

上海市高职高专精品课程配套教材

主 编 刘 军
副主编 汪 焯 吕红芳
主 审 李少远

单片机原理 YU JIEKOU JISHU

与 接口技术



华东理工大学出版社

EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

上海市高职高专精品课程配套教材

主 编 刘 军
副主编 汪 烨 吕红芳
主 审 李少远

单片机原理 YU JIEKOU JISHU

与 接口技术



华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与接口技术/刘军主编. —上海:华东理工大学出版社,
2006.8

ISBN 7-5628-1937-8

I. 单... II. 刘... III. ①单片微型计算机-基础理论-高等学校-教材②单片微型
计算机-接口-高等学校-教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 080789 号

上海市高职高专精品课程配套教材

单片机原理与接口技术

.....

主 编 / 刘 军

副 主 编 / 汪 焱 吕红芳

主 审 / 李少远

责任编辑 / 徐惠娟

封面设计 / 王晓迪

责任校对 / 张 波

出版发行 / 华东理工大学出版社

地 址:上海市梅陇路 130 号,200237

电 话:(021)64250306(营销部)

传 真:(021)64252707

网 址:www.hdlgpress.com.cn

印 刷 / 江苏省通州市印刷总厂有限公司

开 本 / 787×1092 1/16

印 张 / 14.75

字 数 / 341 千字

版 次 / 2006 年 8 月第 1 版

印 次 / 2006 年 8 月第 1 次

印 数 / 1—4050 册

书 号 / ISBN 7-5628-1937-8/TP·149

定 价 / 24.00 元

(本书如有印装质量问题,请到出版社储运部调换)

前 言

随着集成电路技术的进一步发展,具有智能化应用特征的单片机技术在当今工业控制、仪器仪表、通信终端及各种数码产品中得到了广泛应用,并逐步成为测控技术现代化必不可少的重要工具。单片机原理与接口技术是智能化产品的开发者和使用者所必须掌握的基础知识。

本教材以 51 系列单片机为教学机型,以实际工程中应用愈来愈广泛的 C51 程序设计为基础,从应用角度出发,从小到大、从简到繁来解剖和分析单片机应用系统,将学科内容融于课程系列活动项目之中,使学生的学习过程中始终都有一个完整的微机控制系统概念。同时,在教与学的互动过程中,充分发挥学生的学习能动性,注意培养学生的综合能力和创新能力。

全书分为 3 个篇 12 个模块。基础篇:包含 4 个基础模块,它以单片机典型控制系统——彩灯控制系统作为活动项目来组织微机控制系统基础知识的教学,学生学完基础篇,应对微机控制系统的组成、工作原理以及如何设计制作一个简单的微机控制系统有一个比较完整的认识,同时应能熟练使用实际工作中广泛应用的计算机仿真软件及单片机程序写入器。提高篇:共分为 4 个应用模块和 1 个讨论模块,这 4 个应用项目是由 4 个学生力所能及的活动项目组成,学生通过完成这 4 个活动项目,可以掌握单片机中断系统、定时/计数器的应用、C51 的程序设计方法以及键盘显示接口电路应用等知识能力,掌握运用计算机仿真软件调试应用软件的能力,具有一定的单片机控制系统的应用能力。应用篇:分为 3 个应用模块,学生学习完成这 3 个活动项目后,可以掌握单片机的通信、数据采集等知识,具有较强的单片机控制系统的软、硬件调试能力,有一定的工程应用能力,可以独立完成一些相对较为简单的实际工程项目。

本书由上海电机学院刘军主编,汪烨、吕红芳任副主编,吉顺如、丁恒兵参编。

承蒙上海交通大学李少远教授主审本书稿,并提出许多指导意见,谨此表示感谢!

