



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

单片机原理 及应用技术

汪建 主编



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

单片机原理及应用技术

主编 汪 建
编者 李 承 孙开放 杨风开

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 提 要

本书以 MCS-51 系列单片机为主线,系统地论述单片机的工作原理和应用技术。全书共分 10 章,其主要内容包括微型计算机的基础、MCS-51 系列单片机的硬件结构及其指令系统、汇编语言程序设计、存储器及其与单片机的连接、I/O 与中断、单片机的接口技术、单片机应用系统的设计、单片机的 C 语言程序设计等。在本书的编写中融入了作者多年来从事单片机教学和科研的体会与经验,力图体现理论联系实际、重在应用的原则。书中的各章均安排有一定数量的习题,供读者练习以巩固所学的知识。

本书可作为高等院校非计算机专业单片机课程的教学用书,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用技术/汪 建 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2012.5
ISBN 978-7-5609-7564-1

I. 单… II. 汪… III. 单片微型计算机 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 255475 号

单片机原理及应用技术

汪 建 主编

责任编辑:田 密

责任校对:刘 竣

封面设计:潘 群

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:仙桃市新华印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:21

字 数:550 千字

版 次:2012 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:35.80 元



华中出版

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前 言

随着计算机技术、信息技术的不断进步和发展,嵌入式系统被广泛应用于人类社会的众多领域,各种嵌入式产品如雨后春笋般地出现,极大地影响着人们的生产活动和日常生活,使人们不断体验着现代高新技术的神奇与魅力,深刻地改变了社会的面貌。嵌入式系统的出现和发展与单片机及其应用技术紧密相关,单片机技术是嵌入式系统的重要基础。

单片机又称为微控制器,是微型计算机的一个重要分支。自1974年世界上第一块单片机诞生以来,由于其具有体积小、功能强、可靠性高、面向控制、价格低廉等优点而获得了人们的青睐和高度重视,在智能仪器仪表、工业测控、机电一体化产品、家用电器、武器系统、计算机网络及通信设备等众多领域获得了广泛的应用。单片机技术的发展及其应用新成果的不断涌现成为现代高新技术的一个重要标志和象征。

美国Intel公司生产的MCS-51系列单片机由于其功能强、可靠性高、系统结构简单、价格低廉、易于学习使用等优点在我国有着十分广泛的应用,成为各行业、各领域应用单片机的首选。由于Intel公司不断推出以MCS-51单片机基本内核为核心的各种扩展、增强型单片机,因此预计在今后一段较长的时间内,MCS-51系列单片机仍然是我国单片机应用领域的一种主要机型。

本书以MCS-51系列单片机为主线,从硬件和软件两个方面全面而系统地介绍微型计算机的基础知识、单片机的基本工作原理及其应用技术。本书的特点是着重于普遍适用的微机基本工作原理和单片机基本应用技术的论述,使读者在学习本书之后,不仅能熟悉和掌握MCS-51系列单片机的原理和应用方法,而且能举一反三地把所学的知识运用于其他型号的单片机的学习之中,为日后深入学习和熟练运用单片机应用技术打下坚实的基础。在本书的编写中作者力图体现理论与实践相结合的原则,将单片机基本应用技术的学习和掌握作为论述的重点,用大量的例子阐述单片机的基本问题及其解决方法。全书结构紧凑、内容翔实,具有系统性和实用性,文字表述力求深入浅出、通俗易懂,便于自学。

全书共分10章。第1章为微型计算机基础,第2~6章为单片机原理(含存储器、I/O与中断)和汇编语言程序设计,第7~9章为单片机接口技术及单片机应用系统设计,第10章介绍单片机的C语言程序设计。每一章的末尾都有本章小结,各章均安排有一定数量的习题,供读者练习以掌握和巩固所学的知识。

汪建担任本书的主编,参加本书编写工作的有李承(第2、6章)、孙开放(第8、10章)、杨风开(第7、9章)、汪建(第1、3、4、5章),全书由汪建统稿。

本书原定名《MCS-96系列单片机原理及应用技术》,因新的教学计划的实施和教学内容的变化而改为现在的书名。本书的出版得到了华中科技大学出版社的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

鉴于作者的学识水平,书中难免存在错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2011年8月于华中科技大学

