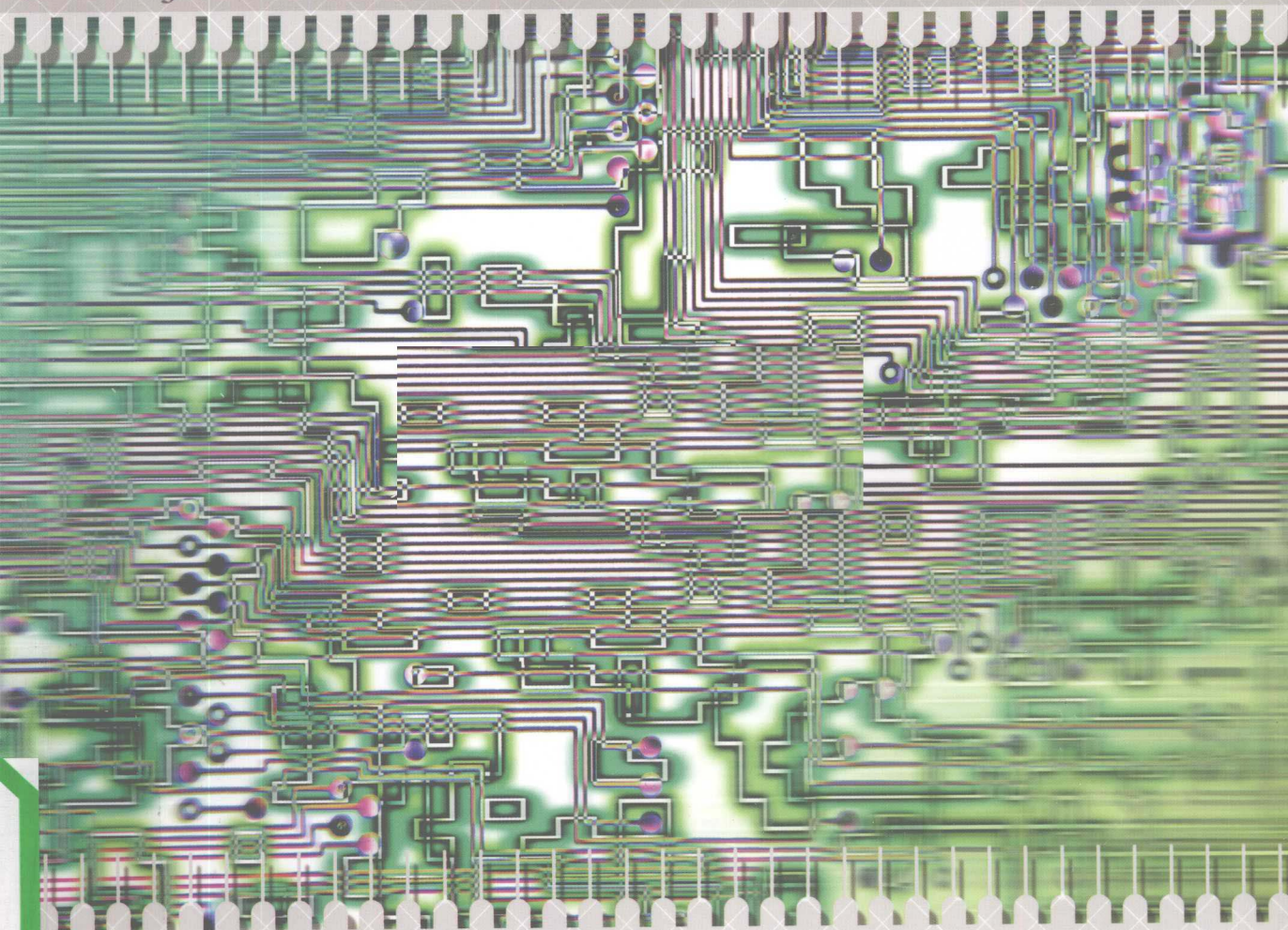


安徽省高等学校“十一五”省级规划教材

# 微机原理与 接口技术

○ 周国祥 主编

W e i j i Y u a n l i Y u J i e k o u J i s h u



中国科学技术大学出版社

安徽省高等学校“十一五”省级规划教材

# 微机原理与接口技术

周国祥 主编

中国科学技术大学出版社

## 内 容 简 介

本书以国家教育部计算机专业和电气、电子信息专业微机原理类课程教学大纲为基础编写而成,详细介绍了“微型计算机原理与接口技术”课程中的相关内容。结构严谨,内容丰富,语言流畅,适合高等院校“微型计算机原理与接口技术”课程教学需要,也可供相关自学者、工程技术人员参考、使用。

## 图书在版编目(CIP)数据

微机原理与接口技术/周国祥主编. —合肥:中国科学技术大学出版社, 2010. 8  
ISBN 978-7-312-02605-8

I. 微… II. 周… 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(2010)第 119197 号

**出版** 中国科学技术大学出版社  
安徽省合肥市金寨路 96 号 邮编:230026  
网址:<http://press.ustc.edu.cn>  
**印刷** 合肥华星印务有限责任公司  
**发行** 中国科学技术大学出版社  
**经销** 全国新华书店  
**开本** 787 mm×1092 mm 1/16  
**印张** 26  
**字数** 682 千  
**版次** 2010 年 8 月第 1 版  
**印次** 2010 年 8 月第 1 次印刷  
**定价** 38.00 元

# 前 言

“微型计算机原理与接口技术”是计算机科学与技术专业的一门专业基础课程,也是电子信息类、自动化控制专业的必修课程。本课程是在修完“计算机基础”、“高级语言程序设计”、“数字逻辑”、“计算机组成原理”和“汇编语言程序设计”之后开设,通过本课程的学习,将大大提高学生的计算机硬件和软件知识,能够将硬件和软件有机结合起来,培养分析和设计微机应用系统的能力。

