽中统稿。在编写过程中重庆大学出版社给予支持与帮助,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者  
2004年3月

# 目 录

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 第1章 微型计算机基础知识 .....        | 1   |
| 1.1 微型计算机概述 .....          | 1   |
| 1.2 计算机中的数和编码系统 .....      | 7   |
| 1.3 微处理器 .....             | 15  |
| 习题1 .....                  | 30  |
| 第2章 指令系统及汇编语言程序设计 .....    | 32  |
| 2.1 概述 .....               | 32  |
| 2.2 寻址方式 .....             | 33  |
| 2.3 8086/8088 指令系统 .....   | 35  |
| 2.4 伪指令 .....              | 61  |
| 2.5 汇编语言程序设计 .....         | 66  |
| 2.6 汇编语言程序的上机过程及调试 .....   | 82  |
| 习题2 .....                  | 88  |
| 第3章 存储器系统 .....            | 91  |
| 3.1 存储器概述 .....            | 91  |
| 3.2 随机读写存储器 RAM .....      | 94  |
| 3.3 只读存储器 ROM .....        | 99  |
| 3.4 存储器的扩展 .....           | 102 |
| 3.5 CPU 与存储器的连接 .....      | 105 |
| 3.6 8086 的存储器组织 .....      | 106 |
| 习题3 .....                  | 107 |
| 第4章 微机接口及总线技术 .....        | 110 |
| 4.1 微机接口概述 .....           | 110 |
| 4.2 CPU 与接口之间传送信息的方式 ..... | 112 |
| 4.3 I/O 端口地址译码技术 .....     | 116 |
| 4.4 总线技术 .....             | 121 |
| 习题4 .....                  | 130 |
| 第5章 中断技术 .....             | 132 |
| 5.1 中断的基本概念 .....          | 132 |

|               |                         |            |
|---------------|-------------------------|------------|
| 5.2           | 8086 的中断系统 .....        | 133        |
| 5.3           | 8259A 可编程中断控制器 .....    | 135        |
| 5.4           | 8259A 在微机系统中的应用举例 ..... | 143        |
|               | 习题 5 .....              | 144        |
| <b>第 6 章</b>  | <b>并行接口 .....</b>       | <b>145</b> |
| 6.1           | 并行接口概述 .....            | 145        |
| 6.2           | 8255A 可编程并行接口芯片 .....   | 146        |
| 6.3           | 8255A 的应用举例 .....       | 153        |
|               | 习题 6 .....              | 156        |
| <b>第 7 章</b>  | <b>串行接口 .....</b>       | <b>157</b> |
| 7.1           | 串行通信的基本概念 .....         | 157        |
| 7.2           | 串行通信接口标准 .....          | 159        |
| 7.3           | 可编程串行接口芯片 8251A .....   | 161        |
| 7.4           | 8251A 的应用 .....         | 166        |
|               | 习题 7 .....              | 168        |
| <b>第 8 章</b>  | <b>定时/计数技术 .....</b>    | <b>169</b> |
| 8.1           | 概述 .....                | 169        |
| 8.2           | 8253A 定时计数器 .....       | 169        |
| 8.3           | 8253A 的应用举例 .....       | 185        |
|               | 习题 8 .....              | 188        |
| <b>第 9 章</b>  | <b>DMA 技术 .....</b>     | <b>189</b> |
| 9.1           | DMA 的基本概念 .....         | 189        |
| 9.2           | 可编程 DMA 控制器 8237A ..... | 191        |
| 9.3           | 8237A 初始化编程 .....       | 202        |
| 9.4           | 8237A 应用举例 .....        | 205        |
|               | 习题 9 .....              | 209        |
| <b>第 10 章</b> | <b>模拟接口 .....</b>       | <b>211</b> |
| 10.1          | 概述 .....                | 211        |
| 10.2          | 多路开关及采样保持电路 .....       | 212        |
| 10.3          | 数/模(D/A)转换器 .....       | 215        |
| 10.4          | 模/数(A/D)转换器 .....       | 223        |
|               | 习题 10 .....             | 229        |
| <b>第 11 章</b> | <b>人机交互设备接口 .....</b>   | <b>230</b> |
| 11.1          | 键盘接口 .....              | 230        |
| 11.2          | 显示器接口 .....             | 239        |
| 11.3          | 打印机接口 .....             | 244        |
| 11.4          | 软磁盘存储器接口 .....          | 247        |
| <b>附录</b>     | <b>.....</b>            | <b>252</b> |
| 附录 1          | ASCII 字符表 .....         | 252        |