目 录

第 1 章 微型计算机基础	(1)
1.1 微型计算机概述	(1)
1.1.1 微型计算机的发展	(1)
1.1.2 微型计算机的特点	(3)
1.1.3 微型计算机的应用领域	(4)
1.1.4 微型计算机的分类	(5)
1.2 微型计算机的基本概念和术语	(6)
1.2.1 计算机的基本结构	(6)
1.2.2 微型计算机的有关概念	(10)
1.3 微型计算机的基本工作原理	(13)
1.3.1 模型计算机的基本结构	(13)
1.3.2 模型计算机的指令系统	(15)
1.3.3 模型计算机的程序编写	(15)
1.3.4 模型机程序的执行过程	(16)
1.4 单片机概述	(17)
1.4.1 单片机的特点	(18)
1.4.2 单片机的应用领域	(18)
1.4.3 单片机的分类	(19)
1.4.4 单片机的发展趋势	(20)
1.4.5 常用的单片机产品介绍	(21)
1.5 嵌入式系统概述	(25)
1.5.1 嵌入式系统的定义	(25)
1.5.2 嵌入式系统的构成	(26)
1.5.3 嵌入式系统的特点	(27)
1.5.4 嵌入式系统的应用领域	(27)
1.6 微型计算机中的数制和编码	(29)
1.6.1 微机中的数制	(29)
1.6.2 各种计数制之间的转换	(30)
1.6.3 微机中数的表示方法	(32)
1.6.4 计算机中的常用编码	(35)
本章小结	(37)
习题 1	(37)
第 2 章 MCS-51 单片机的基本结构与工作原理	(39)
2.1 MCS-51 单片机的总体结构	(39)

2.2 MCS-51 单片机的 CPU 及其特点	(40)
2.2.1 控制器	(41)
2.2.2 运算器	(42)
2.3 MCS-51 单片机的封装与引脚功能	(44)
2.3.1 51 系列单片机封装形式	(44)
2.3.2 51 单片机引脚与功能说明	(45)
2.4 MCS-51 单片机的存储空间	(47)
2.4.1 51 单片机存储空间总体分布	(47)
2.4.2 程序存储器地址空间	(48)
2.4.3 数据存储器区	(49)
2.5 MCS-51 单片机辅助电路及 CPU 时序	(54)
2.5.1 时钟电路与 CPU 时序	(54)
2.5.2 复位电路与复位状态	(56)
2.6 MCS-51 单片机主要硬件资源	(57)
2.6.1 并行接口	(57)
2.6.2 定时/计数器	(58)
2.6.3 串行接口	(58)
本章小结	(59)
习题 2	(59)
第 3 章 MCS-51 单片机指令系统	(61)
3.1 指令系统概述	(61)
3.1.1 指令的三种属性	(61)
3.1.2 指令的格式	(61)
3.1.3 操作数的类型	(62)
3.1.4 堆栈	(63)
3.2 描述指令的符号说明	(64)
3.3 寻址方式	(65)
3.4 数据传递指令	(67)
3.4.1 MOV 类指令	(68)
3.4.2 堆栈操作指令	(70)
3.4.3 交换指令	(71)
3.5 算术运算类指令	(71)
3.5.1 加、减法指令	(72)
3.5.2 乘、除法指令	(73)
3.5.3 十进制调整指令	(74)
3.5.4 增、减量指令	(74)
3.6 逻辑运算类指令	(75)
3.6.1 与、或、异或运算指令	(76)

3.6.2 对累加器 A 的单操作数逻辑操作指令	(77)
3.7 位操作类指令	(78)
3.7.1 位数据传送指令	(79)
3.7.2 位变量修改指令	(79)
3.7.3 位变量逻辑运算指令	(79)
3.7.4 位变量条件转移指令	(80)
3.8 控制转移类指令	(81)
3.8.1 无条件转移指令	(83)
3.8.2 条件转移指令	(84)
3.8.3 调用和返回指令	(85)
3.9 伪指令	(86)
3.9.1 伪指令的概念	(86)
3.9.2 常用伪指令介绍	(86)
本章小结	(88)
习题 3	(89)
第 4 章 汇编语言程序设计	(92)
4.1 概述	(92)
4.1.1 汇编语言语句的格式	(92)
4.1.2 汇编语言程序设计的一般步骤	(93)
4.2 顺序程序设计	(95)
4.2.1 顺序程序的概念	(95)
4.2.2 顺序程序设计示例	(95)
4.3 分支程序设计	(99)
4.3.1 分支程序的概念	(99)
4.3.2 分支程序设计示例	(100)
4.4 循环程序设计	(103)
4.4.1 循环程序的概念	(103)
4.4.2 循环程序的一般结构	(103)
4.4.3 循环程序设计示例	(104)
4.5 查表程序设计	(109)
4.5.1 查表程序的概念	(109)
4.5.2 查表程序设计示例	(109)
4.6 子程序设计	(113)
4.6.1 子程序的概念	(113)
4.6.2 子程序设计要点	(113)
4.6.3 子程序设计示例	(115)
4.7 运算程序设计	(117)
4.7.1 加减运算程序的设计	(117)
4.7.2 多字节和有符号数的乘法运算程序设计	(118)