本书以国家教育部计算机专业和电气、电子信息专业微机原理类课程教学大纲为基础,面向 21 世纪计算机专业人才市场,立足于该课程教学内容和课程体系的改革,以培养计算机专业的高水平、高质量的工程技术人才为目标。为此,我们编写组人员在集多年的教学和科研经验的基础上,精心组织和编排内容。在编写本书的过程中,编者参考了国内外大量的文献资料和相关教材,吸取各家之长,力求做到深入浅出、重点突出、条理清晰、通俗易懂。全书共分 13 章,分别为:微型计算机概论,80x86 微处理器,80x86 指令系统,汇编语言程序设计,半导体存储器,基本输入输出技术,中断,并行接口及可编程接口芯片 8255A,定时/计数器及可编程接口芯片 8253,串行接口及可编程接口芯片 8251A,DMA 可编程控制器 8237A,A/D 与 D/A 转换接口技术,微型计算机总线技术。

本书由合肥工业大学周国祥教授主编,其中第 1、13 章由周国祥编写;第 2、7、12 章由合肥工业大学胡社教编写;第 3、4 章由合肥工业大学王琼编写;第 5 章由合肥工业大学王建新编写;第 6、11 章由安徽工业大学纪平编写;第 8、9、10 章由安徽农业大学许高建编写。周国祥负责全书统稿。

韩江洪教授审阅了全书,并提出了许多宝贵意见,在此表示衷心感谢!

由于作者水平所限,加上编写时间紧促,书中不妥和疏漏之处在所难免,殷切希望同行专家和广大读者批评指正。

编 者  
2010 年 3 月

# 目 录

|                                |        |
|--------------------------------|--------|
| 前言 .....                       | ( i )  |
| 第 1 章 微型计算机概论 .....            | ( 1 )  |
| 1.1 微型计算机概述 .....              | ( 1 )  |
| 1.1.1 微型计算机的发展概况 .....         | ( 1 )  |
| 1.1.2 微型计算机的特点 .....           | ( 4 )  |
| 1.1.3 微型计算机的应用 .....           | ( 4 )  |
| 1.2 微型计算机系统 .....              | ( 5 )  |
| 1.2.1 微处理器、微型计算机、微型计算机系统 ..... | ( 5 )  |
| 1.2.2 微型计算机的分类 .....           | ( 7 )  |
| 1.3 微型计算机的结构 .....             | ( 8 )  |
| 1.3.1 总线结构 .....               | ( 9 )  |
| 1.3.2 微型计算机的基本组成及其功能 .....     | ( 10 ) |
| 1.3.3 微型计算机的工作过程 .....         | ( 12 ) |
| 1.4 微型计算机的主要性能指标 .....         | ( 13 ) |
| 1.4.1 字长 .....                 | ( 13 ) |
| 1.4.2 主频 .....                 | ( 13 ) |
| 1.4.3 内存储器容量 .....             | ( 13 ) |
| 1.4.4 运算速度 .....               | ( 14 ) |
| 1.4.5 外设扩展能力 .....             | ( 14 ) |
| 1.4.6 软件配置 .....               | ( 14 ) |
| 1.5 微型计算机运算基础 .....            | ( 14 ) |
| 1.5.1 微型计算机中常用的几种计数制 .....     | ( 14 ) |
| 1.5.2 微型计算机中数和字符的表示 .....      | ( 17 ) |
| 1.5.3 原码、反码、补码及其运算法则 .....     | ( 20 ) |
| 本章小结 .....                     | ( 22 ) |
| 第 2 章 80x86 微处理器 .....         | ( 23 ) |
| 2.1 微处理器的基本结构 .....            | ( 23 ) |
| 2.1.1 算术逻辑单元 ALU .....         | ( 23 ) |
| 2.1.2 控制器 .....                | ( 24 ) |
| 2.1.3 总线与总线缓冲器 .....           | ( 27 ) |
| 2.1.4 寄存器阵列 .....              | ( 27 ) |
| 2.2 Intel 8086 微处理器 .....      | ( 29 ) |
| 2.2.1 8086 的寄存器结构 .....        | ( 29 ) |
| 2.2.2 8086 CPU 的编程结构 .....     | ( 31 ) |
| 2.2.3 8086 CPU 的引脚及其功能 .....   | ( 34 ) |
| 2.3 8086 中的程序状态字和堆栈 .....      | ( 38 ) |
| 2.3.1 程序状态字 .....              | ( 38 ) |