由于时间匆忙,书中难免有错误与不足,请大家指正与批评。

上海电机学院微机原理课题组
2006 年 5 月

目 录

第一篇 基础篇

第一章 微机控制系统基础	(3)
1.1 微机控制系统基础	(3)
1.1.1 微机控制系统的认识	(3)
1.1.2 微机控制系统的组成	(5)
1.1.3 微机控制系统的发展与应用	(7)
1.2 微机控制系统的工作原理	(9)
1.3 计算机中的数制与码制	(11)
1.3.1 数制的概念	(11)
1.3.2 码制的概念	(13)
习题与思考题一	(16)
第二章 一个简单的微机控制系统——彩灯控制系统	(18)
2.1 彩灯控制系统的任务分析	(18)
2.2 ATME1 89C2051 单片机	(19)
2.2.1 ATME1 89C2051 单片机的结构	(20)
2.2.2 ATME1 89C2051 单片机的引脚	(21)
2.2.3 ATME1 89C2051 单片机的时钟电路、复位电路	(23)
2.3 ATME1 89C2051 单片机存储器结构	(25)
2.4 C51 语言程序设计	(30)
2.4.1 C51 语言程序设计基础	(31)
2.4.2 C51 语言程序结构	(38)
2.5 基于 89C2051 单片机的彩灯控制系统设计	(46)
2.5.1 89C2051 彩灯控制系统硬件设计	(46)
2.5.2 89C2051 彩灯控制系统软件设计	(47)
习题与思考题二	(49)

第二篇 提高篇

第三章 报警控制系统	(53)
------------------	--------

3.1 报警控制系统任务分析	(53)
3.2 中断的概念	(55)
3.3 89C2051 单片机中断系统	(55)
3.4 基于 89C2051 单片机的报警控制系统设计	(65)
3.4.1 89C2051 报警控制系统硬件设计	(65)
3.4.2 89C2051 报警控制系统软件设计	(66)
习题与思考题三	(67)
第四章 顺序控制系统	(68)
4.1 顺序控制系统任务分析	(68)
4.2 89C2051 单片机的定时器/计数器	(70)
4.3 基于 89C2051 单片机的顺序控制系统	(81)
4.3.1 89C2051 顺序控制系统硬件设计	(82)
4.3.2 89C2051 顺序控制系统软件设计	(83)
习题与思考题四	(85)
第五章 电子钟控制系统	(87)
5.1 电子钟控制系统任务分析	(87)
5.2 LED 显示器接口技术	(88)
5.2.1 LED 显示器的结构及工作原理	(88)
5.2.2 LED 显示器接口技术	(91)
5.3 基于 89C2051 的秒表计	(95)
5.3.1 秒表计的硬件设计	(95)
5.3.2 秒表计的软件设计	(96)
习题与思考题五	(98)
第六章 电子密码锁控制系统	(99)
6.1 电子密码锁控制系统任务分析	(99)
6.2 键盘及其接口技术	(101)
6.2.1 键盘的基本概念	(101)
6.2.2 键盘的结构方式	(102)
6.2.3 矩阵式键盘按键的识别方法	(103)
6.2.4 键盘的编码	(104)
6.2.5 键盘扫描程序的工作方式	(104)
6.3 键盘程序设计	(104)
习题与思考题六	(113)

第三篇 应用篇

第七章 单片机的串行通信技术	(117)
7.1 串行通信基础知识	(117)
7.1.1 异步通信与同步通信	(118)
7.1.2 波特率与接受/发送时钟	(119)
7.1.3 单工、半双工、全双工通信方式	(120)
7.2 串行通信总线标准及其接口	(121)
7.3 89C2051 单片机串行接口	(126)
7.3.1 串行接口的结构	(126)
7.3.2 串行接口寄存器	(126)
7.3.3 串行口的工作方式	(128)
7.3.4 串行通信的波特率	(131)
7.4 串行发送、接收实例	(131)
习题与思考题七	(135)
第八章 波形发生器	(136)
8.1 波形发生器任务分析	(136)
8.2 D/A 转换器及其接口电路	(137)
8.2.1 D/A 转换器的选择要点	(138)
8.2.2 DAC0832 转换器及其接口	(138)
习题与思考题八	(144)
第九章 数据采集系统	(146)
9.1 A/D 转换器及其接口电路	(146)
9.1.1 A/D 转换器的选择要点	(146)
9.1.2 ADC0809 转换器及其接口	(147)
9.2 控制系统可靠性的设计	(152)
9.2.1 研究系统可靠性与抗干扰的意义	(152)
9.2.2 单片机系统可靠性	(152)
9.2.3 单片机控制系统的抗干扰技术	(155)
9.3 数字滤波	(160)
9.4 数据采集系统的设计	(161)
9.4.1 单片机控制系统的总体设计	(162)
9.4.2 硬件设计	(163)
9.4.3 软件设计	(164)
习题与思考题九	(165)

