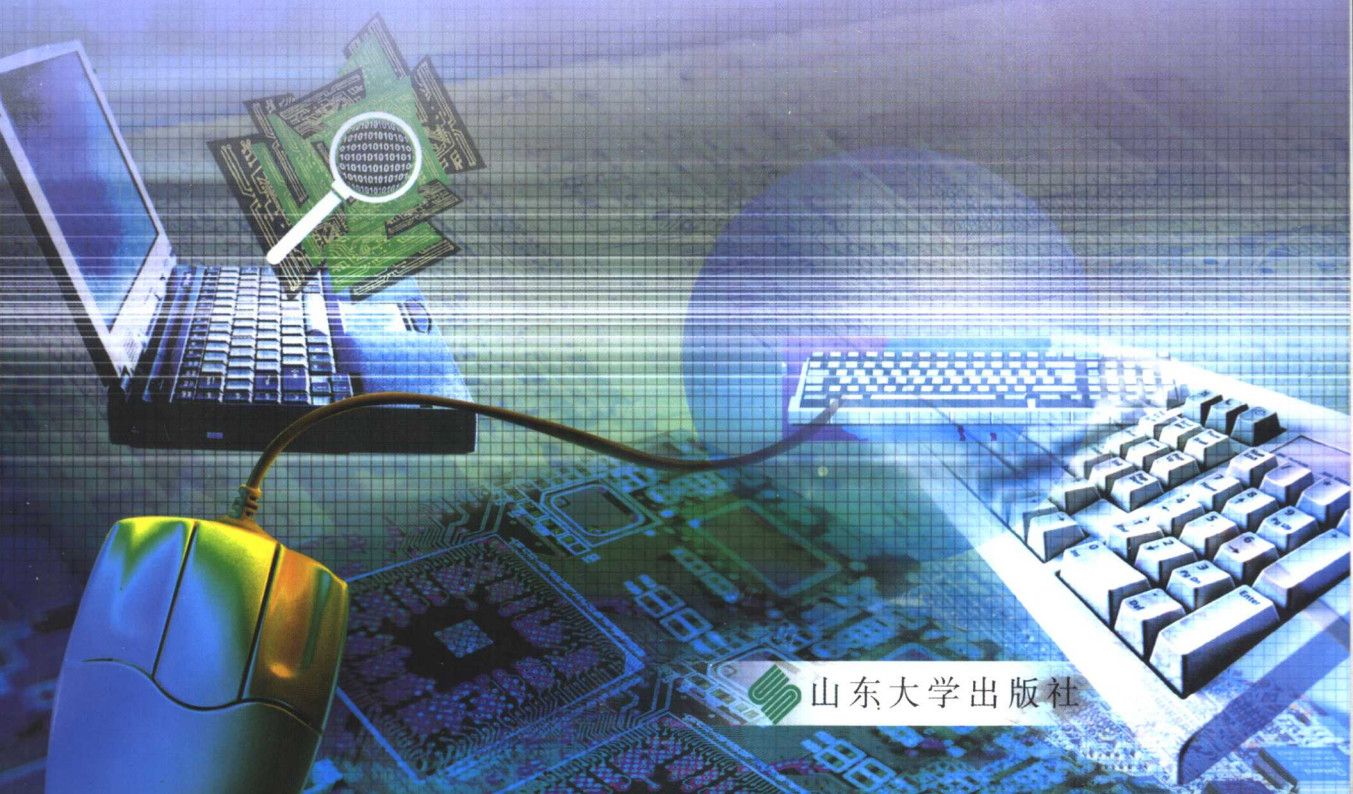


山东省高职高专系列教材

单片机原理及应用

王兆晶 杜洪香 张水利 张让莘 主编



山东大学出版社

山东省高职高专系列教材

单片机原理及应用

主 编	王兆晶	杜洪香
	张水利	张让莘
副主编	宋爱全	解永辉
	张金宝	孙 鹏
	鞠永胜	贝太忠

江苏工业学院图书馆
藏书章

山东大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用/王兆晶等主编.