|                                       |       |
|---------------------------------------|-------|
| 2.3.2 堆栈 .....                        | (40)  |
| 2.4 8086 系统的组成 .....                  | (41)  |
| 2.4.1 存储器组织与存储器分段 .....               | (41)  |
| 2.4.2 输入/输出结构 .....                   | (45)  |
| 2.4.3 总线接口结构 .....                    | (46)  |
| 2.4.4 8086 的两种组态 .....                | (48)  |
| 2.5 8086 系统时钟和总线周期 .....              | (52)  |
| 2.5.1 系统时钟 .....                      | (52)  |
| 2.5.2 总线周期 .....                      | (55)  |
| 2.6 80386 微处理器 .....                  | (57)  |
| 2.6.1 80386 微处理器的主要特性 .....           | (57)  |
| 2.6.2 80386 内部基本结构 .....              | (57)  |
| 2.6.3 80386 内部寄存器 .....               | (59)  |
| 2.6.4 80386 处理器引脚信号 .....             | (61)  |
| 2.7 80386 的虚拟存储机制 .....               | (62)  |
| 2.7.1 虚拟存储技术 .....                    | (62)  |
| 2.7.2 片内两级存储管理 .....                  | (64)  |
| 2.8 80486 微处理器 .....                  | (70)  |
| 2.8.1 80486 内部结构 .....                | (70)  |
| 2.8.2 80486 CPU 的特点 .....             | (71)  |
| 2.8.3 80486 CPU 主要引脚信号 .....          | (72)  |
| 2.9 Pentium 处理器 .....                 | (74)  |
| 2.9.1 Pentium 处理器的特点 .....            | (74)  |
| 2.9.2 Pentium 处理器内部框图与信号功能 .....      | (75)  |
| 2.9.3 80486 与 Pentium 总线之间的主要区别 ..... | (78)  |
| 本章小结 .....                            | (79)  |
| <b>第3章 80x86 指令系统</b> .....           | (80)  |
| 3.1 8086 寻址方式 .....                   | (80)  |
| 3.1.1 指令概述 .....                      | (80)  |
| 3.1.2 8086 指令系统的寻址方式 .....            | (81)  |
| 3.2 8086 指令系统 .....                   | (89)  |
| 3.2.1 数据传送指令 .....                    | (90)  |
| 3.2.2 算术运算指令 .....                    | (100) |
| 3.2.3 逻辑运算和移位指令 .....                 | (115) |
| 3.2.4 串处理指令 .....                     | (121) |
| 3.2.5 控制转移指令 .....                    | (128) |
| 3.2.6 处理机控制类指令 .....                  | (143) |
| 3.3 80x86 指令系统介绍 .....                | (145) |
| 3.3.1 80286 指令系统 .....                | (145) |
| 3.3.2 80386 指令系统 .....                | (147) |
| 本章小结 .....                            | (150) |

|                                       |       |
|---------------------------------------|-------|
| 第 4 章 汇编语言程序设计 .....                  | (153) |
| 4.1 汇编语言程序格式 .....                    | (153) |
| 4.1.1 源程序的分段结构 .....                  | (154) |
| 4.1.2 汇编语言伪指令 .....                   | (155) |
| 4.1.3 汇编语言指令 .....                    | (163) |
| 4.1.4 MASM 中的表达式 .....                | (164) |
| 4.2 汇编语言程序设计 .....                    | (170) |
| 4.2.1 程序设计的基本方法 .....                 | (170) |
| 4.2.2 顺序程序设计 .....                    | (170) |
| 4.2.3 分支程序设计 .....                    | (171) |
| 4.2.4 循环程序设计 .....                    | (174) |
| 4.2.5 子程序设计 .....                     | (179) |
| 4.3 DOS 系统功能调用 .....                  | (185) |
| 4.3.1 DOS 操作系统简介 .....                | (185) |
| 4.3.2 常用的 DOS 系统功能调用 .....            | (186) |
| 4.4 汇编语言上机过程 .....                    | (192) |
| 4.4.1 汇编语言的工作环境 .....                 | (192) |
| 4.4.2 汇编语言程序的上机步骤 .....               | (193) |
| 4.4.3 汇编语言程序运行实例 .....                | (193) |
| 本章小结 .....                            | (196) |
| 第 5 章 半导体存储器 .....                    | (197) |
| 5.1 存储器的一般概念和分类 .....                 | (197) |
| 5.1.1 存储器的分类 .....                    | (197) |
| 5.1.2 存储器的主要性能指标 .....                | (200) |
| 5.1.3 半导体存储器芯片的基本结构 .....             | (202) |
| 5.2 随机读写存储器 RAM .....                 | (204) |
| 5.2.1 静态随机存储器 SRAM(Static RAM) .....  | (204) |
| 5.2.2 动态随机存储器 DRAM(Dynamic RAM) ..... | (209) |
| 5.2.3 常用内存条 .....                     | (216) |
| 5.3 只读存储器 ROM .....                   | (219) |
| 5.3.1 掩膜只读存储器 .....                   | (219) |
| 5.3.2 一次性可编程只读存储器 PROM .....          | (220) |
| 5.3.3 可多次编程的只读存储器 .....               | (221) |
| 5.3.4 闪速存储器 Flash Memory .....        | (227) |
| 5.4 存储器与 CPU 的连接 .....                | (231) |
| 5.4.1 基本存储器体的构成 .....                 | (232) |
| 5.4.2 存储器与地址总线的连接 .....               | (233) |
| 5.4.3 存储器与数据总线的连接 .....               | (236) |
| 5.4.4 存储器与控制总线的连接 .....               | (239) |
| 5.4.5 8086 CPU 存储器系统实例 .....          | (239) |
| 5.5 新型存储器及发展方向 .....                  | (240) |
| 5.5.1 多端口存储器 .....                    | (241) |