|      |                    |     |
|------|--------------------|-----|
| 附录 2 | 8086 指令表 .....     | 254 |
| 附录 3 | DOS 系统功能调用表 .....  | 264 |
| 附录 4 | BIOS 中断功能调用表 ..... | 271 |
| 附录 5 | DOS 功能调用表 .....    | 274 |
| 附录 6 | 汇编出错代码注释 .....     | 274 |
| 参考文献 | .....              | 278 |

# 第 1 章

## 微型计算机基础知识

---

**内容提要** 本章主要介绍微型计算机的基础知识,首先讲解计算机中的数制及计算机中常用的几种数制及其相互间的数据转换方法,介绍了计算机中的编码规则,介绍了 ASCII 码、BCD 码、汉字编码和计算机中带符号数的表示方法;阐述了微型计算机的基本结构,重点介绍了 8086 微处理器的组成;同时对 80486 微处理器和 Pentium 微处理器的结构作了简要介绍。

### 1.1 微型计算机概述

#### 1.1.1 计算机的发展

##### (1) 计算机的发展

计算机是一种现代的信息处理工具,其主要特性是自动化、通用化。作为一种解决问题的工具,电子计算机可以解析自然界中各种现象,大到宇宙天体、人类社会,小到企、事业单位和家庭中的各种问题。

1946 年世界上第一台电子数字计算机 ENIAC 问世至今,只有短短 50 多年历史,随着电子技术的不断发展,计算机的发展主要经历了以下四个发展阶段:

第一代电子管计算机时代(1946 年—50 年代后期)其主要特点是采用电子管做基本器件。在这一时期,主要为军事与国防尖端技术的需要而研制计算机,其研究成果逐步扩展到民用,并转为工业产品,形成了计算机工业。

第二代晶体管计算机时代(20 世纪 50 年代中期到 60 年代后期)这一时期的计算机由电子管改为晶体管,因而缩小了体积,降低了功耗,提高了速度和可靠性,而且价格不断下降。应用范围从军事国防进一步扩大到气象、工程设计、数据处理以及其他科学研究等领域。

第三代小规模集成电路计算机时代(20 世纪 60 年代中期到 70 年代前期)这一时期的计算机采用集成电路作为基本器件,因此,功耗、体积、价格等进一步下降,而速度及可靠性相应地提高,这就促使了计算机的应用范围进一步扩大。正是由于集成电路成本的迅速下降,产生了成本较低而功能不太强的小型计算机供应市场,占领了许多数据处理的应用领域。

第四代大规模(LSI)和超大规模(VLSI)集成电路时代(20 世纪 70 年代至今)第四代计算

机采用大规模或超大规模集成电路,这种工艺可在硅半导体上集成几千、几万、几千万乃至数亿个电子器件。从而使得将计算机的运算器和控制器集成到了一个芯片上,产生了微处理器,便有了微型计算机。

(2) 微型计算机的发展

从 1971 年 Intel 公司首先推出了第一个 4 位微处理器芯片(Intel 4004),集成了2 300个晶体管。同年,第一台使用 Intel 4004 芯片的微型计算机(MCS-4 系统)宣告诞生。其后,大量 8 位微处理器迅速推向市场。在这一时期,微型机的操作系统、高级语言、工具软件和应用软件日趋完善。

1981 年 IBM 公司推出的 IBM PC 机是微型机发展的一个里程碑。IBM 公司采用了 Intel 公司的 8088 微处理器和 Microsoft(微软)公司的 MS-DOS 操作系统,并公布了 IBM PC 的总线设计,这些举措促进了兼容机的发展和微机的规模生产,形成了事实上的标准。以后 Intel 公司又陆续推出了 80286、80386 微处理器芯片取代 8086/8088。与此同时,AMD 公司和 Cyrix 等公司也生产 Intel 80X86 系列的兼容产品而成为 Intel 公司的主要竞争对手。兼容微处理器产品以更高的性能价格比赢得了一定的市场份额。

