

基于 STM32 遥控数字音量功放系统设计

陈志丹, 郝卫东, 闫伟, 邓子信, 李君, 徐彪
(桂林电子科技大学 机电工程学院, 广西 桂林 541004)

摘要: 在红外遥控设备的使用中, 设备的稳定性和调节平滑性是最基本而最重要的指标。根据 NEC 红外协议, 设计了一种基于 STM32F103C8 单片机的红外可调的功放系统。此系统通过 STM32F103C8 的输入端口捕获红外遥控器发射的脉冲信号, 用其强大的定时器对遥控编码进行解码, 判断出哪个功能键被按下, 根据所按下的功能键驱动单片机的 GPIO 口输出控制信号来调节数控电位器 X9313, 实现功放输入电压的调节, 从而平滑地调节音量的增加和减少。通过测试, 功放系统可通过红外遥控器进行有效的、平滑稳定的音量调节。

关键词: STM32F103C8; 红外; X9313; PAM8403

中图分类号: TP368.2

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2014)04-0020-03

Design of remote digital volume amplification system based on STM32

Chen Zhidan, Hao Weidong, Yan Wei, Deng Zixin, Li Jun, Xu Biao

(College of Mechanical and Electrical Engineering, Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China)

Abstract: In the use of infrared remote control equipment, equipment stability and regulation smoothness are the most basic and the most important index. According to the NEC protocol, an infrared and adjustable amplifier system based on STM32F103C8 is designed. This system captures the pulse signal of infrared remote control transmitter through the STM32F103C8 input port, and its powerful timer is used to decrypt remote control code, determining which judgment function keys is pressed. Function keys are pressed to drive SCM GPIO port to output control signal to adjust digital potentiometer X9313. The power amplifier input voltage is adjusted effectually, so that the increase and decrease of the volume are adjusted smoothly. The tests show that power amplifier system can adjust the volume effectively and smooth through the infrared remote controller.

Key words: STM32F103C8; infrared; X9313; PAM8403

随着音视频领域数字化大浪潮的发展, 传统的按钮调节型音量控制器渐渐地失去主导地位, 高效、平稳的红外遥控倍受用户喜爱。红外遥控是一种无线、非接触控制技术, 具有抗干扰能力强、信息传输可靠、功耗低、成本低、易实现等显著优点, 广泛应用于诸多电子设备特别是家用电器, 并越来越多地应用到计算机系统中。

常见的 D 类功率放大器采用 51 单片机作为主控芯片, 本文使用 ST 公司的 32 位 ARM 单片机, 其主频可以达到 72 MHz, 能快速高效地对红外进行解码, 调节音量的大小。STM32F103C8 的通用定时器是一个通过可编程预分频器驱动的 16 bit 自动装载计数器, 它适用于多种场合, 包括测量输入信号的脉冲长度(输入捕获)或者产生输出波形(输出比较和 PWM)^[1]。

1 STM32F103C8 单片机简述

本系统选用意法半导体 STM32F103C8 芯片为主控
《微型机与应用》2014 年 第 33 卷 第 4 期

芯片, 这是一款以 ARM Cortex-M3 为内核的 32 bit 芯片, 时钟频率为 72 MHz, 从而区别于功能简单的 8 bit 单片机, 专门应用于对性能要求较高、成本要求较低以及低功耗的场合^[2]。具有运行速度快、处理能力强、外设备面丰富、价格低廉和控制、运算性能很强等特点。其具体性能指标如下: (1) 最高工作频率为 72 MHz; 工作温度范围: -40℃~+85℃; 宽电压供电: 2.0 V~3.6 V; (2) 128 KB 的闪存和 16 KB 的 SRAM; (3) 12 位 16 通道 A/D 转换器, 具有双采样和保持功能, 转换时间最短 1 s。 (4) 3 个 16 位通用定时器, 每个定时器有多达 4 个通道用于输入捕获、输出比较 PWM 或脉冲输出^[3]。本系统用到 STM32F103C8 的通用定时器 2 的输入捕获模式对红外信号进行解码, 与传统的单片机相比省去了同时要打开外部中断和定时器中断的繁琐过程, 节约了资源。