—济南:山东大学出版社,2006.1

ISBN 7-5607-3145-7

I. 单...

II. 王...

III. 单片微型计算机-高等学校:技术学校-教材

IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 002801 号

山东大学出版社出版发行

(山东省济南市山大南路 27 号 邮政编码:250100)

山东省新华书店经销

山东恒兴实业总公司印刷厂印刷

787×1092 毫米 1/16 18.5 印张 423 千字

2006 年 3 月第 1 版 2006 年 3 月第 1 次印刷

印数:1 9000 册

定价:32.00 元

版权所有,盗印必究

(购书电话:0531—88364808)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社营销部负责调换

出版说明

江泽民同志在党的十六大报告中指出：“教育是发展科学技术和培养人才的基础，在现代化建设中具有先导性全局性作用，必须摆在优先发展的战略地位。……加强职业教育和培训，发展继续教育，构建终身教育体系。”职业教育作为我国教育事业的一个重要的组成部分，改革开放以来，尤其是近年来获得了长足发展。据不完全统计，目前全国各类高等职业学校有近千所，仅山东省就有五十多所，为国家和地方培养了一大批高素质的劳动者和专门人才。与此相适应，教材建设也硕果累累，各出版社先后推出了多部具有高职特色的高职高专教材。但总体上看，与迅猛发展的高职教育相比，教材的出版相对滞后，这不仅表现在教材品种相对较少，更表现在内容的针对性不强，某些方面与高职的专业设置、培养目标相去甚远。同时，地方性、区域性的高职教材也稍嫌不足。以山东省为例，作为一个经济强省、人口大省、教育大省，迄今为止，居然没有一套统编的，与山东省社会、经济、文化发展相适应的高职教材，严重地制约了我省高职高专教育的发展。

有鉴于此，我们在山东省教育厅领导下，依据教育部《高职高专教育基础课程教学基本要求》和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》，并结合我省高职院校及专业设置的特点，组织省内二十余所高职院校长期从事高职高专教学和研究的专家、教授，编写了这套“山东省高职高专系列教材”。该教材充分借鉴近年来国内高职高专院校教材建设的最新成果，认真总结和汲取省内高职院校和成人高校在教育、培养新时期技术应用性专门人才方面所取得的成功经验，以适应高职院校教学改革的需要为目标，重点突出应用性、针对性，力求从内容到形式都有一定的突破和创新。本系列教材拟分批出版，约一百余种。出齐后，将涵盖山东省高职高专教育的基础课程和主干课程。

编写这套教材，在我们是一次粗浅的尝试，也是一次学习、探索和提高的机会。由于我们水平有限，加之编写时间仓促，本教材无论在内容还是形式上都难免会存在这样那样的缺憾或不足，敬请专家和读者批评指正。

山东省高职高专系列教材编写委员会
2005年12月

前 言

高等职业教育是我国高等教育的重要组成部分,其根本任务是培养和造就适应生产、建设、管理、服务第一线需要的德、智、体、美全面发展的高等技术应用型人才。近年来,伴随产业结构的调整,高等职业教育从规模和质量上发展迅速,从教学模式和教学方法上不断进步,高职教材建设也需要适应高职教育一体化教学的特色作出重新调整。目前,高职高专教材建设呈献出百花齐放、百家争鸣的形势,新编教材将在指导思想、编写内容和编写方法上改革创新,突出高职一体化教学的特点,满足高职学生学习和就业的需要。

从专业课设计的角度分析,单片机课程并不纯为学习单片机技术,而是以单片机为蓝本来学习微机原理和微机控制技术,单片机技术作为专业技术课具有承上启下的重要作用,它既是对模拟电子技术和数字电子技术知识的深化和应用,又是对计算机控制技术的了解和掌握,对学生进一步学习 PLC 技术、DSP 技术、嵌入式系统乃至今后的终身学习都有重要的作用和意义。本书以实训课题为主导,按照项目教学的思路编写教材,具有以下特点:

1. 突出实用性和兴趣性,适合高职高专一体化教学模式。

2. 以实训课题为单元构建认知单元,以培养职业岗位群的综合能力为目标,注重专业发展和就业需求,教材内容充分反映新知识、新技术、新工艺和新方法,具有超前性和先进性。

3. 按照有利于教、有利于学的指导思想,全书突出学生实践技能的培养与训练,在软件调试、硬件实践与原理分析方面有利于学生的自学提高。

本书共十一章,由王兆晶、杜洪香、张水利、张让莘任主编,宋爱全、解永辉、张金宝、孙鹏、鞠永胜、贝太忠任副主编,吴倩、李振东、庄佃霞、任永新参编。

全书由宋爱全统稿,吴倩参与了绘图和程序调试工作。在此一并表示感谢。

高等职业教育改革与教材建设是一项长期的任务,由于时间仓促和水平有限,书中难免存在错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2006 年 1 月