|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| 5.5.2 集成化组合式的存储器 .....              | (241) |
| 5.5.3 铁电存储器 .....                   | (242) |
| 5.5.4 磁阻(性)存储器 .....                | (243) |
| 5.5.5 存储器的发展趋向和新技术 .....            | (243) |
| 本章小结 .....                          | (244) |
| <b>第6章 基本输入输出技术</b> .....           | (245) |
| 6.1 I/O 接口概述 .....                  | (245) |
| 6.1.1 I/O 接口 .....                  | (245) |
| 6.1.2 接口信息 .....                    | (247) |
| 6.1.3 端口及编址方式 .....                 | (248) |
| 6.1.4 I/O 地址的译码 .....               | (249) |
| 6.1.5 数据传送方式 .....                  | (251) |
| 6.2 无条件传送方式及其接口 .....               | (251) |
| 6.3 查询传送方式及其接口 .....                | (253) |
| 6.3.1 查询式输入接口 .....                 | (254) |
| 6.3.2 查询式输出接口 .....                 | (255) |
| 6.4 中断传送方式及其接口 .....                | (256) |
| 6.5 DMA 传送方式 .....                  | (257) |
| 本章小结 .....                          | (260) |
| <b>第7章 中断</b> .....                 | (261) |
| 7.1 中断系统 .....                      | (261) |
| 7.1.1 中断的基本概念及作用 .....              | (261) |
| 7.1.2 中断处理系统 .....                  | (262) |
| 7.2 8086 CPU 中断系统 .....             | (266) |
| 7.2.1 8086 CPU 的中断源 .....           | (266) |
| 7.2.2 8086 CPU 的中断响应过程 .....        | (268) |
| 7.2.3 中断向量表 .....                   | (270) |
| 7.2.4 中断程序设计 .....                  | (272) |
| 7.3 可编程中断控制器 Intel 8259A .....      | (273) |
| 7.3.1 8259A 的引脚信号及结构 .....          | (274) |
| 7.3.2 8259A 的工作方式 .....             | (277) |
| 7.3.3 8259A 的编程 .....               | (279) |
| 7.3.4 8259A 的中断级联 .....             | (286) |
| 本章小结 .....                          | (291) |
| <b>第8章 并行接口及可编程接口芯片 8255A</b> ..... | (293) |
| 8.1 并行接口概述 .....                    | (293) |
| 8.2 可编程并行接口芯片 8255A 工作原理 .....      | (294) |
| 8.2.1 8255A 的内部结构和引脚 .....          | (294) |
| 8.2.2 8255A 的控制字 .....              | (296) |
| 8.2.3 8255A 三种工作方式的功能说明 .....       | (298) |
| 8.3 可编程并行接口芯片 8255A 应用举例 .....      | (302) |
| 8.3.1 8255A 与键盘的接口 .....            | (302) |



|                                        |       |
|----------------------------------------|-------|
| 8.3.2 8255A 与 LED 显示的接口 .....          | (306) |
| 8.3.3 8255A 与并行打印机的接口 .....            | (308) |
| 本章小结 .....                             | (310) |
| <b>第 9 章 定时/计数器及可编程接口芯片 8253</b> ..... | (311) |
| 9.1 定时/计数器概述 .....                     | (311) |
| 9.2 可编程定时/计数器芯片 8253 工作原理 .....        | (312) |
| 9.2.1 8253 的内部结构和引脚信号 .....            | (312) |
| 9.2.2 8253 初始化编程步骤和门控信号的功能 .....       | (314) |
| 9.2.3 8253 的工作方式 .....                 | (315) |
| 9.3 8253 应用举例 .....                    | (322) |
| 9.3.1 8253 定时功能的应用 .....               | (322) |
| 9.3.2 8253 计数功能的应用 .....               | (323) |
| 9.3.3 8253 在 IBM-PC 机中的应用 .....        | (325) |
| 本章小结 .....                             | (325) |
| <b>第 10 章 串行接口及可编程接口芯片 8251A</b> ..... | (326) |
| 10.1 串行通信概述 .....                      | (326) |
| 10.1.1 数据传送的方向 .....                   | (326) |
| 10.1.2 串行通信的两种基本工作方式 .....             | (327) |
| 10.1.3 串行通信速率 .....                    | (328) |
| 10.1.4 串行通信接口芯片 UART 和 USART .....     | (328) |
| 10.2 可编程串行通信接口芯片 8251A .....           | (329) |
| 10.2.1 8251A 的内部结构和引脚 .....            | (329) |
| 10.2.2 8251A 的初始化编程 .....              | (333) |
| 10.2.3 8251A 应用举例 .....                | (336) |
| 10.3 RS-232C 串行口 .....                 | (340) |
| 10.3.1 RS-232C 电气特性及接口信号 .....         | (340) |
| 10.3.2 RS-232C 与 TTL 电平的转换 .....       | (341) |
| 本章小结 .....                             | (342) |
| <b>第 11 章 DMA 可编程控制器 8237A</b> .....   | (343) |
| 11.1 DMA 控制器 8237A 的内部结构及引脚 .....      | (343) |
| 11.1.1 8237A 的内部结构 .....               | (343) |
| 11.1.2 8237A 的引脚 .....                 | (344) |
| 11.2 8237A 的工作原理 .....                 | (345) |
| 11.2.1 8237A 的工作时序 .....               | (346) |
| 11.2.2 8237A 的工作方式 .....               | (347) |
| 11.2.3 8237A 的寄存器 .....                | (349) |
| 11.3 8237A 的编程及应用 .....                | (354) |
| 11.3.1 8237A 的编程 .....                 | (354) |
| 11.3.2 8237A 在系统中的典型连接 .....           | (355) |
| 11.3.3 8237A 的应用 .....                 | (356) |
| 本章小结 .....                             | (358) |