4.7.3 多字节无符号数的除法运算程序设计	(120)
本章小结	(122)
习题 4	(123)
第 5 章 MCS-51 系列单片机的存储器扩展技术	(125)
5.1 存储器概述	(125)
5.1.1 存储器的主要性能指标	(125)
5.1.2 存储器的分类	(126)
5.1.3 典型半导体存储器芯片介绍	(128)
5.1.4 MCS-51 单片机的存储器结构	(132)
5.2 存储器的地址编码方法	(134)
5.2.1 线选法	(134)
5.2.2 全译码法	(136)
5.2.3 部分译码法	(138)
5.3 存储器与 CPU 的连接	(139)
5.3.1 存储器芯片的选择	(139)
5.3.2 存储器与 CPU 的信号线连接	(141)
5.3.3 存储器系统设计中常用的接口电路	(141)
5.4 MCS-51 单片机程序存储器的扩展	(143)
5.4.1 外部扩展一片 EPROM 芯片的系统	(143)
5.4.2 用线选法扩展多片 EPROM 芯片的系统	(144)
5.4.3 用译码器扩展多片 EPROM 芯片的系统	(145)
5.4.4 扩展 EEPROM 芯片的系统	(146)
5.5 MCS-51 单片机数据存储器的扩展	(146)
5.6 程序存储器和数据存储器的综合扩展	(147)
本章小结	(148)
习题 5	(149)
第 6 章 输入/输出与中断	(150)
6.1 输入/输出及接口技术概述	(150)
6.1.1 I/O 接口的功能	(150)
6.1.2 接口与端口	(151)
6.1.3 I/O 端口的编址方法	(151)
6.2 CPU 与外设之间交换信息的控制方式	(152)
6.2.1 程序控制传送方式	(152)
6.2.2 中断控制方式	(154)
6.2.3 直接存储器存取方式	(154)
6.3 中断技术概述	(154)
6.3.1 中断的概念	(154)
6.3.2 中断源及其分类	(155)

6.3.3 中断的作用	(155)
6.3.4 中断的管理	(156)
6.4 MCS-51 单片机的中断系统及其应用	(158)
6.4.1 MCS-51 单片机中断系统的结构框图	(159)
6.4.2 MCS-51 单片机的中断源	(159)
6.4.3 MCS-51 单片机的中断管理	(160)
6.4.4 MCS-51 单片机中断系统的应用	(163)
本章小结	(165)
习题 6	(166)
第 7 章 MCS-51 单片机硬件资源的应用技术	(167)
7.1 MCS-51 单片机并行 I/O 口的应用	(167)
7.1.1 MCS-51 单片机内部并行 I/O 口的结构	(167)
7.1.2 并行 I/O 接口的应用方法	(170)
7.1.3 简单并行 I/O 接口的扩展	(171)
7.2 MCS-51 单片机的定时器/计数器及其应用	(173)
7.2.1 定时器/计数器 T0 和 T1 的结构	(173)
7.2.2 定时器/计数器 T0 和 T1 的工作方式	(175)
7.2.3 定时器/计数器对输入信号的要求	(177)
7.2.4 定时器/计数器的应用	(178)
7.3 MCS-51 单片机的串行接口及其应用	(181)
7.3.1 串行通信的基础知识	(181)
7.3.2 MCS-51 单片机串行接口的结构	(184)
7.3.3 串行接口的控制寄存器 SCON 和电源控制寄存器 PCON	(185)
7.3.4 MCS-51 单片机串行接口的工作方式与波特率	(186)
7.3.5 MCS-51 单片机串行接口的应用	(189)
本章小结	(197)
习题 7	(197)
第 8 章 单片机的 I/O 接口技术	(199)
8.1 I/O 接口技术概述	(199)
8.1.1 接口分类及功能	(199)
8.1.2 接口电路的结构	(200)
8.1.3 接口数据传输的控制方式	(201)
8.1.4 用 8255A 扩展单片机的并行 I/O 接口	(201)
8.1.5 用 8155H 扩展单片机的并行 I/O 接口	(207)
8.2 单片机与 LED 显示器的接口技术	(213)
8.2.1 单片机与 LED 的接口	(213)
8.2.2 单片机与 LED 数码管显示器的接口	(215)
8.3 单片机与 LCD 显示器的接口技术	(218)
8.3.1 LCD 显示器的结构与工作原理	(219)