目 录

第一章 微型计算机基础知识.....	(1)
第一节 微型计算机概述.....	(1)
第二节 单片机知识概述.....	(5)
第三节 微型计算机运算基础.....	(8)
第四节 微机的码制和编码	(11)
第五节 数制间的转换	(15)
小 结	(17)
思考题	(18)
实训课题:单片机最小系统板的制作.....	(19)
第二章 MCS-51 单片机的结构和原理	(21)
第一节 MCS-51 单片机的结构	(21)
第二节 MCS-51 单片机引脚及其功能	(22)
第三节 8051 存储器的配置	(24)
第四节 输入/输出端口的结构.....	(27)
第五节 复位及复位电路	(30)
第六节 中央处理器 CPU 的时序	(31)
小 结	(33)
思考题	(33)
实训课题:8051 单片机 P1 口的应用	(33)
第三章 MCS-51 单片机的指令系统	(35)
第一节 MCS-51 单片机指令系统的概述	(35)
第二节 MCS-51 单片机的寻址方式	(38)
第三节 数据传送类指令	(41)
第四节 算术运算类指令	(44)
第五节 逻辑运算与循环移位指令	(47)
第六节 控制转移指令	(48)
第七节 位操作类指令	(51)
小 结	(52)

思考题	(53)
实训课题:8051 单片机基本指令训练	(55)
第四章 中断与中断系统	(63)
第一节 中断与中断系统的基本概念	(63)
第二节 MCS-51 单片机中断系统结构及中断控制	(66)
第三节 中断应用举例	(72)
小 结	(74)
思考题	(74)
实训课题:中断指令的应用	(75)
第五章 MCS-51 单片机的定时器及应用	(80)
第一节 定时器概述	(80)
第二节 定时器的控制	(82)
第三节 定时器的工作方式及应用	(84)
小 结	(90)
思考题	(91)
实训课题:简易方波发生器	(91)
实训课题:外部脉冲宽度的测量	(94)
实训课题:利用 Keil C51 软件调试输出音频 1kHz 的方波	(96)
第六章 MCS-51 串行口及其串行通信	(100)
第一节 串行通信基本知识	(100)
第二节 串行口及应用	(105)
第三节 RS-232C 接口总线及串行通信硬件设计	(116)
第四节 8051 间的点对点异步通信	(122)
小 结	(126)
思考题	(127)
实训课题:串行口在数码管显示中的应用	(128)
第七章 应用系统接口技术	(130)
第一节 键盘接口技术	(130)
第二节 数码显示接口技术	(140)
第三节 液晶显示技术	(144)
第四节 A/D 转换器与单片机的接口技术	(147)
第五节 D/A 转换器与单片机的接口技术	(154)
第六节 开关量输入/输出接口技术	(159)
第七节 步进电机与单片机的接口技术	(161)
小 结	(165)
思考题	(165)

实训课题:矩阵式 LED 显示器的设计	(166)
实训课题:数字电压表设计	(168)
第八章 单片机系统扩展及接口技术	(177)
第一节 系统三总线的扩展性能	(177)
第二节 程序存储器的扩展	(178)
第三节 数据存储器的扩展	(182)
第四节 I/O 口扩展	(185)
小 结	(191)
思考题	(191)
实训课题:8255A 对交通灯的控制	(192)
第九章 C51 程序设计语言及程序设计	(195)
第一节 C51 程序设计语言概述	(195)
第二节 建立 C 程序项目	(195)
第三节 C51 语法	(199)
小 结	(217)
思考题	(217)
实训课题:8 路 A/D 转换数据采集	(218)
第十章 单片机应用系统的设计与开发	(220)
第一节 单片机应用系统的设计过程	(220)
第二节 提高系统可靠性的常用方法	(225)
第三节 单片机应用系统设计综合实例	(229)
第十一章 新型单片机简介	(257)
第一节 AT89C 系列单片机	(257)
第二节 8XC552 系列单片机	(259)
第三节 PIC 系列单片机	(263)
第四节 AVR 系列单片机	(266)
第五节 ARM 系列单片机	(269)
小 结	(275)
思考题	(275)
附 录	(276)
附录 A MCS-51 系列单片机指令表	(276)
附录 B 常用集成电路引脚图	(279)
参考文献	(284)