附录 A 单片机实验指导	(166)
附录 B 单片机课程设计	(183)
附录 C C51 语言常用库函数	(187)
附录 D MedWin 仿真软件的使用	(192)
参考文献	(224)

第一篇

基础篇





第一章

微机控制系统基础

课程目标

掌握微机控制系统的组成及工作原理,掌握计算机中数制与码制的概念;认识微机控制系统,了解单片机的特点和应用领域。

课程重点与难点

微机控制系统的组成及工作原理,计算机中符号数的表示方法、补码的概念。

1.1 微机控制系统基础

1.1.1 微机控制系统的认识

1. 彩灯控制系统的控制状态

图 1-1 为一彩灯控制系统,其控制状态为:8 个 LED 发光二极管依次点亮,直至 8 个 LED 全亮后;反复循环。

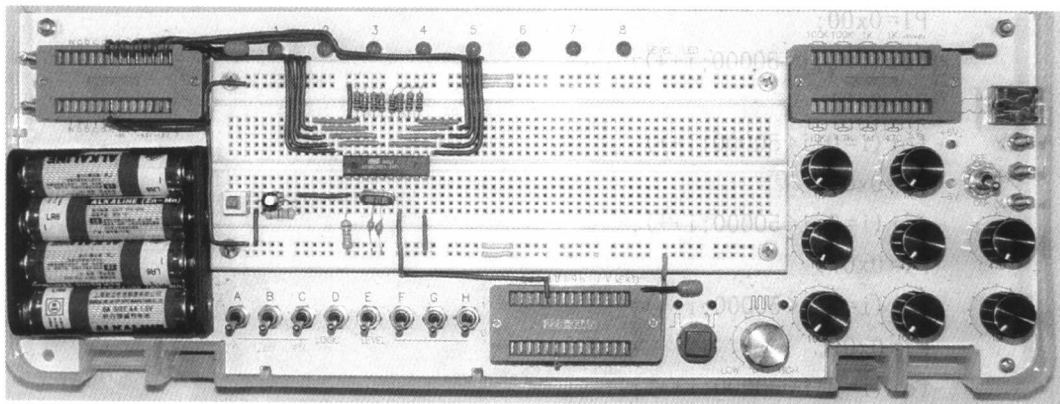


图 1-1 彩灯控制系统实例图

2. 控制系统的硬件认识

控制系统的硬件接线图如图 1-2 所示。

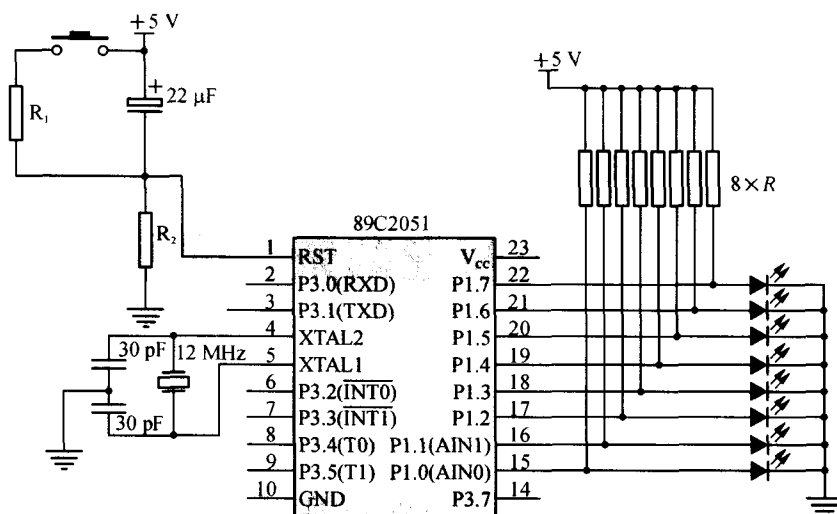


图 1-2 彩灯控制系统硬件原理图

3. 彩灯控制系统的组成

分析控制系统,其组成主要有①CPU——89C2051;②8个LED发光二极管;③晶振电路;④复位电路;⑤电源、电阻、导线等。

4. 控制系统的软件认识

```
#include "reg51.h"
main()
{
    unsigned int i;
    while(1)
    {
        P1=0x00;
        for(i=0;i<50000;i++);
        P1=0x01;
        for(i=0;i<50000;i++);
        P1=0x03;
        for(i=0;i<50000;i++);
        P1=0x07;
        for(i=0;i<50000;i++);
        P1=0x0f;
        for(i=0;i<50000;i++);
        P1=0x1f;