8.3.2 LCD 显示器与单片机接口示例	(224)
8.4 单片机与按键的接口技术	(226)
8.4.1 用单片机的 I/O 口扩展按键	(226)
8.4.2 单片机与非编码键盘的接口技术	(228)
8.5 单片机与微型打印机的接口技术	(230)
8.5.1 微型打印机的接口引脚信号	(230)
8.5.2 单片机与微型打印机的接口电路	(232)
8.5.3 汉字的机内码	(232)
8.5.4 打印机的控制命令	(233)
8.5.5 打印机编程	(236)
8.6 单片机与 A/D 转换器的接口技术	(237)
8.6.1 A/D 转换原理及采样保持	(237)
8.6.2 10 位 A/D 转换器 TLC1551 及应用	(240)
8.6.3 10 位 A/D 转换器 TLC1543 及应用	(243)
8.7 单片机与 D/A 转换器的接口技术	(247)
8.7.1 D/A 转换原理	(247)
8.7.2 8 位 D/A 转换器 DAC0832 及应用	(248)
8.7.3 10 位 D/A 转换器 TLC5617 及应用	(250)
本章小结	(253)
习题 8	(253)
第 9 章 单片机应用系统设计	(255)
9.1 概述	(255)
9.1.1 单片机应用系统的一般设计方法概述	(255)
9.1.2 单片机应用系统的调试方法	(257)
9.2 温度控制系统的设计	(258)
9.2.1 温度传感器	(258)
9.2.2 基于热电偶的水温控制系统设计	(265)
9.2.3 环境温湿度调节系统	(266)
9.3 直流电动机调速控制系统的设计	(267)
9.3.1 电动机的调速控制	(267)
9.3.2 电动机转速的测量	(272)
9.3.3 电动机电枢电流的测量	(273)
9.3.4 电动机的调速控制方式	(274)
9.3.5 单片机直流电动机调速控制系统	(274)
9.4 交流多功能表的设计	(275)
9.4.1 交流参数的数字测量方法	(275)
9.4.2 数字式交流多功能表的设计实例	(276)
本章小结	(280)
习题 9	(281)

第 10 章 单片机的 C 语言开发技术概述	(282)
10.1 C51 程序设计语言	(282)
10.1.1 C51 的标识符和关键字	(282)
10.1.2 C51 的数据类型	(284)
10.1.3 C51 的运算量	(286)
10.1.4 C51 存储模式	(290)
10.1.5 绝对地址的访问	(290)
10.1.6 C51 的运算符和表达式	(292)
10.1.7 C51 程序结构	(295)
10.2 Keil C51 集成开发环境	(302)
10.2.1 Keil μ Vision 4 IDE 使用简介	(303)
10.2.2 Keil μ Vision 4 软件环境的设置和使用	(307)
10.2.3 Keil μ Vision 4 的常用调试方法	(311)
本章小结	(314)
习题 10	(314)
附录 A MCS-51 指令表	(317)
附录 B MCS-51 指令编码表	(322)
附录 C ASCII 字符表(美国信息交换标准码)	(324)
参考文献	(325)

第 1 章 微型计算机基础

电子计算机是一种无需人工直接干预,能够快速对信息进行加工处理的电子设备。电子计算机的出现和计算机技术的迅猛发展是 20 世纪人类最重要的科技成果之一。计算机的诞生具有划时代的意义,它对人类的历史进程产生了深远的影响,对科学技术的发展和现代文明的进步起到了巨大的推动作用。

电子计算机不仅运算速度快、计算精度高,而且具有强大的记忆能力,以及进行逻辑推理、判断等功能。它能代替人的部分脑力劳动,而且在一定程度上比人做得更好,因此又称为“电脑”。计算机的潜力似乎是无限的,它几乎能够完成人们所想到的并赋予它的任何任务。随着计算机技术的发展,特别是微型计算机的出现,计算机的应用已遍及人类生产、生活的各个领域,深入社会的每一个角落。计算机科学技术的水平及其应用的普及程度成为衡量一个国家现代化水平的重要标志。