第一章 微型计算机基础知识

内容提要

- 微型计算机概述
- 单片机知识概述
- 微型计算机的数制与码制

第一节 微型计算机概述

自 1946 年世界上第一台数字计算机 ENIAC(Electronic Numerical Integrator And Computer)在美国宾夕法尼亚大学问世以来,计算机技术的发展经历了电子管、晶体管、集成电路到大(超大)规模集成电路共四个阶段,通常称为第一代、第二代、第三代、第四代计算机。人们通常将计算机分为巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机五类,它们在系统结构和基本工作原理上并无本质区别,只是在体积、性能和应用范围方面有所不同。微型计算机(简称微机)属于第四代计算机,它是大规模集成电路技术发展的产物,以其体积小、重量轻、功耗低、性价比高等优点而成为发展最快、应用最广的一类。由于实际应用的需要,微型计算机技术分成两个发展方向,即高速度、大容量、高性能的高档微机方向和稳定、可靠、体积小、价格低的单片机方向,形成了通用计算机系统和嵌入式计算机系统两大分支,单片机技术属于嵌入式计算机发展方向的典型代表。

一、微型计算机的基本概念

(一)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(Microprocessor),简称 MPU,又称为中央处理单元(Central Processing Unit,CPU),是一个由算术逻辑单元(ALU)、控制器单元(CU)、寄存器组及内部系统总线等单元组成的大规模集成电路芯片,它是微型计算机和微型计算机系统的核心部件。

2. 微型计算机

微型计算机(Microcomputer)又简称微型机,它是以微处理器为核心,配上内部存储器、输入/输出(I/O,Input/Output)接口电路和中断(Interrupt)系统以及相应的辅助电路构成的整体装置。

3. 微型计算机系统

微型计算机系统(Microcomputer System)是以微型计算机为主体,配上输入/输出设备(简称外设)、外部存储器设备、电源以及基本系统软件组成的系统。

(二)微型计算机的分类

1. 按组装形式和系统规模分类

(1)单片微型计算机(Single Chip Microcomputer 或 Single Chip Microcontroller, SCM) 简称单片机,最近国际上逐渐采用“MCU(Microcontroller Unit)”的名称,所以单片机又被称为“微控制器”或“嵌入式微控制器”,就是将微处理器、部分存储器、部分输入/输出(I/O)接口电路及内部系统总线(BUS)等集成在一片大规模集成电路芯片内的计算机,具有完整的微型计算机功能,广泛用于仪器仪表、家电、工业控制等领域。

(2)单板微型计算机(Single Board Microcomputer, SBM) 简称单板机,它是一种将微处理器、存储器、I/O 接口电路、简单外设(键盘、数码显示器)以及监控程序等安装在同一块印刷电路板上构成的计算机,常用于工业控制和教学实验等领域。

(3)个人计算机(Personal Computer, PC) 是一种将一块主机母板(含微处理器、内存储器、I/O 接口等芯片)、外部存储器、I/O 接口卡、软驱、光驱、电源等部件组装在一个机箱内,并配备显示器、键盘、打印机等基本外设所组成的计算机,具有配置灵活、软件丰富的优点,广泛应用于办公、商业、科研等领域,是目前使用最普及的微型计算机。

2. 按微处理器位数分类

微处理器的位数由运算器能并行处理的二进制位数所决定,处理器位数越多性能就越强。

(1)8 位微机 以 8 位微处理器为核心的微机,如早期的 Z80 单板机、IBM PC 机、MCS-51 系列单片机等。8 位微机主要应用于字符信息处理、简单的工业控制领域,无法胜任高速运算和大容量数据处理。

(2)16 位微机 以 16 位微处理器为核心的微机,如 PC/AT 个人计算机、MCS-96 单片机等。16 位微机比 8 位微机具有更高的运算速度,更强的处理能力,可用于实时的多任务处理,应用领域更加广泛。

(3)32 位微机 以 32 位微处理器为核心的微机,如 IBM PC386、IBM PC486 等个人计算机。它能综合处理数字、图像、声音等多媒体信息,广泛应用于科学计算、CAD/CAM、实时控制、多媒体技术等领域。

(4)64 位微机 以 64 位微处理器为核心的微机,如 Pentium 系列微机,现在已经普及到各行各业和家庭生活中,广泛应用在信息管理、图像声音多媒体处理、网络服务器、国防交通、医药化工等领域。

(三)微型计算机系统的主要性能指标

1. 主频(或时钟周期)和指令执行时间

主频是微型计算机的主要性能指标之一,主频很大程度上决定了微型机的运算速度,主频的单位是兆赫兹(MHz)。现在,中、高档微型机的主频为 5~160MHz。例如: Intel 8086 为 5MHz, 80286 为 8MHz, 80386 为 16MHz, 80486 为 25~100 MHz, 80586(奔腾) 微机为 75~450MHz, Pentium III 达到 1.2GHz, 赛扬达到 2.8GHz, 甚至更高。

