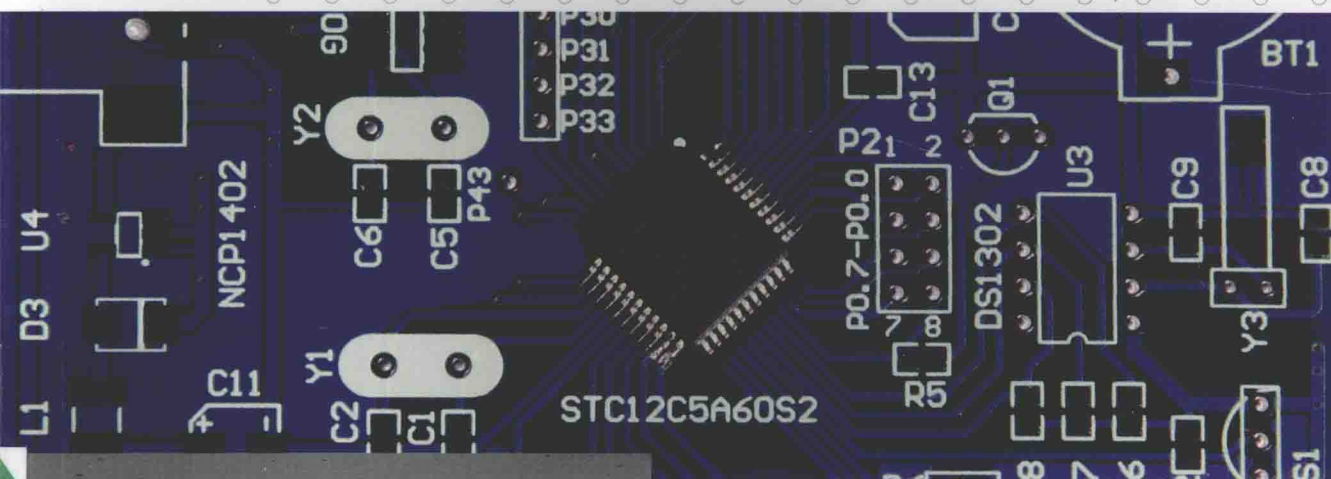


单片机设计 实例选集(二)

楼然苗 李光飞 编著
陈庭勋 胡佳文



Microcontroller Design Examples



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

单片机毕业设计 课程设计 电子设计竞赛 指导丛书

单片机设计实例选集(二)

编 著 楼然苗 李光飞
陈庭勋 胡佳文

图书在版编目(CIP)数据

单片机设计实例选集. 2 / 楼然苗等编著. —杭州:
浙江大学出版社, 2015. 10

ISBN 978-7-308-14944-0

I. ①单… II. ①楼… III. ①单片微型计算机
IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 173075 号

单片机设计实例选集(二)

编著 楼然苗 李光飞 陈庭勋 胡佳文

责任编辑 吴昌雷

责任校对 王元新

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州林智广告有限公司

印 刷 浙江省良渚印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 13

字 数 316 千

版 次 2015 年 10 月第 1 版 2015 年 10 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-14944-0

定 价 32.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话: (0571) 88925591; <http://zjdxcs.tmall.com>

摘 要

本书是继《单片机设计实例选集(一)》后编写的第二本指导单片机设计系列图书。本书包括单片机程控音频功率放大器的设计,单片机电子年历的设计,简易 GPS、船舶艏向显示仪的设计,自动船用天线匹配调节器的设计共四个例子。全书按课程设计报告的格式统一编写,每个应用实例主要介绍的内容有:功能特点、方案论证、系统硬件电路的设计、控制程序的设计、调试及性能分析、控制源程序清单共六个部分。全书内容详细,指导参考性强,特别适合电气信息类专业大学生作为单片机课程设计的参考教材。也是高校电气信息类专业学生进行单片机毕业设计或参加电子设计竞赛等电子设计实践活动的辅导参考用书。

本书主要由楼然苗、李光飞、陈庭勋、胡佳文编著,刘玉良、单海校等同志参与了部分校稿工作,同时本书的出版得到了浙江大学出版社的支持与帮助,在此表示衷心感谢!