自 1946 年美国的宾夕法尼亚大学研制出世界上第一台电子计算机 ENIAC(Electronic Numerical Integrator And Computer)以来,计算机的发展已经历了电子管、晶体管、集成电路、大规模和超大规模集成电路等四个时代。在第四代计算机中,出现了“巨型机”和“微型机”。巨型机是一种具有极快的运算速度、极大的存储容量和极强的数据处理能力的庞大的计算机系统,其运算速度目前可达到每秒几千万亿次,主要用于计算量极大的高尖技术及国民经济领域大型课题的科学研究。1971 年美国的 Intel 公司推出了世界上的第一块微处理器芯片——Intel4004,这标志着微型计算机时代的开始,具有里程碑的意义。正是微型计算机的出现,才使计算机技术得到了空前的普及,计算机的应用进入了人类社会各个领域的方方面面,从而深刻地改变了社会面貌。人们正不断享受着计算机及其应用技术所带来的高效、便捷、完美和舒适。

1.1 微型计算机概述

微处理器是大规模和超大规模集成电路技术发展的产物,它集成了计算机的两个主要部分——运算器和控制器的芯片。微处理器的诞生标志着微型计算机时代的开始。

1.1.1 微型计算机的发展

微处理器是微型计算机的核心部件,它的性能决定了微型计算机的性能,微型计算机的发展便是以微处理器的更新换代作为其标志的。从 1971 年世界上第一块微处理器芯片诞生到现在,微处理器的发展已经历了六代。微处理器的换代通常以字长、集成度及功能的提高作为主要的指标。

1. 第一代微处理器(1971—1973 年)

1971 年,美国的 Intel 公司研制成功世界上第一块微处理器——INTEL4004,这是一种 4 位的微处理器,采用的是 PMOS 工艺,集成度是 2000 管/片。它有 45 条指令,寻址能力为 4 KB,时钟周期为 1 MHz,基本指令执行时间为 20 μ s。1972 年,Intel 公司在对 Intel4004 芯

片改进的基础上,推出了低档 8 位微处理器 8008,它有 48 条指令,寻址能力为 16 KB。在这一时期,其他一些公司也推出了自己的微处理器,如 Rockwell 公司的 PPS-4 和 TI 公司的 TMS1000 系列机等,这些都是 4 位或 8 位低档的微处理器。

2. 第二代微处理器(1973—1978 年)

第一代微处理器投放市场后,由于它具有体积小、价格低廉的独特优点,大受用户欢迎。许多公司、厂家竞相研制、生产,世界上出现了微处理器热,众多型号的微处理器是中档和高档的 8 位机。属于中档机的典型产品有 Intel 公司的 8080、Motorola 公司的 M6800、Rockwell 公司的 PPS-8 等。高档 8 位机多是在后期生产的,是向 16 位机过渡的产品,代表性的型号有 Intel 公司的 8085、Zilog 公司的 Z80、Motorola 公司的 M6809 等。这一代微处理器芯片的集成度达到 10 000 管/片,指令周期为 $1\sim 1.3\ \mu\text{s}$ 。在这一时期,以微处理器为核心,配上存储器及 I/O 接口电路、外设而构成的微型计算机及其系统开始推向市场,进入实用阶段。1974 年,基于 Intel8080 微处理器的第一台个人计算机 Altair8800 诞生;由 Apple 公司生产的以 MC6502 为 CPU 的 Apple-Ⅱ 微机成为当时十分流行的机种;基于 Z80 微处理器的单板计算机被广泛应用于自动控制领域,成为当时我国进行技术改造、产品升级换代的主流机型。

3. 第三代微处理器(1978—1984 年)

这是一个 16 位微处理器问世并快速发展的时期。1978 年,Intel 公司发布了 16 位的微处理器 Intel8086(集成度为 2.9 万管/片),Motorola 公司研制了 M68000(集成度为 6.8 万管/片),Zilog 公司推出了 Z8000(集成度为 1.75 万管/片)等。这些微处理器采用了 HMOS 工艺和 $4\ \mu\text{m}$ 光刻技术,指令执行时间为 $0.5\ \mu\text{s}$ 。

用 16 位微处理器组装的微型计算机如 IBMPC、PC/XT、PC/AT、AST286、COMPAQ286 等不断推出,其功能达到并超过了低档的小型机。它们受到了人们的青睐,除了用于科学计算、数据处理和工业控制外,还迅速地进入了办公场所和家庭,微型计算机的应用得到了空前的普及。

4. 第四代微处理器(1984—1992 年)

在这一时期,32 位微处理器被推出并不断发展完善。早期的 32 位微处理器产品有美国 NS 公司的 NS6032、Intel 公司的 APK432、HP 公司的 HP9000、Motorola 公司的 M68020、Zilog 公司 80000 等。这些微处理器芯片的集成度均在 10 万管/片以上,指令周期小于 $125\ \mu\text{s}$ 。如 HP 公司的 HP9000 的集成度为 45 万管/片,时钟周期达 18 MHz,指令周期为 $55\ \mu\text{s}$ 。