指令执行时间是指计算机执行一条指令所需的平均时间,其长短反映了计算机运行速度的快慢。它一方面取决于微处理器的时钟频率(主频),另一方面又取决于计算机指令系统的设计、CPU 的体系结构等。微处理器指令执行速度表示为每秒运行多少百万条指令 MIPS(Millions of Instructions Per Second)。目前,32 位微处理器的指令执行速度均可达 5MIPS。64 位微处理器,如主频为 333MHz 的 Pentium II 的指令执行速度可高达 1733MIPS。

2. 字长

微型计算机的字长是指微处理器内部一次可以并行处理的二进制代码的位数。它与微处理器内部的寄存器以及 CPU 内部数据总线是一致的。微机字长有 4 位、8 位、16 位、32 位、64 位等。字长与下述参数有关:

(1)运算精度 字长越长,运算精度越高。在完成同样精度的运算时,字长较长的计算机比字长较短的计算机速度快。

(2)指令长度 字长决定了指令的信息位长度,指令信息位长度直接影响到指令的处理功能。

3. 存储容量

存储容量是衡量微型计算机内部存储器能存储二进制信息量大小的一个技术指标。通常把 8 位二进制代码称为一个字节(Byte),16 位二进制代码称为一个字(Word),把 32 位二进制代码称为一个双字。存储容量一般以字节为最基本的计量单位。一个字节记为 1B,1024 个字节记为 1KB,1024K 字节记为 1MB,1024M 字节记为 1GB,而 1024G 字节记为 1TB。即

$$1\text{KB}=1024\text{B}(2^{10}\text{B}) \quad 1\text{MB}=1024\text{KB}(2^{20}\text{B}) \quad 1\text{GB}=1024\text{MB}(2^{30}\text{B})$$

$$1\text{TB}=1024\text{GB}(2^{40}\text{B})$$

目前,微型计算机内存容量一般配置为几百 KB 到几百 MB,配置的最大内存容量受限于微处理器所能寻址的物理地址空间范围。一个微机系统内存的实际配置根据其用途、成本或价格等多种因素来决定。

4. 系统总线

系统总线是连接微机系统各功能部件的公共数据通道,其性能直接关系到微机系统的整体性能。系统总线的性能主要表现为它所支持的数据传送位数和总线工作时钟的频率。数据传送位数越多,总线工作时钟频率越高,则系统总线的信息吞吐率(每秒传送的二进制数据位数)就越高,微机系统的性能就越强。目前,微机系统采用了多种系统总线标准,如 16 位的系统总线标准 ISA,32 位的系统总线标准 EISA,VISA,PCI 等。

5. 外部设备配置

在微机系统中,外部设备占据了重要地位。计算机信息的输入、输出、存储等都必须由外设来完成。目前,微机系统一般都配置了显示器、键盘、鼠标、硬盘驱动器、软盘驱动器、光盘驱动器等常规基本外设,根据用户需要,还可选配打印机、网卡等外设。微机系统所配置的外设,其速度快慢、容量大小、分辨率高低等技术指标都影响着微机系统的整体性能。

6. 系统软件配置



系统软件也是计算机系统不可缺少的组成部分。微机硬件系统本身并不能运行,如要运行必须有基本的系统软件支持,如 DOS, Windows XP 等操作系统。系统软件配置是否齐全,软件功能的强弱,是否支持多任务、多用户操作等都是微机硬件系统性能能否得到充分发挥的重要因素。

7. 性能/价格比

性能/价格比越高越好。这里所讲的性能应该是综合性能,包括硬件和软件的性能。而价格也应考虑整个系统的价格,不仅仅是硬件的价格。

二、微型计算机的应用

由于微型计算机的体积较小,价格低廉,可靠性高,耗电较少,因此它的应用十分广泛。迄今为止,微型计算机不仅在工业、农业、国防、科学技术和国民经济各个领域发挥了巨大作用,而且在日常生活中也日益显示出它的强大生命力。归纳起来,主要有以下几个方面:

1. 科学计算

在发展科学技术和生产中所遇到的各种数字的计算称为科学计算,有时这些计算问题是人工无法完成的,通常借助于价格昂贵的大、中型计算机来完成。例如,18 世纪的英国数学家商克斯花了 20 年的时间才把圆周率计算到小数点后的 707 位,而在今天的大型机上,仅用 6.8 小时就能使客观存在超过 800 万位。