作 者

2015 年 5 月于浙江海洋学院

目 录

实例五 单片机程控音频功率放大器的设计

5.1 功能要求	3
5.2 方案论证	3
5.3 系统硬件电路的设计	4
5.4 控制程序的设计	8
5.5 调试及性能分析	17
5.6 控制源程序清单	19

实例六 单片机电子年历的设计

6.1 功能要求	35
6.2 方案论证	35
6.3 系统硬件电路的设计	36
6.4 控制程序的设计	41
6.5 调试及性能分析	58
6.6 控制源程序清单	59

实例七 简易 GPS、船舶艏向显示仪的设计

7.1 课题背景与设计要求	89
7.2 方案论证	90
7.3 系统硬件电路的设计	95
7.4 控制程序的设计	99
7.5 调试及性能分析	119
7.6 控制源程序清单	126

实例八 自动船用天线匹配调节器的设计

8.1	功能要求	169
8.2	方案论证	169
8.3	系统硬件电路的设计	171
8.4	控制程序的设计	175
8.5	调试及性能分析	178
8.6	控制源程序清单	179

实例五

单片机程控音频功率放大器的设计

实例五

单片机程控音频功率放大器的设计

5.1 功能要求

单片机程控音频功率放大器与常用功率放大器相比,使用单片机管理功率放大器,可以去消开关、调节电位器等机械部件,不仅提高了可靠性与使用寿命,而且还能实时显示一些工作参数,工作时可显示输出电压的峰峰值、输出功率、设定音量、啸叫自动抑制等中文信息,还可实现自动保护、定时开关机或远程遥控操作等功能。

5.2 方案论证

单片机程控音频功率放大器采用了宏晶公司的 STC12C5A16S2 高速单片机作为控制单元,使用四行中文 LCD 液晶显示器,操作直观简单。音量控制采用数字电位器 DS1803,功率测量采用电压互感器并经过电平转换后通过单片机的内部 AD 采样,从而可求出输出电压的峰峰值及在 8Ω 负载上的输出功率,特别适合在小型便携式音频功率放大器设计上应用。

图 5.1 为单片机程控音频功率放大器电路组成框图。声音信号经前置放大器后由数字电位器控制音量大小。当有啸叫时由检测电路产生触发信号,经微控制器中断方式控制音量电位器或功率放大器消音,实现啸叫消除并自动恢复到正常工作状态;输出功率测定由电压互感器将输出电压转换成一定比例的小信号电压,经单片机内部 AD 转换算出峰峰值并在液晶屏上显示,音量及声道平衡控制可用按键操作。

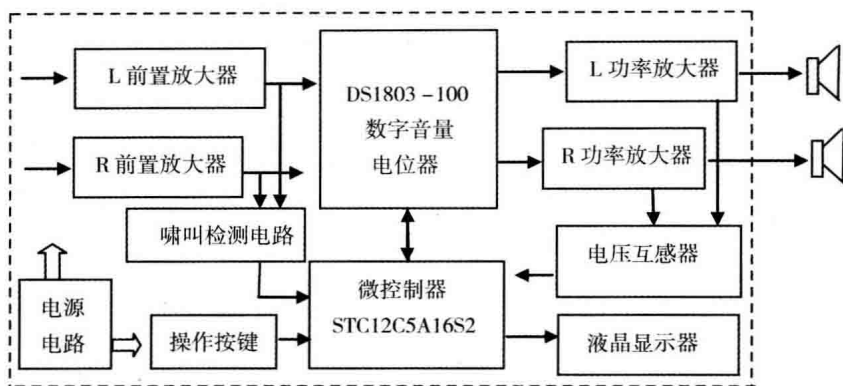


图 5.1 单片机程控音频功率放大器电路组成

5.3 系统硬件电路的设计

5.3.1 前置放大器电路

音频前置放大电路可采用 LM358 运放电路,该电路有单双电源两种供电方式,电路结构简单,调节放大倍数方便,图 5.2 中采用负反馈端电阻控制放大量,设定的电压放大倍数约为 10 倍,具体可根据实际电路调试时调整 R_{11} 、 R_{12} 的阻值以获得合适的放大倍数。