在 20 世纪 80 年代后期,各大公司陆续推出了自己高档的 32 位微处理器。如 Motorola 公司先后发布了 MC68030 和 MC68040,Intel 公司陆续推出了 Intel80386 和 Intel80486。这些高档的 32 位微处理器的主要特点是采用了超大规模集成电路 SLSI(Super Large Scale Integration)技术、大中型计算机的体系结构,以及多级流水线和虚拟存储管理技术,这使得芯片的集成度和运算速度得到了大幅的提升。这一时期典型的微机产品有 IBM-PSII/80、COMPAQ386、AST386、IBM-PC/80486 等。

5. 第五代微处理器(1993—1999 年)

1993 年,Intel 公司推出了 Pentium 微处理器,这标志着超级 32 位微处理器时代的来临。Pentium 微处理器俗称 586,其内部集成了 310 万个晶体管并采用了全新的体系结构,内部时钟频率为 $60\sim 100\ \text{MHz}$,其支持多用户、多任务并具有硬件保护功能。1996 年,Intel 公司发

布了高能奔腾(Pentium Pro)微处理器,其集成了550万个晶体管,主频为133 MHz,它采用了独立总线和动态执行技术,使运算速度大幅提高。在1996年底,Intel公司推出了多能奔腾(Pentium MMX)微处理器。MMX(Multi Mediae Xtension,多媒体扩展指令集)是该公司发明的一项多媒体增强指令集技术,它为CPU增加了57条MMX指令,同时,芯片内的高速缓冲存储器Cache由原来的16 KB提高到了32 KB,由此大大增强了芯片应用多媒体技术的能力。1997年5月,Intel公司又发布了Pentium II微处理器,它内部集成了750万个晶体管,主频为450 MHz。其具有8个64位的MMX寄存器,二级高速缓冲存储器Cache的容量为512 KB。该芯片的MMX性能和浮点运算功能都有了大幅提高。1999年2月,Intel公司推出了Pentium III微处理器,其集成了950万个晶体管,内部时钟频率为500 MHz。不久Intel公司又发布了Pentium IV微处理器,它采用了NetBurst的新式处理器结构,提升了视频压缩、数据加密、对等网络等方面的性能,可更好地满足互联网用户的各种需求。

以超级32位微处理器为核心构成的586系列微机成为当今信息化时代的主流微型计算机产品。

6. 第六代微处理器(2000年至今)

在20世纪90年代就已出现64位的微处理器,但其真正的发展是在2000年以后。早期的64位微处理器产品有美国MIPS公司的RISC型处理器R4000和DEC公司的Alpha21164等,更为先进的64位微处理器是Intel公司和HP公司共同开发的Merecd微处理器。Merecd芯片采用了全新的结构设计,这种结构称为IA-64(Intel Architecture-64)。IA-64既不是Intel公司的32位X86结构的64位扩展,也不是HP公司的64位PA-RISC结构的改造。IA-64是一种采用长指令字(LIW)指令预测、推理装入、分支消除和其他一些先进技术从程序代码中提取更多并行性的全新结构。

目前,64位微处理器正处在蓬勃发展之中,新的产品不断被推出,芯片的集成度、运算速度、主存容量及图形功能正在大幅提高。目前,64位微型计算机及其系统已逐渐成为微型计算机发展的主流。

1.1.2 微型计算机的特点

众所周知,电子计算机具有运算速度快、计算精度高、自动工作、存储记忆信息容量大、逻辑判断能力强等特点。作为计算机的一个重要分支的微型计算机由于采用了大规模和超大规模集成电路技术,除具备上述特点外,还具有下述独特优点。

1. 体积小、重量轻

由于大规模和超大规模集成电路技术的采用,微型计算机的体积和重量显著减小。几十块集成电路芯片所构成的微型计算机就具有以往小型机、中型机甚至大型机的功能,而两者之间体积和重量差别之悬殊,简直不可同日而语。微型计算机所具有的小巧轻便、功能强大的优点使其能深入到以前大、中、小型计算机难以涉足的众多领域(如智能仪器仪表、家用电器、航天航空等)。

2. 性价比高

由于集成电路芯片的价格不断降低,微型计算机的成本便随之不断下降。许多高性能微型计算机的功能与以往的中、小型计算机的功能相当甚至超越,但价格要低几个数量级。性价比高令微型计算机极具竞争力,使得微型计算机得以迅速普及,其应用深入人们生产、生活的