Intel 公司的 32 位微处理器产品始于 80386,并于 1993 年推出 Pentium 微处理器,接着 Pentium MMX(带多媒体指令的 Pentium 微处理器)、Pentium Pro、Pentium II、Pentium III 和 Pentium IV 相继问世。Pentium IV 主频可达到 2 GHz 以上,增强了浮点运算、并行处理、图像处理和连接因特网的功能。

1.1.2 微型计算机的组成

微型计算机通常由微处理器(CPU)、存储器(ROM,BAM)、I/O 接口电路及系统总线(包括地址总线 AB、数据总线 DB、控制总线 CB)组成,如图 1.1 所示。

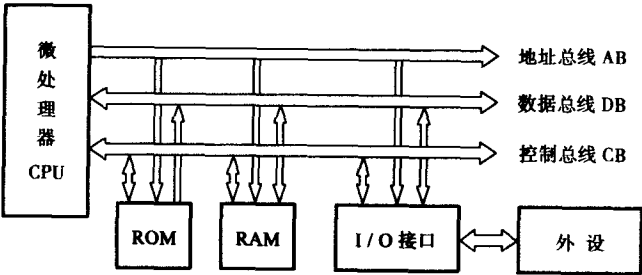


图 1.1 微型计算机的基本结构

由图可知,就微型机的基本组成原理而言,它与其他各类计算机并无本质上的区别,但由于微型机广泛使用了大规模和超大规模集成电路,便决定了微型机在组成上又有它自己的特点。在微型计算机中,各功能部件之间通过系统总线(AB、DB、CB)相连,这使得各功能部件之间的相互关系转化为各部件面向系统总线的单一关系,这是微型计算机在体系结构上的最突出特点。它不仅为微型机的生产和系统功能的扩充或更新提供了方便,而且为微型计算机产品的标准化、系列化及通用性打下了良好基础。下面对各功能部件作简要介绍。

(1) 微处理器

微处理器是大规模集成电路形成的中央处理机,即 CPU。微处理器是把运算器和控制器

这两部分功能部件集成在一个芯片上的超大规模集成电路。微处理器是微型计算机的核心部件,它的功能是按指令要求进行算术和逻辑运算,暂存数据以及控制和指挥其他部件协调工作。

必须指出,微处理器本身并不能单独构成一个独立的工作系统,也不能独立地执行程序,必须配上存储器、输入输出设备构成一个完整的微型计算机系统后才能独立工作。

## (2) 存储器

微型计算机的存储器用来存放当前正在使用的或经常使用的程序和数据。存储器按读、写方式分为随机存储器 RAM(Random Access Memory)和只读存储器 ROM(Read only Memory)。RAM 也称为读/写存储器,工作过程中 CPU 可根据需要随时对其内容进行读或写操作, RAM 是易失性存储器,即其内容在断电后会全部丢失,因而只能存放暂时性的程序和数据; ROM 的内容只能读出不能写入,断电后其所存信息仍保留不变,是非易失性存储器,所以 ROM 常用来存放永久性的程序和数据。如初始导引程序、监控程序、操作系统中的基本输入、输出管理程序 BIOS 等。

## (3) 输入/输出接口电路(I/O 接口)

输入/输出接口电路是微型计算机的重要组成部件。它是微型计算机连接外部输入、输出设备及各种控制对象并与外界进行信息交换的逻辑控制电路。由于外设的结构、工作速度、信号形式和数据格式等各不相同,因此它们不能直接挂接到系统总线上,必须用输入/输出接口电路来做中间转换,才能实现与 CPU 间的信息交换。I/O 接口也称 I/O 适配器,不同的外设必须配备不同的 I/O 适配器。I/O 接口电路是微机应用系统必不可少的重要组成部分。任何一个微机应用系统的研制和设计,都必须进行 I/O 接口的研制和设计。因此 I/O 接口技术是本课程讨论的重要内容,我们将在第3章后详细介绍。