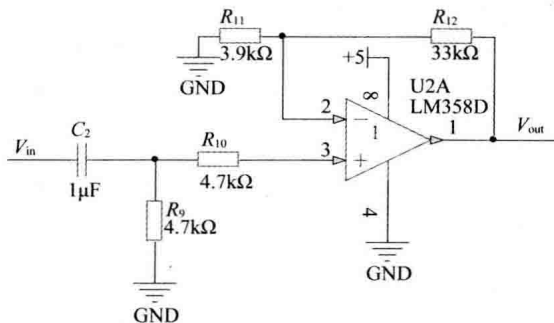


图 5.2 前置放大器电路

5.3.2 功率放大电路

功率放大电路直接采用 TI 公司的 TPA3112D1 芯片制作的具有功率倍增功能的半成品电路模块,模块具有四档增益调节、最大输出功率限制、差分或单端输入选择、短路故障状态检测输出、功率电源关闭控制等先进功能。模块的正常工作电压为 8~26V,设计中可采用 12V 供电。

图 5.3 为 TPA3112D1 芯片应用电路原理图。其中第 1 引脚(SD 引脚)为放大器关机逻辑控制,低电平时放大器的输出为开路(高阻抗)状态,高电平时放大器正常输出;第 2 引脚

图 5.3 功率模块电路原理

5.3.3 音量控制电路

数字电位器用在音频放大器中可彻底消除机械结构电位器使用年久后在调整音量、高低音、左右声道平衡时出现的音频噪声,DS1803 数字电位器是一种采用串行同步通讯控制的新型双路数控电位器,它具有三位独立地址识别控制,同一通讯线可控制 7 个数字电位器工作,在音频功率放大器中应用 DS1803 型数字电位器及单片机实现电子音量程序控制、啸叫自动消除恢复等先进功能。

DS1803 数字电位器内部有一个可分 256 档的 2 个独立电位器,按型号不同有 10k Ω 、50k Ω 、100k Ω 三种规格,器件有贴片封装及双插直立封装。图 5.4 为器件引脚排列及内部结构图,设计时单片机通过第 9 引脚(同步时钟端)及第 10 引脚(数据端)发送及接收控制数据,器件的地址是由其 5、6、7 三引脚的电位决定的,可根据需要分别接高电平或低电平,共有 0~7 八种地址状态。第 1、3、4 引脚及第 14、13、12 引脚分别为两个内部数字电位器的三个引脚,功放的音量控制电路中使用了 DS1803-100,内部电位器阻值为 100k Ω 。

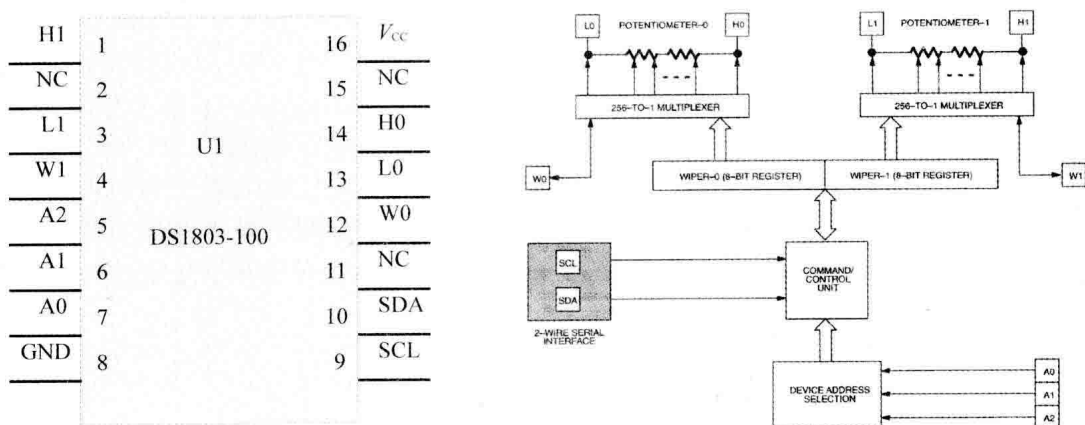


图 5.4 DS1803 数字电位器引脚排列及内部结构

5.3.4 啸叫检测电路

啸叫检测电路用电压比较器完成。当电路的信号值大大超过正常值时,通过电压比较器输出一个低电平触发信号,从而通过单片机中断方式立即控制音量电位器或功放器,关闭声音并经一定延时后重新设定到正常位置,当啸叫发生时单片机还可以测出啸叫频率,在显示屏上显示啸叫信息,图 5.5 为采用电压比较器 LM358 电路的啸叫检测电路,啸叫时输出低电平去单片机外中断 1 接口。