各个领域的各个方面。

3. 可靠性高、功耗低、适应环境的能力强

微型计算机主要由大规模集成电路芯片构成,由于芯片的生产制造技术的不断提高和成熟,其功耗低,发热量很小,使用寿命长,抗干扰能力亦很强,再加上系统内集成电路芯片数量较少,印制电路板上连线及接插件数目大幅减少,这就使微型计算机具有很高的可靠性,能有效抵御各种干扰,在较恶劣的环境条件下也能正常工作。

4. 系统设计灵活方便、适应性强

微型计算机在结构上有两大特点,一是采用了模块化设计,二是使用了总线技术,这使微机系统具有开放性的体系结构。各功能部件可通过标准化插槽或接口与系统相连,用户只需通过选择不同的接口板卡及相应的外设就能构成满足不同需求的微机系统。对一个标准的微型计算机,往往不需要改变硬件设计或只需对硬件作稍许改变,在相应软件的支持下就能完成新的应用任务。这表明微型计算机在系统设计上具有很大的灵活性,在实际应用中具有极强的适应性。事实上,微型计算机的应用极其广泛,几乎到了无孔不入的地步。可以毫不夸张地说,真正意义上计算机及信息化时代的到来是与微型计算机的出现及应用、普及分不开的。

1.1.3 微型计算机的应用领域

由于微型计算机所具有的独特优点,使其获得了极为广泛的应用,成为现代社会人们不可或缺的帮手和工具。微型计算机及其应用技术正在深刻地影响和改变着人们的生产活动和日常生活,对科学技术的发展和社会的繁荣进步起着巨大的推动作用。以下是微型计算机应用的几个主要方面。

1. 科学计算

人们发明计算机的最初目的就是科学计算,至今科学计算仍是计算机应用的重要领域。如今高档微型计算机的运算能力已赶超中小型机,而由多个微处理器构成的并行处理机系统的性能可与大型机乃至巨型机相比较。由于微型计算机的价格十分低廉,因此采用微型计算机进行科学计算是重要的甚至是首要的选择。

2. 数据处理

数据处理一般是指计算机对自动采集和人工送入的大量数据进行加工处理、分析归纳、反馈控制、显示打印和传送的过程。微型计算机具有很强的数据处理能力,用它构成的数据处理系统在工业控制、工程管理、邮电通信、航空航天、军事科学等领域获得了非常广泛的应用。

3. 信息管理

信息管理是指计算机对实时信息和历史信息进行分类检索、查找统计、绘制图表及显示打印的过程。用微型计算机构成的各类信息管理系统在各个领域、各行各业得到了广泛的应用,如图书管理系统、飞机和火车订票系统、人口信息管理系统、情报检索系统、地理信息系统、电子邮件系统、办公自动化系统等。

4. 过程控制

在现代社会,生产过程的自动化大都通过微型计算机的控制来完成。在一个闭环过程控制系统中,过程的实时参数由传感器和 A/D 转换器实时采集,由计算机按一定的控制算法处理后,再通过 D/A 转换器和执行机构进行调节控制。用微型计算机构成的过程控制系统比比

皆是,例如,汽车自动装配线、电力系统微机继电保护装置、高炉炉温自动控制系统、自动灭火装置、交通自动控制系统和各种数控车床等。

5. 智能化仪器仪表

早期的智能化仪器仪表将微处理器、存储器及接口器件作为元件安装在仪器、仪表的内部来实现控制,从而提高其自动化程度,提升其性能。随着单片微机的出现和发展,现在的智能式仪器仪表大多用单片机来实现。智能式仪器仪表已成为微机应用的一个十分重要的领域,其发展方兴未艾,各种产品层出不穷,例如,智能式多功能电表、逻辑分析仪、医用CT扫描仪、医用红外热像仪、计算机网络智能终端等。

6. CAD、CAM、CAA 和 CAI 中的应用

CAD(Computer-Aided Design)为计算机辅助设计,是指工程设计人员借助于计算机进行新产品开发和设计的过程。CAM(Computer-Aided Manufacturing)为计算机辅助制造,是指计算机自动对所设计好的零件进行加工制造的过程。CAA(Computer-Aided Assemble)为计算机辅助装配,是指计算机自动把零件装配成部件或把部件装配成整机的过程。CAI(Computer-Aided Instruction)为计算机辅助教学,是指教师借助计算机对学生进行形象化教学或学生借助于计算机进行形象化学习的过程。微型计算机被广泛应用于CAD、CAM、CAA和CAI中,为提高产品设计、制造的自动化水平,改善产品质量,提高生产和工作效率,促进教育手段的现代化起到了巨大的推动作用。