## (4) 总线(BUS)

总线是计算机系统中各部件之间传送信息的公共通道,是微型计算机的重要组成部件。它由若干条通信线和驱动器组成,驱动器由起隔离作用的各种三态门器件组成。微型计算机在结构形式上总是采用总线结构,即构成微机的各功能部件(微处理器、存储器、I/O 接口电路等)之间通过总线相连接,这是微型计算机系统结构上的独特之处。采用总线结构之后,使系统中各功能部件间的相互关系转变为各部件面向总线的单一关系,一个部件(功能板/卡)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,从而使系统功能扩充或更新更容易,结构简单,可靠性大大提高。

### 1.1.3 微型计算机的特点和应用

#### (1) 微型计算机的特点

由于微型计算机是采用 LSI 和 VLSI 组成的,因此它除了具有一般计算机的运算速度快、计算精度高、记忆功能和逻辑判断力强、自动工作等常规特点外,还有它自己的独特优点:

##### 1) 体积小、重量轻、功耗低

由于采用了大规模和超大规模集成电路,从而使构成微型计算机所需的器件数目大为减少,体积大为缩小。一个与小型机 CPU 功能相当的 16 位微处理器 MC68000,由 13 000 个标准门电路组成,其芯片面积仅为  $42.25 \text{ mm}^2$ ,功耗为 1.25 W。32 位的超级微处理器 80486,有 120 万个晶体管电路,其芯片面积仅为  $16 \times 11 \text{ mm}^2$ ,芯片的重量仅十几克。工作在 50 MHz 时

钟频率时的最大功耗仅为 3 W。随着微处理器技术的发展,今后推出的高性能微处理器产品体积更小、功耗更低而功能更强,这些优点对于航空、航天、智能仪器仪表等领域具有特别重要的意义。

### 2) 可靠性高、使用环境要求低

微型计算机采用大规模集成电路以后,使系统内使用的芯片数大大减少、从而使印刷电路板上的连线减少,接插件数目大幅度减少,加之 MOS 电路芯片本身功耗低、发热量小,使微型计算机的可靠性大大提高,因而也降低了对使用环境的要求,普通的办公室和家庭环境就能满足要求。

### 3) 结构简单灵活、系统设计方便、适应性强

微型计算机多采用模块化的硬件结构,特别是采用总线结构后,使微型计算机系统成为一个开放的体系结构,系统中各功能部件通过标准化的插槽和接口相连,用户选择不同的功能部件(板卡)和相应外设就可构成不同要求和规模的微型计算机系统。由于微型计算机的模块化结构和可编程功能,使得一个标准的微型计算机在不改变系统硬件设计或只部分地改变某些硬件时,在相应软件的支持下就能适应不同的应用任务的要求,或升级为更高档次的微机系统。从而使微型计算机具有很强的适应性和广泛的应用范围。

### 4) 性能价格比高

随着大规模和超大规模集成电路技术的不断成熟,集成电路芯片的价格越来越低,微型机的成本不断下降,同时也使许多过去只在大、中型计算机中采用的技术(如流水线技术、RISC 技术、虚拟存储技术等)也在微型机中采用,许多高性能的微型计算机(如 80486、Pentium Pro、Pentium II、Pentium IV 等)的性能实际上已经超过了中、小型计算机(甚至是大型机)的水平,但其价格要比中、小型机低几个数量级,当前一台配置为 Pentium IV 2 GHz 主频,80 G 硬盘,256 M 内存,50 倍速(1 倍速是 150 KB/s)光驱,17 英寸彩显或液晶显示器微机其价格也不过 6 000 ~ 8 000 元。而其性能可达数百 MIPS。

随着超大规模集成电路技术的进一步成熟,生产规模和自动化程度的不断提高,微型机的价格还会越来越便宜,而性能会越来越高,这将使微型计算机得到更为广泛的应用。

## (2) 微型计算机的应用

由于微型计算机具有体积小、重量轻、功耗低、功能强、可靠性高、结构灵活、使用环境要求低、价格低廉等一系列特点和优点,因此,得到了广泛的应用,如卫星、导弹的发射、石油勘探、天气预报、邮电通信、空中交通管制和航空订票、CAD/CAM、智能仪器、家用电气乃至电子表、儿童玩具等,它已渗透到国民经济的各个部门,几乎无处不在。微型计算机的问世和飞速发展,使计算机真正走出了科学的殿堂,进入到人类社会生产和生活的各个方面。使它从过去只限于各部门、各单位少数专业人员使用普及到广大民众乃至中小学生,成为人们工作和生活不可缺少的工具,从而归纳有以下几个方面:

### 1) 科学计算

科学计算一直是电子计算机的重要应用领域。世界上第一台电子计算机 ENIAC 就是专为计算高炮弹道而设计的。如今,卫星、导弹的轨道计算,核武器试验,航天飞机发射,天气、地震预测预报,大型桥梁、高层建筑、重型机械等的结构设计,飞机船舶的外型设计等等都需要进行极其复杂和大量的科学计算,它们离不开大型高速计算机。在基础科学研究领域,生物学中的人工胰岛素的合成,物质分子结构的分析等复杂计算也都离不开大型高速计算机。随着微

处理器技术的不断发展,性能不断升级,高档微型计算机已具有较强的运算能力,已能满足相当范围的科学计算的需要,特别是微巨型机的发展以及用多个微处理器组成的并行处理机系统,其功能和计算速度已可与大型计算机相匹敌,而成本只有大型机的几分之一,使微型计算机用于科学计算的前景更为广阔。

### 2) 信息处理和事务管理

计算机应用最广泛的领域之一是信息处理。所谓信息处理,就是利用计算机对科学实验、生产管理、社会与经济活动领域中获得的大量数据进行存储、交换、处理。在当今的信息化社会中,用微型计算机进行信息处理已成为必不可少的手段。将微型机配上适当的应用软件,可以很方便地对各种信息按不同要求进行分类、检索、变换、存储、打印或显示。在微机联网后还可实现信息传送、资源共享,提高信息利用率。例如银行的电子化系统可在一个城市乃至全国实现通存通兑,财务管理、人事档案管理、股票期货交易、航空订票系统、军事情报、企业管理系统等都是靠微机和网络来实现的。随着现代化管理的需要,办公自动化也成为微机应用的一个重要领域,它除了完成一般的数据信息处理之外,还可进行决策、判断,进行必要的方案论证和规划,以实现现代化的科学管理。微机加上相应的专用硬件,还可处理图文、声像等多媒体信息。

### 3) 工业控制/自动控制

利用微型计算机及时检测和收集某一生产活动中某些必需的数据,并按最佳状况进行自动调节和控制,称为实时控制或过程控制。如各种生产线自动控制、石化装置的巡回检测,炉窑温度控制、钢材的轧制控制,卫星、导弹的发射与姿态控制等,都必须靠微机来实现。在工业生产过程中使用了实时计算机控制及自动生产线,可以实现设备的自动在线检测与控制,剔除不合格产品,以保证产品质量和生产安全,提高生产效益,减轻工人的劳动强度,节省能源。特别是微机控制的机器人可以代替人在恶劣环境下工作。

### 4) 计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)

CAD/CAM 是微机应用的另一重要领域。CAD 是指用计算机来帮助设计者进行各种工程设计、模拟、测试。设计者可以通过 CAD 软件在 CRT 图形显示器上从不同侧面或空间观察自己的设计,通过鼠标或光笔方便地修改自己的设计,直到满意为止。通过模拟来验证自己的设计是否合理,是否达到预期要求。CAD 技术使工程设计走向自动化,提高设计效率,缩短开发周期,降低制造成本。CAD 技术在服装设计、电子、汽车、机械制造行业中已被广泛应用并取得显著成效。

CAM 是指利用计算机来控制机械加工、制造,用计算机控制以数控机床为中心的机械加工系统,可以实现加工件的自动运输、组装、加工、测量、检查等功能。目前微型机可完成中、小型的 CAD/CAM 任务,较大的 CAD/CAM 任务一般由工作站(Workstation)来完成,CAD/CAM 的最高形式是目前的 CIMS(Computer-Integrated Manufacturing System,计算机集成制造系统)系统。

### 5) 人工智能(AI)

简单地说,人工智能(AI, Artificial Intelligence)就是将人脑在进行演绎推理时的思维过程、规则和所采取的策略、技巧等编制成计算机程序,在计算机中存储一些公理和推理规则,然后让计算机自己去探索解题的方法,也就是使计算机具有人脑的部分思维功能。使计算机通过学习,不断积累知识和自我完善,能够解决那些人们难以解决或至今还不知道如何解决的