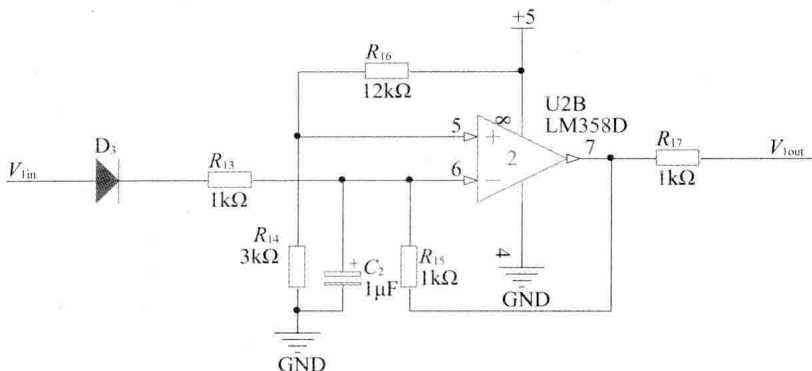


图 5.5 啸叫检测电路

5.3.5 功率测定电路

功率测定电路需要测量功率输出级的电压信号峰峰值,先由电平及幅度变换电路将 0~30V 的交流电压转换为对应的 0~5V 以内的直流电压,后经过单片机 AD 转换电路求出在 8 负载上功率。图 5.6 为功率测定电路接口电路。电压电平处理由电流型电压互感器 ZMPT101B 及绝对值电路完成。互感器电流比为 2mA : 2mA。

绝对值电路是取输入信号电压的绝对值作为输出电压的电路,即 $V_o = |V_{in}|$ 。与桥式整流电路相比较,桥式整流电路也能将正、负电压转换成正电压输出,但在电压转换的过程中,存在二极管导通电压损失。也就是对小幅度信号无法输出电压,对大幅度信号整流输出的也不是标准的绝对值电压。图 5.6 所示的绝对值电路消除了二极管的导通电压的影响,能够输出标准的绝对值电压,因此,绝对值电路又称为精密整流电路。该电路采用双电源供电,电源电压可从 $\pm 3V$ 至 $\pm 15V$ 范围内选择,在采用 NE5532 芯片时,适用的信号频率上限可达到 $1MHz$ 。

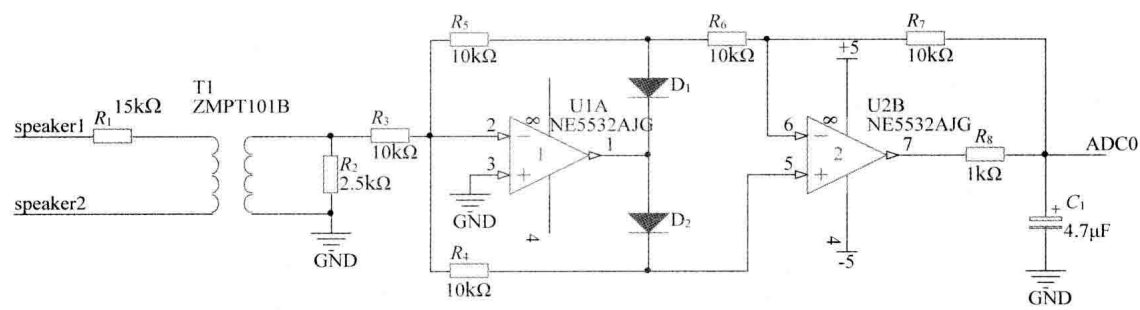


图 5.6 电平及幅度变换电路原理

5.3.6 信息显示电路

信息显示电路采用了中文液晶显示器 12864M-3,其内置 8192 个 16×16 点汉字库和 128 个 16×8 点 ASCII 字符集,能显示 4 行 $\times$ 8 个 (16×16 点阵)中文汉字,也可作图形显示,应用中使用串行接口方式进行信息显示控制,接口电路如图 5.7 所示。第 15 脚需接地。