|                                      |       |
|--------------------------------------|-------|
| <b>第 12 章 A/D 与 D/A 转换接口技术</b> ..... | (359) |
| 12.1 工业测控系统 .....                    | (359) |
| 12.2 D/A 转换器 .....                   | (360) |
| 12.2.1 D/A 转换器的基本原理 .....            | (360) |
| 12.2.2 D/A 转换器的主要指标和选型 .....         | (362) |
| 12.2.3 8 位 DAC0832 及其应用 .....        | (363) |
| 12.2.4 D/A 转换器应用 .....               | (368) |
| 12.2.5 12 位 DAC1210 及其应用 .....       | (368) |
| 12.3 A/D 转换器 .....                   | (370) |
| 12.3.1 A/D 转换器的基本原理 .....            | (370) |
| 12.3.2 A/D 转换器技术指标 .....             | (373) |
| 12.3.3 8 位 ADC0809 及其应用 .....        | (373) |
| 12.3.4 12 位 A/D 转换器 AD574 及其应用 ..... | (377) |
| 本章小结 .....                           | (380) |
| <b>第 13 章 微型计算机总线技术</b> .....        | (381) |
| 13.1 总线的基本概念 .....                   | (381) |
| 13.1.1 概述 .....                      | (381) |
| 13.1.2 总线的分类 .....                   | (382) |
| 13.2 总线结构 .....                      | (383) |
| 13.2.1 总线的系统结构 .....                 | (383) |
| 13.2.2 总线的层次结构 .....                 | (386) |
| 13.3 总线技术 .....                      | (387) |
| 13.3.1 总线的基本功能 .....                 | (387) |
| 13.3.2 总线的数据传送 .....                 | (388) |
| 13.3.3 总线的仲裁控制 .....                 | (389) |
| 13.3.4 总线驱动及出错处理 .....               | (392) |
| 13.3.5 总线的性能指标 .....                 | (392) |
| 13.3.6 总线标准 .....                    | (394) |
| 13.4 ISA 总线 .....                    | (394) |
| 13.4.1 ISA 总线的特点 .....               | (394) |
| 13.4.2 ISA 总线的信号 .....               | (395) |
| 13.5 PCI 总线 .....                    | (398) |
| 13.5.1 PCI 总线的特点 .....               | (398) |
| 13.5.2 PCI 总线的信号 .....               | (399) |
| 13.6 USB 总线 .....                    | (402) |
| 13.6.1 USB 的发展 .....                 | (402) |
| 13.6.2 USB 的功能 .....                 | (403) |
| 13.6.3 USB 的应用 .....                 | (404) |
| 本章小结 .....                           | (404) |
| <b>参考文献</b> .....                    | (405) |

# 第1章 微型计算机概论

本章作为全书的基础,对微型计算机的发展,微型计算机的性能、特点和微型计算机的应用进行了概述,详细介绍了微型计算机的一些基本概念,对微型计算机的组成及其工作原理、微型计算机系统结构和运算基础知识也做了相关介绍,从而使读者能够对微型计算机的相关内容有一个基本的认识,掌握微型计算机的有关基础知识。

## 1.1 微型计算机概述

### 1.1.1 微型计算机的发展概况

当今人类社会已步入信息化、网络化时代,计算机已成为人们日常工作和生活不可缺少的基本工具。微型计算机凭着自身的独特优点,在工业、农业等各个行业得到迅速广泛的应用,成为人们使用最多的计算机类型。

微型计算机主要采用大规模或超大规模集成化技术,是计算机向着微型化发展的产物。微型计算机的核心部件是微处理器,它体现了一个微机系统的主要性能。因此,微型计算机的发展总是以微处理器的发展为标志。自1971年Intel公司推出第一台微处理器(4004芯片)产品开始,30多年来,微处理器得到迅速发展。以下根据CPU的性能和出现的年代,将微处理器分成5代不同产品给以介绍。

#### 1. 第一代微处理器(1971年开始)

4位和8位的微处理器,典型产品为:

- 1971年——Intel 4004
- 1972年——Intel 8008

芯片采用PMOS工艺,集成度为2000只晶体管/片,时钟频率小于1MHz,寻址空间只有640B,平均指令执行时间为10~151 $\mu$ s,采用机器语言编程。

#### 2. 第二代微处理器(1973年开始)

8位微处理器,典型产品为:

- 1973年——Intel 8080
- 1974年——Motorola Mc6800
- 1975年——Zilog Z80
- 1976年——Intel 8085

8位微处理器采用NMOS工艺,集成度达9000只晶体管/片,时钟频率2MHz,寻址空间为4KB,平均指令执行时间1~2 $\mu$ s。用它们构成的微型计算机在结构上已具有计算机的

体系结构,有中断和 DMA 等功能,指令系统较为完善,软件上也配备了汇编语言、BASIC 语言、FORTRAN 语言和操作系统。

### 3. 第三代微处理器(1978 年开始)

16 位微处理器,典型产品为:

- 1978 年——Intel 8086
- 1979 年——Zilog Z8000
- 1979 年——Motorola 68000
- 1983 年——Intel 80286

16 位微处理器采用 HMOS 工艺,集成度达 2~7 万只晶体管/片,时钟频率 4~25 MHz,平均指令执行时间 0.5  $\mu$ s。指令系统丰富,采用多级中断,多重寻址方式,有段寄存器结构,配有磁盘操作系统、数据库管理系统和多种高级语言。尤其是 Intel 8086 被用作 IBM PC 的中央处理器,时钟频率为 5 MHz,数据总线 16 位,地址总线 20 位,可寻址 1 MB 内存空间,投放市场后,促进了个人计算机的应用与推广。

由于 Intel 8086 缺乏存储器管理,1983 年,Intel 公司启用 Intel 80286 中央处理器,研制了 IBM PC/AT 机。Intel 80286 与 Intel 8086 向上兼容,有 24 位地址线,寻址能力达 16 MB,时钟频率达 25 MHz。IBM PC/AT 的运算速度比 IBM PC/XT 快 12 倍,包含了存储器管理和保护方式,支持虚拟存储器体系。

### 4. 第四代微处理器(1983 年开始)

32 位微处理器,典型产品为:

- 1983 年——Zilog Z80000
- 1984 年——Motorola 68020
- 1985 年——Intel 80386
- 1989 年——Intel 80486