问题。

专家系统、智能机器人、神经网络技术、自动定理证明等是人工智能研究领域的典型应用,专家系统是指用计算机模拟专家的行为,根据输入的原始数据进行推理,做出判断和决策,从而起到专家的作用,如医疗诊断专家系统,利用电脑可以看病。神经网络技术就是模拟人脑的细胞结构和信息传递方式来研制智能计算机。智能机器人是人工智能领域各种研究课题的综合产物,其目标是努力为机器人配置各种智能,如感知能力、推理能力、规划能力和说话能力等,使智能机器人可以主动适应周围环境的变化和通过学习提高自己的工作能力。如代替人从事有害环境中的危险工作等。在这一系列的应用研究中,高性能的微型计算机是其有力工具。

除了上述几方面外,微型计算机应用的另一分支就是邮电通信领域,计算机和通信技术的结合,促进了计算机网络的发展,同时又促进了邮电通信技术的发展。各种跨地域的广域计算机网可以传送电子邮件,如今建设中的信息高速公路、各种跨地域的邮电通信网的控制、各种大型交换机控制都离不开计算机,特别是高性能的微型计算机。

### 1.1.4 现代微型计算机及相关技术的发展趋势

目前微型计算机基本上是沿着两个方向发展:一是生产性能更好的如8位、16位的单片微型计算机,主要是面向要求低成本的家电、传统工业改造及普及教育等,其特点是专用化、多功能、可靠性好;二是发展32位、64位微型计算机,面向更加复杂的数据处理,OA和DA科学计算等,其特点是大量采用最新技术成果,在IC技术、体系结构等方面,向高性能、多功能的方向发展,下面主要介绍高档微处理器技术发展的一些趋势。

#### (1) 多级流水线结构

在一般的微处理器中,在一个总线周期(或一个机器周期)未执行完以前,地址总线上的地址是不能更新的。在流水线结构情况下,如80286以上的总线周期中,当前一个指令周期正执行命令时,下一条指令的地址已被送到地址线,这样从宏观上来看两条指令执行在时间上是重叠的。这种流水线结构可大大提高微处理器的处理速度。

#### (2) 芯片上存储管理技术

该技术是把存储器管理部件与微处理器集成在一个芯片上。目前把数据高速缓存、指令高速缓存与MMU(存储器管理单元)结合在一起的趋势已十分明显,这样可以减少CPU的执行时间,减轻总线的负担。例如,摩托罗拉的MC 68030将256个字节的指令高速缓存及256个字节的指令高速缓存与MMU做在一起构成Cache/Memory Unit。

#### (3) 虚拟存储管理技术

该技术已成为当前存储器管理中的一个重要技术,它允许用户将外存看成是主存储器的扩充,即模拟一个比实际主存储器大得多的存储系统,而且它的操作过程是完全透明的。

#### (4) 并行处理的哈佛(HarVard)结构

为了克服CPU数据总线宽度的限制,尤其是在单处理器情况下,进一步提高微处理器的处理速度,采用高度并行处理技术——哈佛(HarVard)结构已成为引入瞩目的趋势。哈佛结构的基本特性是:采用多个内部数据/地址总线;将数据和指令缓存的存取分开;使MMU和转换后缓存存储器(TLB)与CPU实现并行操作。该结构是一种非冯·诺依曼结构。

### (5) RISC 结构

所谓 RISC 结构就是简化指令集的微处理器结构。其指导思想是在微处理器芯片中,将那些不常用的由硬件实现的复杂指令改由软件来实现,而硬件只支持常用的简单指令。这种方法可以大大减少硬件的复杂程度,并显著地减少了处理器芯片的逻辑门个数,从而提高了处理器的总性能。这种结构更适合于当前微处理器芯片新半导体材料的开发和应用,例如,用砷化镓(GaAs)取代硅半导体材料制成的微处理器,具有抗辐射、对温度不敏感、低功耗等优点。

在恶劣环境下运行良好,并且可以获得非常高的运算速度。但是,这种材料与硅相比,其加工技术难以掌握,技术还不成熟,芯片的集成度还远远满足不了传统的复杂指令系统计算机(CISC)的要求。