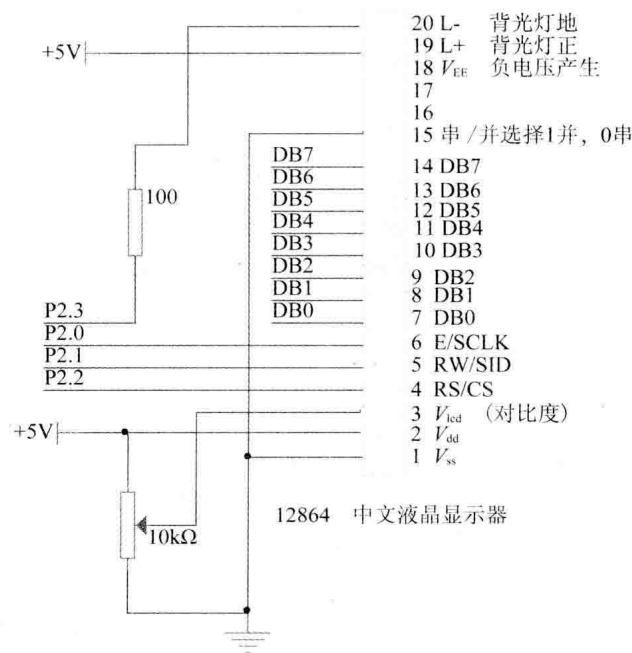


图 5.7 液晶显示接口电路

5.3.7 微控制电路

控制器采用宏晶公司 STC12C5A16S2 高速单片机,运行速度是普通单片机的 8~12 倍。可进行在线程序写入,内带 ADC、PWM、存储、片内时钟等资源,特别适合开发设计使用,图 5.8 为微控制器外围主要电路,有 USB 转串口电路、按键电路、指示灯电路、供电选择电路等。

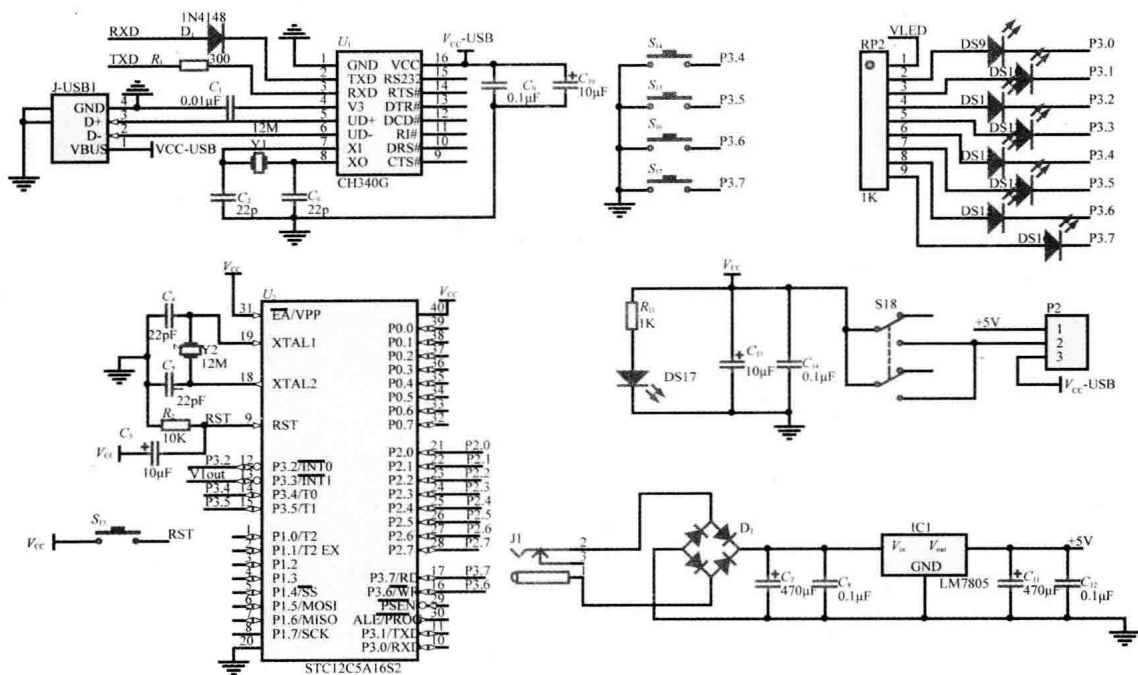


图 5.8 单片机主控板电路

5.3.8 电源电路

功率放大电路采用 12~24V 直流供电,其他电路使用的 +5V 电压由 LM7805 或 LM2576S 电源芯片完成。在绝对值整流电路中需要的一5V 电压由 TL7660 电源芯片完成。

5.4 控制程序的设计

5.4.1 初始化程序

初始化程序是单片机系统通电后进行的一些必要设置,主要的处理工作有:功率放大器禁止输出,将数字音量电位器置最小输出;液晶屏初始条件设置;从存储器中读出控制参数;设定内部 ADC、定时器、外中断等寄存器,最后设置功率放大器进入正常工作状态。