        for(i=0;i<50000;i++);
        P1=0x3f;
        for(i=0;i<50000;i++);
    }
}
```

```

P1=0x7f;
for(i=0;i<50000;i++);
P1=0xff;
for(i=0;i<50000;i++);
}
}

```

5. 彩灯控制系统所涉及的基础知识单元

- (1) 微机控制系统的组成: 了解通用微机控制系统的组成及各组成部分的功能。
- (2) 微机控制系统的工作原理: 知道微机控制系统如何执行控制指令, 完成控制任务。
- (3) 计算机中数制与码制的概念: 掌握计算机中数的表示方法以及编码的含义和作用。

1.1.2 微机控制系统的组成

解剖上述彩灯控制系统, 进一步分析、总结微机控制系统的一般组成。

1. 微机控制系统的组成

一般的微机控制系统主要由微处理器(CPU)、存储器、I/O 接口电路等组成, 相互之间通过三组总线(Bus): 即地址总线(Address Bus)、数据总线(Data Bus)和控制总线(Control Bus)来连接。基本结构如图 1-3 所示。

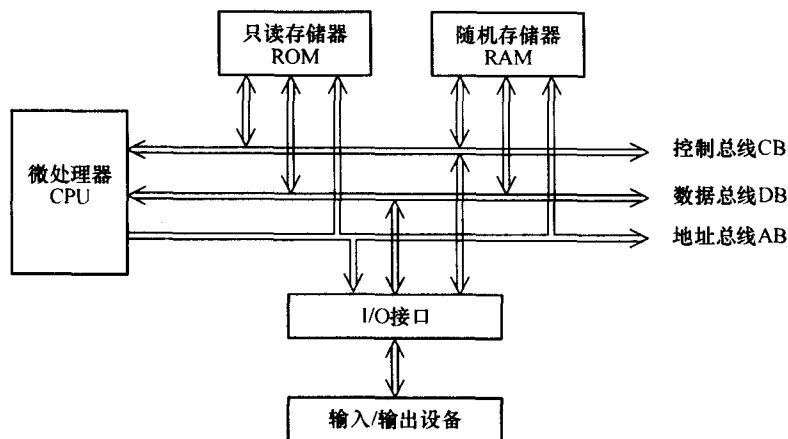


图 1-3 微机系统的基本结构

(1) 中央处理单元(CPU) CPU 主要由运算器、控制器组成, 它是计算机的核心部件。运算器主要完成算术运算和逻辑运算的操作; 控制器主要用于控制计算机进行各种操作以及协调各部件之间的相互联系, 是计算机的指挥系统。

(2) 存储器 存储器的主要功能是存放程序和数据。不管是程序还是数据, 在存储器中都是用二进制的“1”或“0”来表示。存储器中存放二进制数的单元称为存储单元。存储器中包含许多存储单元, 为了便于信息的存入和取出, 每一个存储单元必须有一个固定

的编号来标识,这个编号称为单元地址。单元地址用二进制编码来表示,存储器的结构示意图如图 1-4 所示。向存储器单元存放(写入)或取出(读出)信息称为访问存储器,计算机是通过地址来访问存储单元的。