7. 人工智能

人工智能通常是指用计算机模拟人类的智能,使用计算机构成的智能系统具有听、说、看,以及“思维”的能力。人工智能所涉及的领域和范围包括机器人、专家系统、语言和图像识别、语言翻译等。

8. 军事领域

微型计算机被广泛应用于军事领域,使军事科学和技术出现了全新的面貌,发生了质的飞跃。可以借助计算机指挥和协调作战,用于情报收集、军事通信、信息管理,以及各种武器装备的控制。现代化的武器已与微型计算机密不可分。

9. 多媒体系统

多媒体系统是一种将文字、图像、声音和动画等多种媒体集于同一载体或平台的系统,以实现和外界进行多用途、多功能的信息交流。以微型计算机为核心构成的多媒体系统被广泛用于教育培训、商业广告、工业生产、医疗卫生和娱乐等方面,使人们享受到有声有色、图文并茂的服务。

10. 家用电器和家庭自动化

微处理器和单片微机被普遍用于家用电器产品的智能化和自动化,例如,各种家庭视听设备(电视机、音响、DVD机)的控制,照相机、摄像机的智能化,电冰箱、洗衣机、缝纫机的自动控制等。基于微型计算机的家用机器人正在研制和完善之中,其产品化将使家庭自动化发展到一个更高的层次。

1.1.4 微型计算机的分类

微型计算机的型号繁多、品种丰富,通常有以下几种分类方法。

1. 按微处理器的字长分类

微处理器的字长也称为位数。以字长为 8 位的微处理器为核心组成的微机称为 8 位机,以此类推,有 4 位机、8 位机、16 位机、32 位机和 64 位机等。在实际应用中,16 位及以下的微机主要用于检测、控制的场合,如过程控制、智能仪器仪表、家用电器和武器控制等。32 位和 64 位的微机则用于科学计算、数据图像处理等场合,例如,天气预报数值计算、导弹飞行轨迹计算、各种信息管理系统、飞机舰船设计、多媒体系统等。

2. 按微机的组装形式分类

按此种分类法,微机可分为单片机、单板机和 PC 机等三种类型。

单片微型计算机简称为单片机,这是一种将微处理器、存储器、I/O 功能部件及 I/O 接口电路等组成微机的主要部件集成于一块集成电路芯片上而形成的微机。单片机的突出优点是体积小、成本低、功能全,它主要用于工业控制,智能仪器仪表、家用电器、智能玩具等领域。

单板机是将微处理器、存储器、I/O 接口电路,以及部分简单外设(简易键盘、LED 显示器等)安装于一块印制电路板上而形成的微机。单板机具有结构紧凑、功能齐全、使用简单、成本低廉等优点,它通常用于工业控制、实验教学等场合。

PC 机即个人计算机,是一种台式机。人们在办公场所和家庭中配置的便是这种微机。将主机板(上面安装有微处理器、内存储器、I/O 接口电路、插槽等)和外存储器、电源、若干接口板卡等部件组装在一个机箱内,并配备键盘、显示器、鼠标、打印机等外设,以及系统软件等就形成了 PC 机系统。PC 机具有功能强、软件丰富、配置灵活、用途广泛、Intel 使用方便等优点。正是 PC 机的出现和发展,使计算机走进了各种办公场所和千家万户,如此地贴近人们的工作和生活。

1.2 微型计算机的基本概念和术语

1.2.1 计算机的基本结构

经过几十年的发展,无论从哪一个方面看,现代计算机与世界上第一台计算机已不可同日而语,但现代的各种计算机的基本结构和工作原理都和第一台计算机相似,没有本质的差异。

计算机可认为是由硬件(Hardware)和软件(Software)两大部分构成的。硬件是指那些为组成计算机而有机联系的各种有形的物理设备,而软件则是计算机为完成特定任务所运行的各种程序。从广义的角度讲,软件还可包括手册、说明书和各种相关资料。

1. 计算机的硬件结构

1946 年美国数学家冯·诺依曼(John Von Neumann)首次提出了计算机组成和工作的基本原理。冯·诺依曼结构体系的计算机硬件由五大部分组成,如图 1-1 所示。计算机硬件五大部分的作用简述如下。

1) 输入设备

输入设备(Input Equipment)是人与计算机交往的信息入口,用于将事先编制好的程序和原始数据送入计算机内。常见的输入设备有键盘、光电输入机等。

2) 存储器

存储器(Memory)是计算机的信息仓库,用于存放输入设备送来的数据、程序,以及计算