Intel 80386 CPU 采用 CHMOS 工艺,集成度高达 15~50 万只晶体管/片,时钟频率 16~40 MHz,平均指令执行时间小于 0.1  $\mu$ s。数据总线和地址总线为 32 位,寻址能力达 4 GB,采用段页式存储器管理机制,提供带有存储器保护的虚拟存储,容量达 246 字节,运算速度达到 300~400 万条指令/秒。80386 提供了真正的多任务和建立“虚拟 8086 系统”的能力。1989 年,Intel 和 Motorola 公司又推出了更高性能的 32 位微处理器: Intel 80486, Motorola 68040,集成度达 120 万只晶体管/片,系统性能为 80386 的 2~4 倍,增加了片内协处理器、片内高速缓存(Cache),内部数据总线宽度为 64 位。80486 采用了 RISC (Reduced Instruction Set Computer,简化指令集计算机)技术,降低了每条指令执行所需要的时间,使 Intel 80486 处理速度极大地提高,相同时钟频率下运算速度比 Intel 80386 快 30%。

### 5. 第五代微处理器(1993 年开始)

(1) Pentium(奔腾,以 P5 代称)

1993 年 3 月,Intel 公司推出了最新微处理器 Pentium 586,主频为 60 MHz(其后推出的 Pentium 586 系列主频有 75、90、100、120、133 MHz 几种,最高达 166 MHz),利用亚微米的 CMOS 技术设计,集成度高达 310 万只晶体管/片。尽管 Pentium 仍然是 32 位微处理器,但 Pentium 采用了全新的体系结构,运用超标量流水线设计。Pentium 共有 3 个执行部件,即浮点执行部件和 U、V 两个流水线型的整数执行部件。两个流水线可以和浮点部件独立工

作。片内有存放控制 Pentium 结构微程序的 ROM, 还有两个超高速缓冲存储器, 即 8 KB 一次程序高速缓冲存储器和 8 KB 一次高速数据缓冲存储器, 它们都属于 L1 Cache, 节省了 CPU 的存储时间; 浮点运算单元重新设计, 采用 8 级流水线和部分固化指令, 提高了浮点运算的速度; 采用动态转移预测的全新概念, 预测分支程序的指令流向, 节省了 CPU 判别分支的时间。

同一时期推出的第五代微处理器还有 IBM、Apple、Motorola 三家联盟的 Power PC, AMD 公司的 K5 和 Cyrix 公司的 M1。

#### (2) Pentium Pro(高能奔腾)

Intel 公司于 1995 年推出了新型的 32 位微处理器, 代号 P6, 其正式命名为 Pentium Pro (高能奔腾), 其片内集成了 550 万只晶体管, 具有 64 位数据线和 36 位地址线, 物理地址空间 64 GB( $2^{36}$ ), 虚拟存储空间 64 TB, Pentium Pro 将一个 256 KB 的 L2 Cache (IQ) 封装到芯片内, L2 Cache 和微处理器同频高速工作。Pentium Pro 还实现了动态执行技术(乱序执行), 有一个能放 30 条指令的指令池, 处理器可以先执行已经形成操作数的指令。

#### (3) Pentium MMX(多能奔腾)

1996 年, Intel 推出了 Pentium MMX。MMX(Multi Media eXtension)是 Intel 公司为增强 Pentium CPU 在音像图形和通信方面的应用而采取的新技术, 它为 CPU 增加了 57 条 MMX 指令。此外, 还将 CPU 芯片内的 Cache 由原来的 16 KB 增加到 32 KB(即 16 KB 指令 Cache+16 KB 数据 Cache)。在运行含有 MMX 指令的程序时, 带有 MMX 功能的 CPU 比普通 CPU 在处理多媒体的能力上提高了 60% 左右。

#### (4) Pentium II、Pentium III

1997 年 5 月和 1999 年 2 月, Intel 公司先后发布了 Pentium II 和 Pentium III, 它们均采用 P6 的核心结构, 都属于 32 位微处理器。

与 Pentium Pro 相比, Pentium II 集成了 750 万只晶体管, 增加了 MMX 技术, 能同时处理两条 MMX 指令。L1 Cache 增加了 32 KB, 并配备了 512 KB 的 L2 Cache。Pentium II 采用了双独立总线结构, 前端总线 FBS 负责主存储器的访问, 后端总线连接到 L2 Cache 上。

Pentium III 微处理器集成了 950~2800 万只晶体管, 它不仅提高了主频, 而且整体性能大大提高。它的内部增加了 70 条新的 SSE 指令, 使得语言处理能力提高了 37%, 图形图像处理能力提高了 64%。Pentium III 微处理器首次内置序列号, 能唯一标识一个微处理器。

类似的微处理器还有 AMD 公司的 K7。

#### (5) Pentium IV

2000 年底, Intel 公司推出了它的新一代高性能 32 位微处理器 Pentium IV, 2001 年底又推出了它的改进型。在体系结构上, Pentium IV 采用和上述 Pentium 系列产品截然不同的架构。Pentium IV 采用超级管道技术, 使用长达 20 级的分支预测/恢复管道。Pentium IV 简单的技术逻辑单元运行在 2 倍的处理核心频率下。动态执行技术(程序执行)中的指令池能容下 126 条指令。有一个 4 KB 分支目标缓冲, 相对于 P6 处理器的分支预测能力, 分支错误预测的数量大约降低 33% 以上。Pentium IV 增加了由 144 条新指令组成的 SSE2, 这 144 条新指令提供 128 位 SIMD(单指令流与数据流)整数算法操作和 128 位 SIMD 双精度浮点操作。

除了 Pentium IV 以外, Intel 公司、AMD 公司以及其他一些公司积极研制和开发了新一

代的 64 位微处理器。Intel 公司和 HP 公司合作设计了 Intel 的第一个 64 位微处理器 Itanium, 该处理器并不是在 Intel 32 位 x86 结构的微处理器上做简单的扩展, 而是一种全新的设计。2001 年 5 月 29 日, Intel 公司正式推出了 64 位微处理器 Itanium CPU。