### (6) 整片集成技术(Wafer-scale Integration)

目前高档微处理器已基本转向 CMOS VLS 工艺,集成度已突破千万晶体管大关。一个令人瞩目的动向是新一代的微处理器芯片已将更多的功能部件集成在一起,并做在一个芯片上。目前在一个 CPU 的芯片上已实现了芯片上的存储管理、高速缓存、浮点协处理器部件、通信 I/O 接口、时钟定时器等。同时,单芯片多处理器并行处理技术也已由不少厂家研制出来。

另外,从微型计算机系统角度来看,采用多机系统结构、增强图形处理能力、提高网络通信性能等方面都是当今微型计算机系统所追求的目标。

## 1.2 计算机中的数和编码系统

### 1.2.1 计算机中的进位计数制

#### (1) 进位计数制的基本概念

##### 1) 日常生活中的十进制计数

数制是人们利用符号来计数的规则和方法。日常生活中人们通常使用十进制计数。十进制的特点是“逢十进一”。十进制计数系统中,有十个不同的数字符号 0~9。我们知道,在一个十进制数中,同一个数字符号处在不同位置上所代表的值是不同的,例如数字 5 在十位数位置上时表示 50,在百位数位置上时表示 500,而在小数点后第 1 位上则表示 0.5。同一个数字符号,不管它在哪一个十进制数中,只要在相同位置上其值是相同的,如 256 与 1 256 中的数字 5 都是在十位数位置上,它们都表示 50。通常我们称某个固定位置上的计数单位为“位权”或“权”,每一位数码与该位“位权”的乘积表示了该位数值的大小。十进制计数中的 10 称为基数。“位权”和“基数”是进位计数制的两个要素。

##### 2) 计算机中采用的进位计数制

电子计算机内部工作时使用二进制运算,而程序设计时则可使用二进制、十进制、八进制和十六进制。在计算机内部,一切信息(包括数值、字符、指挥计算机动作的指令等)的存储、处理与传送均采用二进制的形式。由于八进制、十六进制与二进制间有着非常简单的对应关系,在阅读与书写时常常采用八进制或十六进制。表 1.1 和表 1.2 给出了常用的四种计数法的表示及其相互关系。

表 1.1 四种进制的表示

| 计数法  | 二进制   | 八进制         | 十进制         | 十六进制                      |
|------|-------|-------------|-------------|---------------------------|
| 进位规则 | 逢二进一  | 逢八进一        | 逢十进一        | 逢十六进一                     |
| 基数 R | 2     | 8           | 10          | 16                        |
| 所用符号 | 0,1   | 0,1,2,...,7 | 0,1,2,...,9 | 0,1,2,...,9,<br>A,B,...,F |
| 权    | $2^i$ | $8^i$       | $10^i$      | $16^i$                    |
| 数字标识 | B     | Q           | D           | H                         |

表 1.2 四种计数法表示数的对应关系

| 十进制 | 二进制  | 八进制 | 十六进制 | 十进制 | 二进制   | 八进制 | 十六进制 |
|-----|------|-----|------|-----|-------|-----|------|
| 0   | 0    | 0   | 0    | 9   | 1001  | 11  | 9    |
| 1   | 1    | 1   | 1    | 10  | 1010  | 12  | A    |
| 2   | 10   | 2   | 2    | 11  | 1011  | 13  | B    |
| 3   | 11   | 3   | 3    | 12  | 1100  | 14  | C    |
| 4   | 100  | 4   | 4    | 13  | 1101  | 15  | D    |
| 5   | 101  | 5   | 5    | 14  | 1110  | 16  | E    |
| 6   | 110  | 6   | 6    | 15  | 1111  | 17  | F    |
| 7   | 111  | 7   | 7    | 16  | 10000 | 20  | 10   |
| 8   | 1000 | 10  | 8    |     |       |     |      |

(2) 四种不同进制数的相互转换

1) 任意进制数 (R 进制) 的表示

任意一个  $n$  位整数,  $m$  位小数的  $R$  进制数表示如下(称为位权展开式):

$$S = \sum_{i=-m}^{n-1} r_i R^i = r_{n-1} R^{n-1} + r_{n-2} R^{n-2} + r_{n-3} R^{n-3} + \cdots + r_1 R^1 + r_0 R^0 + r_{-1} R^{-1} + \cdots + r_{-m} R^{-m}$$