存储器主要分为数据存储器和程序存储器

数据存储 又称为随机存储器(RAM),操作特点为可进行读出/写入操作,断电后在 RAM 中所存储的信息立即丢失,一般用来存放可随时修改的数据,如一些中间结果或不需长期保留的数据及程序。

程序存储器 又称为只读存储器(ROM),操作特点为只能读出,不能写入,断电后存储的信息不会丢失,通常在单片机系统中,ROM 用来存放程序、常数及数据表。ROM 依其写入的情况可分为掩膜 ROM、可编程 ROM(PROM)、紫外线可擦除可编程 ROM(EPROM)、电可擦除可编程 ROM(EEPROM)以及 FLASH ROM。

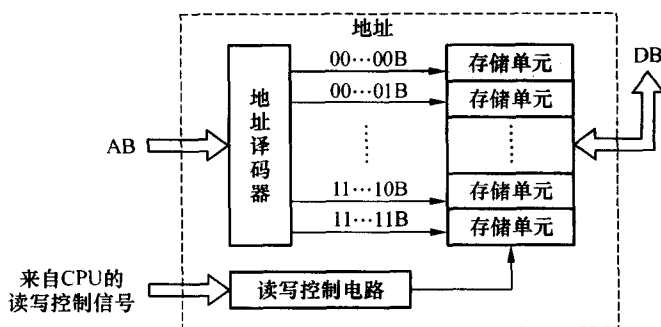


图 1-4 存储器结构示意图

(3) 输入/输出接口(I/O 接口) I/O 接口是 CPU 与外部设备进行信息交换的部件。I/O 接口的主要功能是:完成外设与 CPU 的连接,转换数据传送速度,转换电平,转换数据格式及将 I/O 设备的状态信息反馈给 CPU 等。

(4) 总线(Bus) 总线是将 CPU、存储器和 I/O 接口等相对独立的功能部件连接起来,并传送信息的公共通道。总线是一组传输线的集合,根据传递信息种类,分为地址总线、数据总线和控制总线。

数据总线 DB(Data Bus) 是用于实现 CPU、存储器及 I/O 接口之间数据信息交换的双向通信总线。数据总线的宽度决定微型计算机的位数。如 51 系列单片机的数据总线为 8 根,用 $D_0 \sim D_7$ 表示,80586 的数据总线为 32 位,Pentium 4 的数据总线为 64 位。

地址总线 AB(Address Bus) 是 CPU 用于给存储器或输入/输出接口发送地址信息的单向通信总线,以选择相应的存储单元或寄存器。地址总线的宽度(根数)决定了 CPU 的寻址范围(即 CPU 所能访问的存储单元的个数)。如 51 单片机的 AB 有 16 根,用 $A_0 \sim A_{15}$ 表示,则它的寻址范围为 $2^{16} = 64\text{ K}$,即其地址范围为 $0000\text{H} \sim \text{FFFFH}$ 。

控制总线 CB(Control Bus) 是传输各种控制信号的单向总线,其中有的用于传送从 CPU 发出的信息,如读信号、写信号;有的是其他部件发给 CPU 的信息,如中断请求信号、复位信号。

2. 微型计算机的常用术语

(1) 位(bit) 位是计算机所能表示的最基本、最小的数据单位。由于在计算机中采用二进制数,1个位就是1位二进制数,它有两种状态:0和1。若干位二进制数的组合能表示各种数据和字符。

(2) 字节(Byte) 一个连续的8位二进制数称为一个字节,即1 Byte=8 bit,也就是说一个字节的长度是8位二进制数,16位二进制数便是2个字节。在微型计算机中,通常以字节为单位来存放数据。

(3) 字(Word) 字是计算机内部进行数据处理的基本单位,由若干位二进制数组成。计算机的每一个字所包含的二进制数的位数称为字长。字节的长度是固定的,但不同类型的计算机有不同的字长。如51系列单片机是8位微机,字长为8位即1个字节;以80486为CPU的32位微机,字长为32位即4个字节。