欢迎网上投稿 www.pcachina.com 23

2 红外简介

红外线遥控没有无线电遥控那样穿过障碍物去控制被控对象的能力,因此在设计红外线遥控器时,不需要像无线电遥控器那样每套(发射器和接收器)有不同的遥控频率或编码(否则可能隔墙控制或干扰邻居的家用电器)。同时,同类产品的红外线遥控器可以有相同的编码或遥控频率,且不会出现遥控信号“串门”的情况,这使得红外遥控得以大批量生产,在家电设备上得到了普遍应用。

红外遥控的编码一般使用 NEC Protocol 的 PWM(脉冲宽度调制)和 NXP RC-5 Protocol 的 PPM(脉冲位置调制)^[4]。本系统中遥控器使用 NEC 协议,其特征如下:

- (1) 8 bit 地址和 8 bit 指令长度;
- (2) 命令和地址传输 2 次,确保可靠性;
- (3) 采用 PWM 脉冲位置调制,根据发射红外载波的占空比来区分代表“0”和“1”;
- (4) 载波频率为 38 kHz;
- (5) 位时间为 1.125 ms 或 2.25 ms。

NEC 码的位定义:一个脉冲对应 560 μs 的连续载波,一个逻辑 1 传输需要 2.25 ms(560 μs 脉冲+1 680 μs 低电平),一个逻辑 0 的传输需要 1.125 ms(560 μs 脉冲+560 μs 低电平)。遥控器接收头在没有脉冲时为高电平,收到脉冲后变为低电平,这样,在接收头端收到的信号为:逻辑 1 时间为 560 μs (低)+1 680 μs (高),逻辑 0 时间为 560 μs (低)+560 μs (高)。

NEC 遥控指令的数据格式为:同步码头、地址码、地址反码、控制码、控制反码。同步码由一个 9 ms 的低电平和一个 4.5 ms 的高电平组成,地址码、地址反码、控制码、控制反码均是 8 bit 数据格式。按照低位在前、高位在后的顺序发送。传输时采用反码传输,增加传输的可靠性。遥控器的任意一按键被按下时,从红外接收头端收到的波形如图 1 所示。



图 1 按键所对应的红外波形

3 系统硬件设计

基于 STM32F103C8 的功放系统硬件部分主要由 STM32 最小系统、红外接收电路、音频调节电路、功放电路组成。硬件结构框图如图 2 所示。

3.1 嵌入式微处理器单元

主控芯片 STM32F103C8、电源、复位电路、晶振电路、J-LINK 调试界面构成 STM32 最小系统。STM32F103C8 内嵌出厂调校的 8 MHz 的 RC 振荡器,2.0~3.6 V 供电,能使系统的工作频率为 72 MHz。外部接有按键,10 k Ω 的电阻,0.1 μF 的电容组成复位电路。

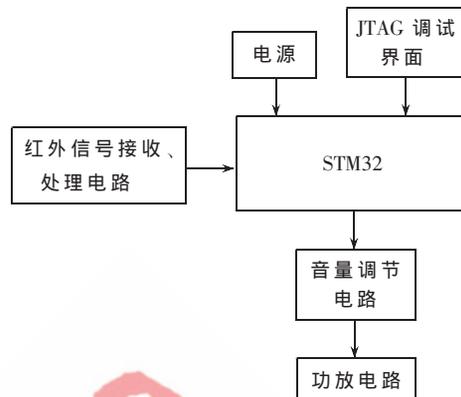


图 2 硬件结构框图

3.2 红外信号的接收和处理

红外接收电路采用 Vishay Semiconductor GmbH 公司的 HS0038 红外一体化接收头,接收红外信号频率为 38 kHz,周期约 26 μs ,同时能对信号进行放大、检波、整形,得到 TTL 电平的编码信号。3 个管脚分别是地、+5 V 电源、解调信号输出端。为了消除干扰,对红外接收头的输出信号接到 74HC14 进行两次反相后接入 STM32 的 PA6 脚,目的是为了得到理想平稳的、有规则的高低电平波形,以便于 STM32 的解码。其红外信号接收、处理电路如图 3 所示。