其中,  $r_i$  为计数制中任一个数字,  $R$  为基数。

例如: 十进制数 309.84 可按权展开式写成:

$$3 \times 10^2 + 0 \times 10^1 + 9 \times 10^0 + 8 \times 10^{-1} + 4 \times 10^{-2}$$

对于八进制数  $(406)_8 = 4 \times 8^2 + 6 \times 8^0$

二进制数  $(110101)_2 = 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^0$

十六进制数  $(AC7.B)_{16} = 10 \times 16^2 + 12 \times 16^1 + 7 \times 16^0 + 11 \times 16^{-1}$

从上可知, 按权展开式的和就是该数转换为十进制数的值。

2) 二进制与十进制数的相互转换

① 二进制数转换为十进制数

方法: 直接按位权展开求和。

例 1.1 请把二进制数 (111.011) 转化为十进制数。

解  $(111.011)_2 = 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} = 4 + 2 + 1 + 0.25 + 0.125 = 7.375$

## ②十进制数转换为二进制数

方法:整数采用“除以2取余法”,小数采用“乘以2取整法”。

例 1.2 将十进制数 37.375 转换为二进制数。

解 将整数和小数部分分别转换如下:

| 整数部分 |    |    | 小数部分            |    |    |
|------|----|----|-----------------|----|----|
| 2    | 37 | 余数 | 0.375           | 整数 |    |
| 2    | 18 | 1  | $\times 2$      |    |    |
| 2    | 9  | 0  | $\boxed{0}.750$ | 0  | 高位 |
| 2    | 4  | 1  | $\times 2$      |    |    |
| 2    | 2  | 0  | $\boxed{1}.500$ | 1  |    |
| 2    | 1  | 0  | $\times 2$      |    |    |
| 2    | 0  | 1  | $\boxed{1}.000$ | 1  | 低位 |

故:  $(37.375)_{10} = (100101.011)_2$

我们发现有这样的规律,以  $2^0$  为基准向左每一位依次  $\times 2$ ,向右每一位依次  $\div 2$  就得到上面表中的十进制值。例如,  $(86.625)_{10}$  的整数 86 可看成由  $64 + 16 + 4 + 2$  组成, 0.625 可看成  $0.5 + 0.125$ ,那么在相应的权值下面写上 1,其余写 0,如下所示:

|    |    |    |   |   |   |   |     |      |       |
|----|----|----|---|---|---|---|-----|------|-------|
| 64 | 32 | 16 | 8 | 4 | 2 | 1 | 0.5 | 0.25 | 0.125 |
| 1  | 0  | 1  | 0 | 1 | 1 | 0 | 1   | 0    | 1     |

就是它等值的二进制数。故:  $(86.625)_{10} = (1010110.101)_2$

## ③二进制数与八进制数的相互转换

### ● 二进制数转换成八进制数

方法:将二进制数自小数点开始分别向左、向右划段,每 3 位划为一段,不足 3 位者用 0 补满,每段写成 1 位八进制数即可。

例 1.3 将  $(1111100.0111011)_2$  转换为八进制数。

解  $\begin{array}{cccccc} 001 & 111 & 100. & 011 & 101 & 100 \\ 1 & 7 & 4. & 3 & 5 & 4 \end{array}$

故:  $(1101100.0111011)_2 = (174.354)_8$

### ● 八进制数转换成二进制数

方法:将八进制数整数部分和小数部分的数字逐个用对应的 3 位二进制数替代即可。

例 1.4 将  $(645.25)_8$  转换为二进制数。

解  $\begin{array}{cccccc} 6 & 4 & 5. & 0 & 5 \\ 110 & 100 & 101. & 010 & 101 \end{array}$

故:  $(635.05)_8 = (110100101.010101)_2$

## ④二进制数与十六进制数的相互转换

### ● 二进制数转换为十六进制数

方法:从小数点开始,分别向左、向右每 4 位数字划分为一段,不足 4 位者填 0 补足,每段二进制数用 1 位十六进制数替代即可。