目前为了表示方便,常把一个字长定为16位,一个双字长定为32位。

随着计算机技术的发展,计算机处理的信息容量越来越大,于是人们采用了更大的单位,如:KB(1 KB=1 024 B=2¹⁰ B)、MB(1 MB=1 024 KB=2²⁰ B)或GB(1 GB=1 024 MB=2³⁰ B)。

(4) 指令(Instruction) 指令是规定计算机进行某种操作的命令。它是计算机自动执行的依据。计算机只能直接识别0和1数字组合的编码,这就是指令的机器码。

(5) 指令系统(Instruction set) 指令系统指一台计算机所能执行的全部指令的集合。

(6) 程序(Program) 程序是指令的有序集合,是一组为完成某种任务而编制的指令序列。

1.1.3 微机控制系统的发展与应用

1. 微型计算机的发展

1946年世界上第一台数字电子计算机在美国宾夕法尼亚大学问世以来,随着电子技术的发展,电子计算机的发展经历了从电子管、晶体管、集成电路到大规模集成电路四个发展阶段,即通常所谓的第一代、第二代、第三代和第四代电子计算机。微型计算机是大规模集成电路技术发展的产物,因此它属于第四代电子计算机。

微型计算机的发展是以微处理器发展为特征的,主要表现在芯片集成度的提高(从最初的约2 000个晶体管/片发展到目前的几百万个晶体管/片)、处理位数的增加(从4位增加到64位)、时钟频率的加快(从1 MHz到约1.5 GHz)以及价格的逐渐降低等方面。

随着信息化社会的到来,人们已开始研究第五代电子计算机,它将是超大规模集成电路、人工智能、软件工程、新型计算机系列等的综合产物。其显著特点是计算机具有人的部分智能,能识别和处理声音、图像,具有学习和推理功能。

微型计算机的结构主要有冯·诺依曼结构和哈佛结构。

冯·诺依曼结构主要特点:

(1) “存储程序”的结构,即将程序当作数据存进机器内部,以便机器能自动一条接着

一条地依次执行指令；

(2) 采用二进制数制原理；

(3) 微处理器内部对存储器的访问采用单总线传输。

冯·诺依曼结构如图 1-5 所示。这种指令和数据共享同一总线的结构,使得信息流的传输成为限制计算机性能的瓶颈,影响了数据处理速度的提高。

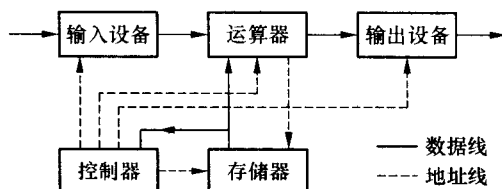


图 1-5 冯·诺依曼结构

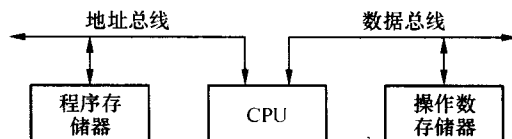


图 1-6 哈佛结构

哈佛结构如图 1-6 所示,与冯·诺依曼结构处理器比较,哈佛结构处理器有两个明显的特点:

(1) 使用两个独立的存储器模块,分别存储指令和数据,每个存储模块都不允许指令和数据并存。

(2) 使用独立的两条总线,分别作为 CPU 与每个存储器之间的专用通信路径。

哈佛结构由于内部采用双总线结构,因此,微处理器处理数据的速度得到大大提高。

2. 单片机简介

随着大规模集成电路技术的进一步发展,导致微型计算机向两个主要方向发展:一是高速度、高性能、大容量的高档微型机及其系列化向大、中型计算机的挑战;另一个是稳定可靠、小而廉、能适应各种控制领域需要的单片机。

单片机(Single Chip Microcomputer)是指把中央处理单元(CPU)、随机存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、定时器/计数器以及 I/O 接口电路等主要部件集成在一块半导体芯片上的微型计算机。虽然单片机只是一块芯片,但从组成和功能上看,它已具有了微型计算机系统的含义,从某种意义上说,一块单片机芯片就是一台微型计算机。