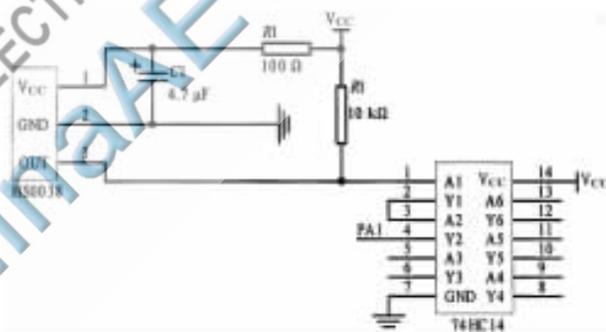


图 3 红外信号接收、处理电路

3.3 音量调节电路

美国 XICOR 公司研制的 X9313 是一种非易失性数控电位器,是理想的可调电阻器。与机械式电位器相比有以下优点:调节精度高,不易受振动、污染等影响,无机械磨损,易于用单片机或逻辑电路控制,体积小易于安装,适用于音量、灯光控制等场合^[5]。音频信号的左声道分别经过 10 k Ω 电阻和 10 μF 电容后接入数控电位器 X9313 的高端 Rh 端,STM32F103C8 的 GPIOA 的 PA4 口接 X9313 的“增加”控制引脚 $\overline{\text{INC}}$,PA5 口接 X9313 的升/降控制输入脚 U/ $\overline{\text{D}}$,数控电位器的低端 RL 接地,滑动端 RW 经过 10 μF 的极性电容后接入 PAM8403 模块的左声道输入引脚 LIN。右声道同样经过另一数控电位器后接入 PAM8403 模块的右声道输入引脚 RIN。功放电路部分采用由 PAM 公司生产的 PAM8403 和部分器件组成数字功放板模块。PAM8403 立体声 D 类音频功率放大