今天,微型机的性能已经达到大、中型机的水平,并向巨型机方向发展,而造价却比它们低得多,因此,采用微型计算机进行科学计算是非常理想的选择。

2. 数据处理和信息管理

数据处理是指计算机对实时采集的和人工输入的大量数据进行加工处理、转换分析、反馈控制、显示打印的过程。这在航空、航天、通信和工业控制中的应用非常广泛。

信息管理是指计算机对人工输入的信息和历史信息进行分类、检索、查询、统计、图形显示及打印输出的过程。信息管理在信息管理系统中进行。例如:用计算机进行企业生产计划、产品质量、劳动组织、仓库管理、经营销售等方面的管理,可以帮助企业管理人员作出正确的决策和判断,从而提高企业的管理水平。

3. CAD, CAM, CAA 和 CAI

CAD(Computer-Aided Design)是指计算机辅助设计,工程设计人员借助于 CAD 进行新产品的开发和设计。CAM(Computer-Aided Manufacturing)是指计算机辅助制造,通过 CAM,计算机可以自动对所设计好的零件进行加工。CAA(Computer-Aided Assemble)是指计算机辅助装配,计算机可以自动把零件装配成部件或把部件装配成整机。把 CAD, CAM, CAA 和信息管理系统有机结合起来即可实现无人工厂。CAI(Computer-Aided Instruction)是指计算机辅助教学,教师借助于计算机进行形象化的教学,学生借助于计算机进行形象化的学习。目前, CAD 在我国的应用比较普及,也比较成功。CAI 在教学中越来越得到重视,许多学校开展了 CAI 教学。

4. 过程控制和仪器仪表

利用计算机进行生产过程的实时控制,不仅可以提高自动化生产水平,还可以提高控

制的准确度,提高产品的质量,而且可以降低成本,减轻劳动强度。近年来,微机控制在电力、机械、石油、化工、铁路等许多部门都得到了广泛应用,取得了较好的效果。

计算机用于仪器仪表中,使它们具有数据存储、数据处理、自动测试、自动校准及自动诊断故障的能力,提高了仪器仪表的智能性。目前,智能化仪器仪表的应用前景非常诱人。如计算机网络中的智能终端、医用 CT 扫描仪,电子工业中的智能逻辑分析仪等都是深受用户欢迎的智能化仪器设备。

5. 军事领域中的应用

微型机在军事领域中的应用是十分广泛的,如军事作战指挥、军事通讯、情报搜集、分析各种武器装备等。特别是海湾战争后,世界各国看到了高新技术在战争中的作用,而高新技术的基础就是计算机的应用,所以,各国都投入巨资加强计算机的应用研究,尤其是信息战技术的研究。

6. 多媒体系统和信息高速公路

多媒体系统是一种集声音、文字、动画和图像等多种媒体于一体的系统,以实现和外部世界进行多功能和多用途的信息交流。多媒体技术广泛应用于工业生产、教育、医疗卫生、广告和娱乐等方面。

信息高速公路是一个庞大的计算机网络系统。利用信息高速公路,人们可以实现在家办公、网上购物、在线教育,给人们的工作和生活带来极大的方便,可以减少社会开支、缓解交通拥挤、降低环境污染,等等。

7. 家用电器和家庭自动化

微处理器在家用电器中应用很普遍,如微电脑洗衣机、微电脑冰箱、微电脑空调等等。特别是微机进入家庭后,可以实现电视、电信、电脑三位一体。利用“Internet”实现在家办公、购物、学习,以家庭为中心的生活方式也许就要来临。

第二节 单片机知识概述

单片机是大规模集成电路技术发展的产物,它将中央处理器(CPU)、存储器(ROM/RAM)、输入输出接口、定时器/计数器等主要计算机部件集成在一片芯片上,因此单片机被称为单片微型计算机(Single Chip Microcomputer),它是计算机家族中重要的一员。单片机配上适当的外围设备和软件,便可构成一个单片机应用系统。单片机具有功能强、体积小、价格低和抗干扰能力强等特点,被广泛应用于工农业生产、国防、科研及日常生活等各个领域。

一、单片机的发展历程

1974年,美国 Fairchild 公司研制出世界上第一台由两块集成电路芯片组成的单片微型计算机 F8,从此单片机开始迅速发展。从 4 位机和 8 位机到现在的 16 位机和 32 位机,单片机的功能越来越强大,应用范围越来越广泛。

单片机的发展历程通常可以分为以下几个阶段:

(1)第一代单片机(1974~1976) 这是单片机发展的起步阶段。在这个时期生产的



单片机属 4 位机型,集成度低。典型的代表产品有 Intel 公司的 4004 四位单片机,主要用于家用电器领域中。

(2)第二代单片机(1976~1978) 这是单片机的发展阶段。在这个时期生产的单片机属低、中档 8 位机型,片内集成有 CPU、输入输出接口、定时器和 ROM 等功能部件,是 8 位机的早期产品,存储器容量小,性能低,目前已很少应用。典型的产品有 Intel 公司的 MCS-48 系列单片机。

(3)第三代单片机(1979~1982) 这一代单片机的存储容量和寻址范围都有扩大,而且增加了中断源、并行 I/O 和定时器/计数器个数,集成了全双工串行通信接口电路。代表产品有 Intel 公司的 MCS-51 系列机。

(4)第四代单片机(1982 年以后) 这是 16 位单片机和 8 位高性能单片机并行发展的时代。16 位单片机的特点是工艺先进、集成度高和内部功能强,代表产品有 Intel 公司的 MCS-96 系列等。

二、单片机的发展趋势

随着大规模集成电路及超大规模集成电路的发展,单片机将向着更深层次发展,主要体现在以下几个方面:

(1)高度集成 一片单片机内部集成的 ROM/RAM 容量大,增加了电闪存储器,具有掉电保护功能,并且集成了 A/D、D/A 转换器、定时器/计数器、系统故障监测和 DMA 电路等。

(2)引脚多功能化 随着芯片内部功能的增强和资源的丰富,一脚多用的设计方案日益显示出其重要地位。

(3)高性能 这是单片机发展所追求的一个目标,更高的性能将会使单片机应用系统设计变得更加简单、可靠。

(4)低功耗 这将是未来单片机发展所追求的一个目标,随着单片机集成度的不断提高,由单片机构成的系统体积越来越小,低功耗将是设计单片机产品时首先考虑的指标。

三、单片机系列产品介绍

单片机的制造商很多,主要有美国的 Intel, Motorola, ATMEI, Zilog 公司以及荷兰的 Philip 公司、德国的 Siemens 公司、日本的 NEC 公司等。目前, ATMEI 公司生产的具有 FLASHROM 的 89C 和 89S 系列单片机(51 兼容型)是 8 位机的典型代表, Microchip 公司生产的 PIC 系列单片机以其哈佛结构和 RISC 的新技术赢得了很大市场。在我国, Intel 公司的 MCS-51 系列单片机应用非常广泛,特别是在单片机教学中应用非常普遍。

Intel 公司 MCS-51 系列单片机的主要性能见表 1-1。

表 1-1

Intel 公司主要单片机系列一览表

系列	型号	片内存储器		片外存储器 寻址范围		I/O		中 断 源	定时器/ 计数器 (个 * 位)
		ROM/EPROM (KB)	RAM (B)	RAM (KB)	EPROM (KB)	并行	串行		
MCS-51 8 位机	8031	---	128	64	64	32	UART	5	2 * 16
	8032AH	---	256	64	64	32	UART	6	2 * 16
	8051	4	128	64	64	32	UART	5	2 * 16
	8751	/4	128	64	64	32	UART	5	2 * 16
	8052	8	256	64	64	32	UART	6	2 * 16
	8752	/8	256	64	64	32	UART	6	2 * 16
	80C31	---	128	64	64	32	UART	5	2 * 16
	80C51	4	128	64	64	32	UART	5	2 * 16
	80C252	8	256	64	64	32	UART	7	3 * 16
	87C252	/8	256	64	64	32	UART	7	3 * 16
	83C252	---	256	64	64	32	UART	7	3 * 16
	87C51	/4	128	64	64	32	UART	5	2 * 16
MCS-96 16 位机	8094	---	232	64	64	32	UART	8	4 * 16
	8095	---	232	64	64	32	UART	8	4 * 16
	8096	---	232	64	64	48	UART	8	4 * 16
	8097	---	232	64	64	48	UART	8	4 * 16
	8394	8	232	64	64	32	UART	8	4 * 16
	8395	8	232	64	64	32	UART	8	4 * 16
	8396	8	232	64	64	48	UART	8	4 * 16
	8697	8	232	64	64	48	UART	8	4 * 16
	8095BH		232	64	64	48	UART	8	4 * 16
	8096BH		232	64	64	48	UART	8	4 * 16

四、单片机的应用及特点

1. 单片机的特点

- (1) 可靠性高 单片机采用三总线结构, 抗干扰能力强, 可靠性高。
- (2) 功能强 单片机具有判断和处理能力, 可以直接对 I/O 口进行各种操作(输入输出、位操作以及算术逻辑操作等), 运算速度高, 实时控制功能强。
- (3) 体积小、功耗低 由于单片机包含了运算器等基本功能部件, 具有较高的集成度,