单片机结构上的设计主要是面向控制的需要。因此,它在硬件结构、指令系统及 I/O 能力等方面均有其独特之处,其显著的特点之一就是具有非常有效的控制功能,故也可以把单片机称为微控制器(Microcontroller)。与普通的微型计算机相比,单片机主要具有以下特点。

(1) 体积小、结构简单、可靠性高 单片机把各功能部件集成在一块芯片上,内部采用总线结构,减少了各芯片之间的连线,大大提高了单片机的可靠性与抗干扰能力。

(2) 控制功能强 单片机虽然结构简单,但是它“五脏俱全”,已经具备了足够的控制功能。单片机具有较多的 I/O 接口,CPU 可以直接对 I/O 接口进行 I/O 操作、算术操作、逻辑操作和位操作,指令简单而丰富。所以单片机也是“面向控制”的计算机。

(3) 低电压、低功耗 单片机已可在 2.2 V 的电压下运行,有的已能在 1.2 V 或 0.9 V 的电压下工作;功耗降至为 μA 级,一颗纽扣电池就可以长期使用。

(4) 优异的性价比 由于单片机构成的控制系统硬件结构简单、开发周期短、控制功

能强、可靠性高,因此,在达到同样功能的条件下,用单片机开发的控制系统比用其他类型的微型计算机开发的控制系统价格更便宜。

3. 单片机应用

由于单片机具有上述显著的特点,其应用领域广泛。

(1) 工业控制 单片机广泛应用于工业自动化控制系统中,无论是数据采集、过程控制、过程测控、生产线上的机器人系统,都是用单片机作为控制器的。

(2) 智能化仪器仪表 在各类仪器仪表中引入单片机,使仪器仪表智能化、数字化、自动化,提高测试精度和准确度,简化结构、减小体积及重量,提高其性价比。例如:智能仪器、医疗器械、数字示波器等。

(3) 智能家电 家电产品智能化程度的进一步提高就需要有单片机的参与,例如“微电脑控制”的洗衣机、电冰箱、微波炉、空调机、电视机、音响设备等,这里的“微电脑”实际上就是“单片机”。

(4) 信息与通信技术 图形终端机、传真机、复印机、调制解调器、声像处理器、数字滤波器等都离不开单片机。

1.2 微机控制系统的工作原理

CPU、存储器、I/O 接口及外部设备构成了微型计算机的硬件,要使计算机有效地工作,还必须有软件(即程序)的配合。当用微型计算机来完成某项任务时,首先编写完成该控制任务的应用程序,然后将程序由输入设备通过 I/O 接口存储到存储器中,计算机便按照程序设计的顺序执行指令,从而完成预定任务。

1. CPU 功能介绍

微型计算机内部最核心的部分是 CPU,它是计算机的大脑和心脏。CPU 的主要功能是产生各种控制信号以控制存储器、输入/输出端口的数据传送、数据的算术运算和逻辑运算以及位操作处理等。CPU 从功能上可分为运算器和控制器两部分,下面分别介绍各部分的组成及功能。

(1) 运算器 运算器由 ALU(算术及逻辑运算单元)、A(累加器)、B(寄存器)、PSW(程序状态字寄存器)和暂存器等组成,主要功能用于实现算术运算和逻辑运算。包括加、减、乘、除、比较等算术运算和与、或、非、异或等逻辑操作,操作结果的状态保存于程序状态字寄存器(PSW)中。

(2) 控制器 控制器由程序计数器 PC、指令寄存器、指令译码器、堆栈指针等组成。微型计算机的指令就是在控制器的控制下执行。执行一条指令的全程是:从程序存储器中读出指令,送指令寄存器保存,然后送指令译码器进行译码,译码结果送定时控制电路,在定时控制电路里产生各种定时信号和控制信号,再送到系统的各部分进行相应的操作以完成指令所规定的功能。

程序计数器 PC(Program Counter) 是一个 16 位的地址寄存器,用来存放下一个要执行指令的地址,具有自动加 1 的功能,可对 64 K 的程序存储器直接寻址。当 CPU 取指