硬件纵横

Hardware Technique

器能够以 D 类放大器的效率提供 AB 类放大器的性能,能够以高于 85% 的效率提供 3 W 功率。音量调节电路图如图 4 所示。

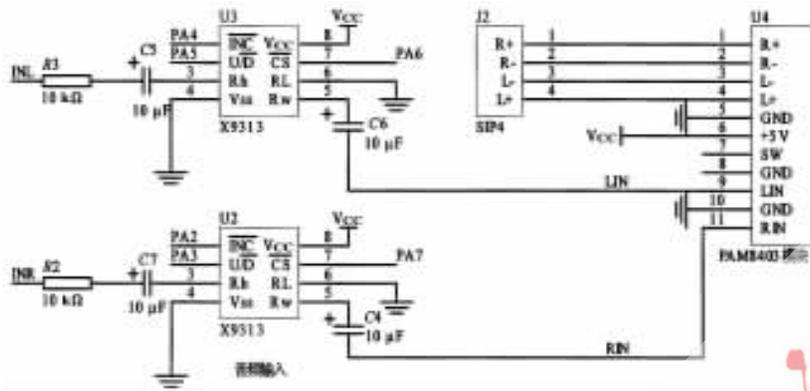


图 4 音量调节电路

4 系统软件设计

系统软件主程序框图如图 5 和图 6 所示,图 5 为主函数流程图,图 6 为 STM32 输入捕获红外解码软件流程图。

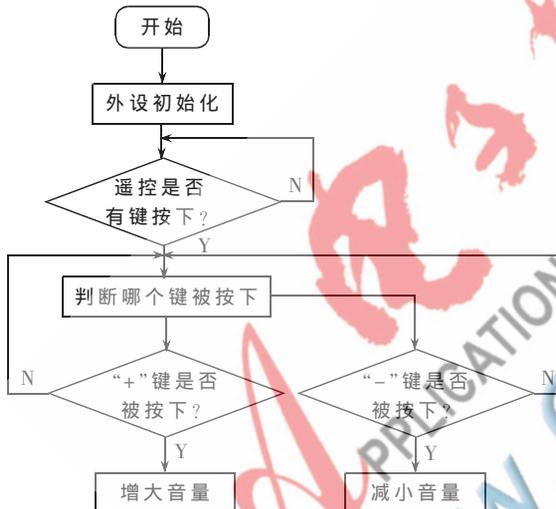


图 5 主函数流程图

系统上电后进行系统初始化,包括:使能用于输入捕获的定时器时钟、输入捕获和输出的 I/O 引脚时钟;初始化 GPIO,PA1 为上拉输入,PA2~PA7 为推挽输出;定义定时器输入捕获结构体,进行各参数设置;设置定时器输入捕获通道,捕获下降沿,设置采样分频系数,滤波机制等。数控电位器 X9313 的片选输入脚 \overline{CS} 给低电平,器件被选中,在音频信号接入的情况下等待红外遥控器的按键信号。红外接收头的信号输出端经反相器 74HC14 两次反相后接入 STM32 的 PA6 脚,当有键按下时 PA6 脚电平由高电平变为低电平,触发定时器 2 中断进行红外中断解码。如图 6 所示 STM32 输入捕获红外解码流程,PA6 脚由高电平变为低电平时,触发中断判断是否接收到引导码,当引导码接收成功后接着接收地址

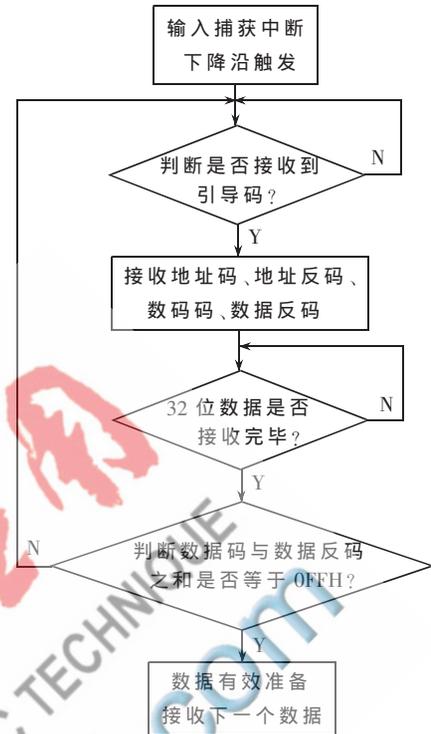


图 6 STM32 输入捕获红外解码软件流程图

码、地址反码、数据码、数据反码,32 bit 数据接收完后判断数据码和数据反码之和是否为 0FFH,之和等于 0FFH 则此次数据有效准备下次数据的接收,否则数据无效进行下次数据的接收。

当红外遥控有键按下时,STM32 输入捕获红外解码出“1”、“0”对应的程序代码如下所示:

```
if((IR_PluseSub>900)&&(IR_PluseSub<1300))
{
  Im[m/8]=Im[m/8]>>110x80;
  m++;
}
if((IR_PluseSub>450)&&(IR_PluseSub<900))
{
  Im[m/8]=Im[m/8]>>1;
  m++;
}
```

文中建立的红外遥控音量可调系统使用功能强大的 32 位 STM32F103C8 单片机,可实现音量的平稳、有效的调节,对于智能家居系统中多个遥控家电设备共享一个红外遥控器的实现能提供一定的参考价值。该系统红外遥控将来可以直接利用 STM32 的内部定时器产生 38 kHz 的红外载波,通过学习目前市场上各种红外遥控器的红外编码即可成为万能遥控器^[6],为智能家居的发展带来一定的推进作用。

参考文献

[1] 黄智伟,王兵,朱卫华. STM32 32 位 ARM 微控制器应用

- 设计与实践[M].北京:北京航空航天大学出版社,2012.
- [2] 许雪楠,梁晋涛,黄邦宇.基于 STM32 的健康一体机控制系统的设计[J].微型机与应用,2013,32(16):20-22.
- [3] STMicroelectronics.STM32F103xB STM32F103x8 data sheet [EB/OL].(2009)[2013].http://www.st.com.
- [4] 刘军.例说 STM32[M].北京:北京航空航天大学出版社,2011.
- [5] 李学海.非易失性数控电位器 E2POT-X9313[J].电子制作,1997(8):12-13.
- [6] 邵振,章勇,刘培培.应用于智能家居中的红外学习型红外模块设计[J].通信市场,2011(4):7-8,27.
(收稿日期:2013-11-26)

作者简介:

陈志丹,男,1991年生,硕士研究生,主要研究方向:机器人、嵌入式系统。

郝卫东,男,1964年生,高级工程师,硕士研究生导师,主要研究方向:医疗电子仪器、机器人、嵌入式系统。