发展到今天, 微处理器在整体性能、处理速度、3D 图形图像处理、多媒体信息处理及通信等诸多方面达到甚至超过了小型机。

### 1.1.2 微型计算机的特点

微型计算机中的主要部件和相关电路均采用大规模和超大规模集成电路技术, 微型计算机的体系结构使用总线结构和多总线结构, 因此, 微型计算机与小型计算机相比有以下特点:

#### (1) 体积小, 功耗低

一个微处理器芯片可以集成在几十平方毫米的硅片上。16 位微处理器 68000 有 1.3 万个门电路, 芯片大小为  $6.25\text{ mm} \times 7.14\text{ mm}$ , 功耗约 1.2 W; 32 位微处理器 80486 有 120 万个晶体管, 芯片大小为  $16\text{ mm} \times 11\text{ mm}$ , 50 MHz 时钟频率时最大功耗约 3 W, 4 MHz 时钟频率时最大功耗约 0.75 W。

#### (2) 可靠性高, 使用环境要求低

由于采用大规模集成电路, 简化了外部引线, 安装容易, 可靠性提高, 对使用环境无特殊要求。

#### (3) 系统外部芯片配套, 系统设计灵活

已设计出标准化、系列化的接口芯片及总线, 用户可以灵活地构造不同要求的系统。

#### (4) 性能优良, 价格低廉

微型计算机的价格比小型机价格低 1~2 个数量级, 性能却优于早期的小型机。随着科学技术的不断发展, 微型计算机进一步降低功耗, 提高 CPU 主频, 配置多媒体, 实现网络化应用。

### 1.1.3 微型计算机的应用

微型计算机问世 30 年, 从 IBM PC 微型计算机投入市场以来, 经历了 Intel 8086、Intel 80286、Intel 80386、Intel 80486、Pentium 586、Pentium II、Pentium III、Pentium IV 的发展历程。微型计算机由于具有独特的优点, 已被广泛地应用到以下各个领域。

#### (1) 科学计算

高档微型计算机具有较强的运算能力, 并且可以组成多处理器系统, 其功能可以与大型计算机相媲美, 而成本只有大型机的几分之一。

#### (2) 信息处理

在信息社会中, 用微型计算机进行信息处理、存储、交换已成为必不可少的手段。微型计算机配上适当的管理软件, 实现了办公自动化。银行办公、航空订票早已实现用微型计算机管理, 很多中小型企业的 MIS 系统也用微型计算机来完成。处理图、文、声、像的多媒体技术已在微机上实现, 成为 20 世纪 90 年代计算机的时代特征之一。



### (3) 计算机控制

在各个工业现场使用实时计算机控制及自动化生产线,可以大大提高产品的产量和质量,减轻人的劳动强度,节省能源,尤其是微机控制的机器人可以代替人在恶劣的环境下工作。卫星和导弹的发射也离不开计算机控制。

### (4) 智能仪器

很多仪器仪表已用微处理器代替了机械或电子部件的工作,从而大大地提高了仪器的智能水平及精度。智能仪器的发展开辟了微型计算机应用的新方向,如数字逻辑分析仪、脑电分析仪、CT 扫描仪、超声测试仪等。

### (5) 计算机通信

目前通信工业发展很迅速,微机控制的程控交换机早已在全国广泛使用,自动转报系统、无线寻呼系统已在各个城市迅速发展。通信工具越来越先进并且智能化,如光纤通信、卫星通信等。校园通信网遍布全国,城域网、广域网正在逐步建立,信息高速公路已开始实施,Internet(因特网)已迅速覆盖全球。计算机与通信已紧密结合。

### (6) 家用电器

日常生活中的家用电器用微处理器来控制已很普及,如全自动洗衣机、遥控空调、智能玩具等。

### (7) 计算机辅助设计/制造(CAD/CAM)和计算机辅助教学(CAI)

CAD/CAM 系统在汽车、机械制造等行业已经取得显著成效。CAI 系统配置多媒体生动形象,可以帮助学生学习。

总之,微型计算机应用范围很广,微型计算机的发展对我国国民经济的建设和发展正起着巨大的推动作用。

## 1.2 微型计算机系统

### 1.2.1 微处理器、微型计算机、微型计算机系统

#### 1. 微处理器

微处理器是由一片或几片大规模集成电路组成的中央处理器,简称 CPU。如图 1.1 所示,微处理器主要由算术逻辑单元 ALU、控制部件和寄存器三部分组成,其中:

- ① ALU 用来进行算术运算和逻辑运算。
- ② 控制部件用来产生一定的时序控制信号,控制指令所规定的操作的执行。
- ③ 寄存器用于存放指令、操作数和中间结果及地址信息等。

这三部分通过微处理器的内部总线相连。

随着微电子技术的发展,特别是超大规模集成电路技术的发展,微处理器的性能越来越强,工作频率越来越高。从 Intel 公司生产的世界上第一个 4 位微处理器 4004 发展到今天功能强大的 Pentium IV,微处理器的处理能力越来越强大。我们现在使用的微型计算机的处理能力已经赶上或超过早期小型机或中型机的处理能力,有些甚至与大型机的处理能力相差无几。

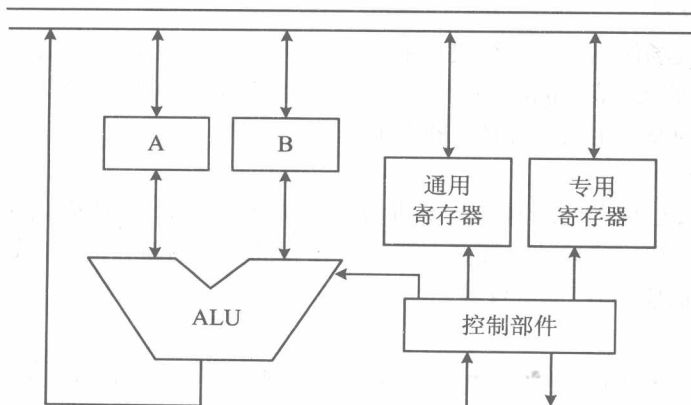


图 1.1 微处理器框图

## 2. 微型计算机

微型计算机通常简称为微型机,是由微处理器、主存储器、输入输出接口电路和总线构成的裸机。

如图 1.2 所示,其中:

- ① 微处理器是微型计算机执行指令进行控制和运算的核心部件。
- ② 主存储器是存储信息的部件,用来存储当前正在使用的程序和数据。
- ③ 微型计算机和外部设备之间的联系以及数据传输是通过 I/O 接口实现的,如显示器的接口、外存储器的接口等。
- ④ 总线是将 CPU、存储器和 I/O 接口电路连接起来的公共通路。总线分为地址总线(AB)、数据总线(DB)和控制总线(CB),分别用于传输地址、数据和控制信息。

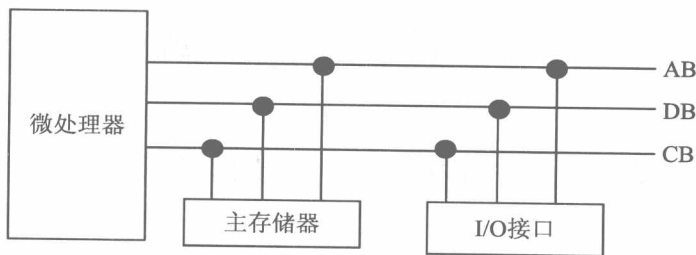


图 1.2 微型计算机组成

## 3. 微型计算机系统

微型计算机系统是指以微型计算机为主体,配以相应的外部设备、电源、辅助电路和所需要的软件而构成的计算机系统。

微型计算机系统可以分为硬件系统和软件系统,如图 1.3 所示。

① 硬件系统由微型计算机和电源、辅助电路及外部设备组成。常见的外部设备有键盘、鼠标、显示器、硬盘、打印机等。

② 软件系统包括系统软件、编译程序、数据库管理软件和各种应用程序。系统软件用于有效地管理计算机系统的各种资源,合理地组织计算机的工作流程,并为用户提供友好的人机接口。操作系统就是一种主要的系统软件。

微型计算机系统只有在硬件系统与软件系统相互配合的情况下才能正常而有效地工作。

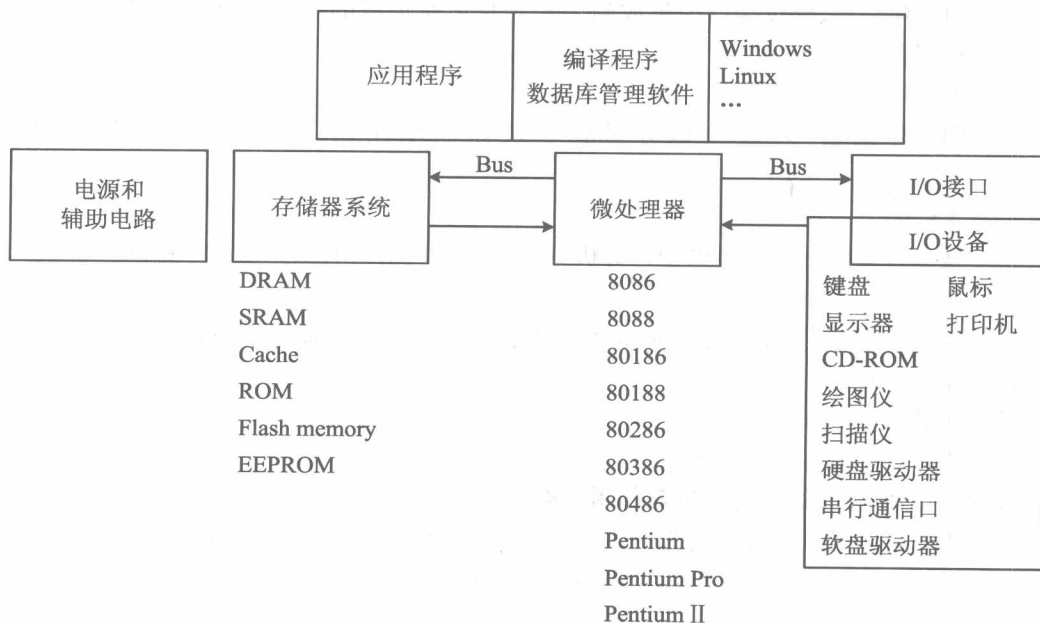


图 1.3 微型计算机系统框图

### 1.2.2 微型计算机的分类

微型计算机有多种分类方法,常用的有以下几种:

#### 1. 按字长分类

字长是指计算机能直接处理的二进制数的位数。微型计算机的性能很大程度上取决于CPU的字长。目前,微型计算机按字长可分为:

##### (1) 4位微型计算机

字长为4位,其CPU的典型代表为Intel 4004。

##### (2) 8位微型计算机

字长为8位,其CPU的典型代表为Intel 8080/8085、Motorola的M6800和Zilog的Z80。

##### (3) 16位微型计算机

字长为16位,其CPU的典型代表为Intel 8086/8088、Motorola的M68000和Zilog的Z8000。

##### (4) 32位微型计算机

字长为32位,其CPU的典型代表为Intel 80386、Intel 80486、Pentium。

##### (5) 64位微型计算机

字长为64位,其CPU的典型代表为Sun公司的UltraSparc、HP公司的PA 8000系列、DEC公司的Alpha 21164、Motorola加盟的Power PC 620等。