5.4.2 主程序

主程序是一个循环运行的程序代码,在功率放大器控制中通过实时采集输出的电压并在液晶屏上显示出来,另外通过查询按键进行相应的参数调整操作。图 5.9 为主程序流程图。

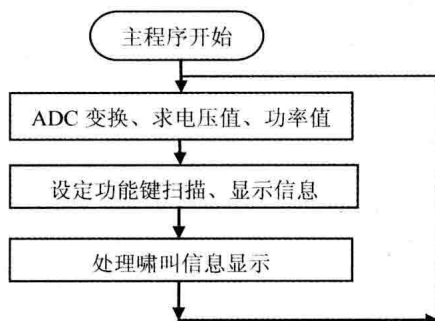


图 5.9 主程序流程

5.4.3 电压、功率计算程序

宏晶单片机内置 8 路 10 位精度的片内全并行(flash)(多指针并行查找)ADC 转换器,单次转换速度可达 $3\mu\text{s}$,对端口模拟电压信号可完成较高精度的快速采集运算。主要电压采集与功率计算过程为:打开 ADC 电源→选择通道→启动 ADC 转换→等待完成→读 ADC 值→计算电压值→计算功率值→显示刷新→结束。电压采集与功率计算主要 C 程序如下:

```

/* * * * * * STC12C5A16S2 ADC 转换程序 * * * * * */
ADC_CHANG( ) //ADC 转换
{
    //delay1ms(1); //延时 90 微秒(通道转换后需稳定)
    _nop_( );_nop_( ); //5 微秒
    ADC_RES = 0X00;ADC_RESL = 0X00;ADC_CONTR = ADC_CONTR|0X08; //启动 ADC
    while((ADC_CONTR&0X10) == 0); //ADC_CONTR.4 = 0 时等待
    ADC_CONTR = ADC_CONTR&0XE7; //清开始位及完成标志位
    ADC_RES_DATA = (ADC_RES * 4 + ADC_RESL); //取 ADC 值
}

/* * * * * * 开 ADC 电源 * * * * * */
ADC_POW_ON( )
{ADC_CONTR = ADC_CONTR|0XE0; //电源开,ADC 最快模式
  delay1ms(1); //延时 1 毫秒以上
}
  
```

```

/* * * * * * 测电压功率程序 * * * * *
//测 ADC 数据采集在 P1.0 口
// disdata1[16] = {"输出电压: 9.00V "};          //显示式样
// disdata2[16] = {"输出功率: 5000mW "};          //显示式样
Void ADC_TEST( )
{
    PLASF = 0x01;
    ADC_CONTR = 0xe0;    //选 P1.0 口 ADC 转换
    ADC_CHANG( );        //ADC 转换
    ADC_data1 = ADC_RES_DATA;
    /*
    ADC_CONTR = 0xe1;    //选 P1.1 口 ADC 转换
    ADC_CHANG( );        //ADC 转换
    ADC_data2 = ADC_RES_DATA;
    */
    //以下为换算程序,将测得电压数据值换算成 0~99.00V 的 BCD 码显示数据
    V = (float)ADC_data1 * 50/1023; //有效值
    V = (1 + (V - 0.4)/0.6842);    //峰峰值
    x = (int)(100 * V);
    disdata1[9] = x/1000 + '0'; if(disdata1[9] == '0')disdata1[9] = ' '; //十位数
    disdata1[10] = x % 1000/100 + '0'; //个位数
    disdata1[12] = x % 1000 % 100/10 + '0'; //小数 1
    disdata1[13] = x % 1000 % 100 % 10 + '0'; //小数 2
    //_write(0x80,16,disdata1); //写在液晶第 1 行
    //以下功率计算
    W = V * V/64; //
    x = (int)(W * 100);
    disdata2[9] = x/100 + '0'; //个位数
    disdata2[11] = x % 100/10 + '0'; //小数 1
    disdata2[12] = x % 100 % 10/10 + '0'; //小数 2
    //disdata2[12] = ' '; //x % 1000 % 100 % 10 + '0'; //小数 3
    //_write(0x90,16,disdata2); //写在液晶第 2 行
}
//结束