因此由单片机组成的应用系统结构简单、体积小、功能全。电源单一,功耗低。

(4)使用方便 由于单片机内部功能强,系统扩展方便,因此应用系统的硬件设计非常简单。

(5)性能价格比较高,易于产品化 单片机具有功能强、价格便宜、体积小、插接件少、安装调试简单等特点,使单片机应用系统的性能价格比较高。同时,单片机开发工具很多,这些开发工具都具有很强的软硬件调试功能,使单片机的应用开发极为方便,大大地缩短了产品研制的周期,并使单片机应用系统易于产品化。

2. 单片机的应用

单片机的应用概括起来,主要有以下几方面:

(1)单片机在智能仪表中的应用 单片机广泛地应用于各种智能仪器仪表中,简化了仪器仪表的硬件结构,增强了控制功能,提高了测量速度和测量精度。

(2)单片机在机电一体化中的应用 机电一体化产品集机械技术、电子技术、自动化技术和计算机技术于一身,是机械工业发展的方向。将单片机应用于机械行业,发挥它的体积小、可靠性高、功能强和安装方便等优点,提高了机器的自动化和智能化程度,促进了机电一体化发展。

(3)单片机在实时控制中的应用 单片机被广泛应用于各种实时控制系统中。例如,对工业生产过程中温度、湿度、流量和压力等参数的测量和控制等。

(4)单片机在分布式测控系统中的应用 分布式测控系统的主要特点是系统中有多处理单元,各自完成特定的任务,可通过网络通信相互联系、协调工作,具有功能强、可靠性高的特点。单片机可作为一个处理单元应用于分布式测控系统中。

(5)单片机在工业过程控制中的应用 单片机的 I/O 口线多,并具有位操作能力,特别适用于工业过程控制。

(6)单片机在日常生活中的应用 由于单片机价格低廉、体积小、逻辑判断及控制功能强,因此被广泛地应用于日常生活的各个方面,如洗衣机、电冰箱、电子玩具、立体声音响和家用防盗系统等。

第三节 微型计算机运算基础

在微型计算机中,二进制数只有 0 和 1 两种状态,因而其运算特别简单,二进制运算一般分为算术运算和逻辑运算两种。算术运算包括加、减、乘、除运算,逻辑运算包括与、或、非、异或运算。

一、算术运算

1. 加法运算

运算规则为: $0+0=0$, $1+0=0+1=1$, $1+1=10$ (向高位有进位)。

【例 1-1】 求二进制数 10010010 与 11001011 的和。

$$\begin{array}{r}
 10010010 \text{ 被加数} \\
 + 11001011 \text{ 加数} \\
 \hline
 101011101 \text{ 和}
 \end{array}$$

二进制数相加时应注意低位的进位。

2. 减法运算

运算规则为: $0-0=0$, $1-0=1$, $1-1=0$, $0-1=1$ (向高位借 1 当作 2)。

【例 1-2】 求二进制数 10110111 与 10011101 的差。

$$\begin{array}{r}
 10110111 \text{ 被减数} \\
 - 10011101 \text{ 减数} \\
 \hline
 00011010 \text{ 差}
 \end{array}$$

二进制相减时应注意低位向高位的借位。

3. 乘法运算

运算规则为: $0 \times 0=0$, $0 \times 1=1 \times 0=0$, $1 \times 1=1$ 。

两个二进制数相乘与两个十进制数相乘类似,用乘数的每一位分别去乘被乘数的每一位,所得结果的最低位与相应乘数位对齐,最后把结果对应相加,便得到最后的乘积。这些中间结果又称部分积。

【例 1-3】 求二进制数 1011 与 1101 的积。

$$\begin{array}{r}
 1011 \text{ 被乘数} \\
 \times 1101 \text{ 乘数} \\
 \hline
 1011 \\
 0000 \\
 1011 \\
 1011 \\
 \hline
 10001111 \text{ 积}
 \end{array}$$

从上面的运算竖式可看出,乘法运算实质上是由“加法”(被乘数相加)和“移位”(部分积左移对齐乘数位)两种操作来实现的。

4. 除法运算

除法运算是乘法运算的逆运算。与十进制类似,从被除数最高位开始取出与除数相同的位数,减去除数。够减商记为 1,不够减商记为 0,然后把被除数的下一位移到余数上,继续前面减除数操作,直到被除数的所有位都下移完为止。

【例 1-4】 用二进制数 10110111 除以二进制 110,求商和余数。