```

5.4.4 音量控制程序

DS1803-100 数字电位器采用串行同步通讯进行数据写入及读出,图 5.10 为读写时序标准,由开始、地址、读写、命令、数据、停止等通讯过程构成。向 DS1803 写入数据时,由控制、命令、数据共三个字节加上启动、停止信号完成。图 5.11 为同时控制两组电位器的写入格式要求,图 5.12 为读出 DS1803 中控制数据的格式要求。

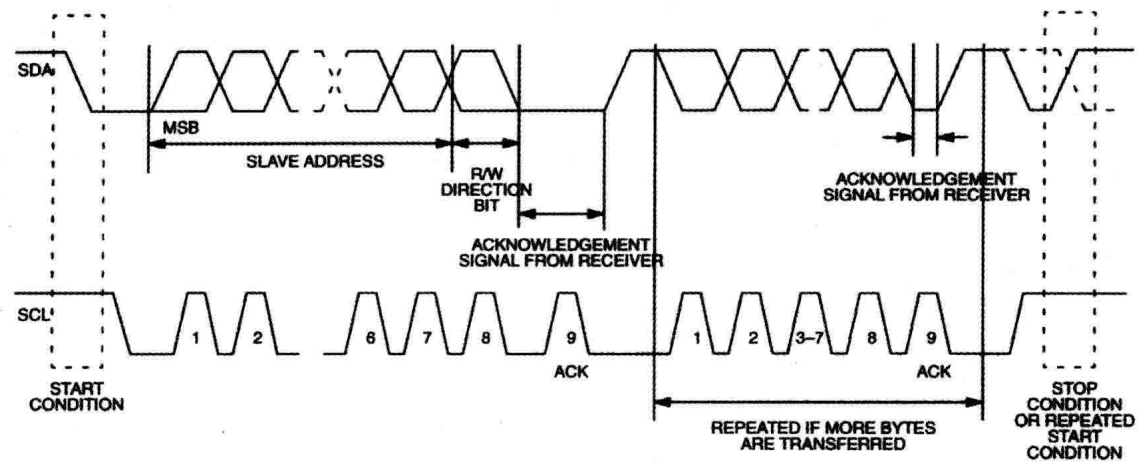


图 5.10 DS1803 数字电位器读写时序

Write Pot-0/1 (same value)

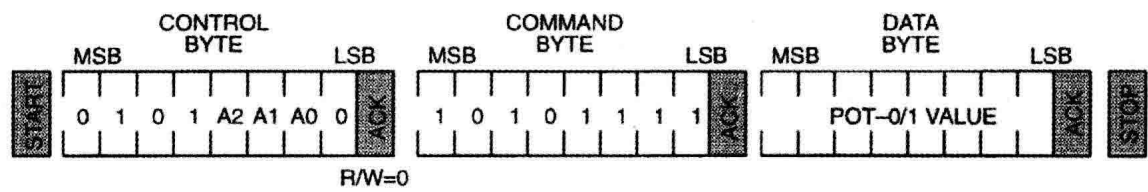


图 5.11 DS1803 数字电位器写数据格式标准

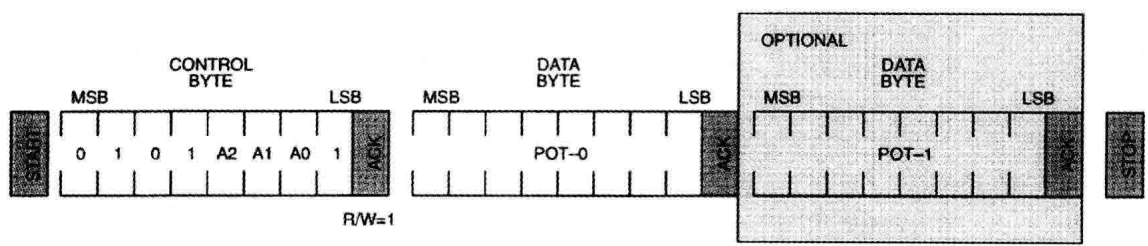


图 5.12 DS1803 数字电位器读数据格式标准

以下为测试通过的 DS1803 读写程序：

```
/* -----  
    数据写入数字电位器程序  
    参数为：器件地址,命令(左、右或左右同时写),参数值  
    ----- */  
void write_3b_w0(uchar device_add,uchar r_w_command ,uchar W_Byte)  
{  
    uchar i;uchar data0;  
    //发起始位  
    SCL = 1;SDA = 1;delay_us(2);
```