

# 双通道音量调节及电平指示模块设计与实现

罗纯哲, 李探元

(91245 部队, 辽宁 葫芦岛 125001)

**摘要:** 提出了一种双通道音量调节和峰值电平指示模块方案。模块基于 STC12C5A60S2 单片机和数字电位器, 利用单片机丰富的片内资源和 I/O 口, 通过软件对双通道音量进行调节, 对音频信号峰值电平进行采集、计算和显示, 实现了双通道音量程控调节和峰值电平动态显示功能。经实际验证表明, 模块具有体积小、成本低、结构简单、操作使用方便等特点, 具有较高的性价比和实用价值。

**关键词:** 峰值检波; 音量调节; 电平指示

中图分类号: TB553

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2013)08-0085-03

## Design and implementation of double-channel volume adjustment and level indication

Luo Chunzhe, Li Tanyuan

(91245 Troops, Huludao 125001, China)

**Abstract:** A double-channel volume adjustment and level indication module is introduced in this paper. The peak of audio signal is sampled, calculated, and displayed, through the rich resource in STC12C5A60S2, to achieve a function of double-channel volume adjustment and level indication. The system has advantages of small size, low cost, simple construction, with better engineering application.

**Key words:** peak demodulation; volume adjustment; level indication

在有线语音指挥调度系统模拟扬声单机中需要对收发通道音量进行调节和电平指示, 传统方法采用机械电位器和电平指示专用集成电路实现, 存在硬件组成复杂、占用安装空间大、抗干扰能力和可靠性差等不足。本方案以宏晶公司生产的新型 1T 高速单片机 STC12C5A60S2 为核心, 利用片内丰富的 A/D 资源和 I/O 口, 通过软硬件结合实现了双通道音量程控调节和峰值电平的动态显示, 具有硬件电路简单、显示效果调整灵活和调试方便等优点。

### 1 总体设计方案

#### 1.1 总体设计框图

总体设计框图如图 1 所示, 以单片机 STC12C5A60S2 为控制核心, 接受音量调节按键指令, 显示音量设置值, 通过软件模拟 PC 总线控制音量调节数字电位计, 实现双通道音量调节; 通过 A/D 转换口对峰值检波器输出的峰值电平值进行采样、计算、处理, 并通过 P0、P1 口直接驱动 LED 发光条进行峰值电平动态显示。

#### 1.2 硬件设计

模块硬件组成主要包括电源、峰值检波器、微控制

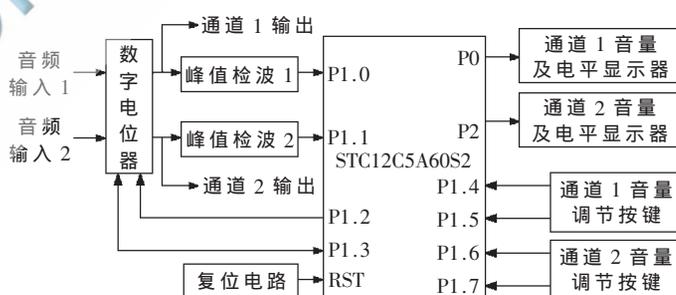


图 1 总体设计框图

器、数字电位器、按键及显示单元等。

##### 1.2.1 电源

外部输入的 9~12 V 直流电源, 通过高性能、低功耗 AS1117 线性稳压电源模块转换为 +5 V 直流电源, 并增加输入输出高频滤波电路, 使输出纹波电压进一步减小, 电压输出幅度稳定, 满足模块供电要求。

##### 1.2.2 峰值检波器

为了能够实时采集到音频信号的峰值电平, 需要对输入的音频信号进行峰值检波。图 2 为峰值检波单元电

## 应用奇葩

Example of Application

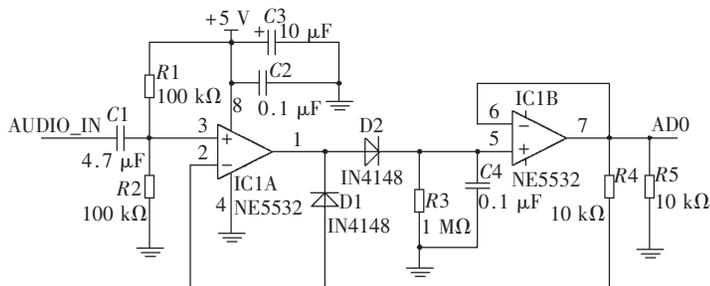


图2 峰值检波单元电路原理图

路原理图。电路采用一片 NE5532 低噪声双运放辅以二极管、电阻、电容等元件构成正峰值检波器,图中 R1、R2 为运放 IC1A 的偏置电阻,使运放正输入端偏置于 2.5 V,保证运放在单电源下正常工作,C4 为峰值保持电容,R3 为放电电阻,改变 R3 可以调节峰值保持时间,运放 IC1B 为输出缓冲器,缓冲器输出电压减去 2.5 V 偏置电压即可得到输入音频信号的峰值电压。

## 1.2.3 微控制器

微控制器采用宏晶科技生产的单时钟/机器周期(1 T)的单片机 STC12C5A60S2,它是高速、低功耗、超强抗干扰的新一代 8051 单片机,指令代码完全兼容传统 8051 单片机,但速度快 8~12 倍<sup>[1]</sup>。最高工作频率可达 35 MHz,具有 44 个 I/O 口,每个 I/O 口驱动能力均可达 20 mA,内部还集成有 MAX810 专用复位电路,512 B 的 E<sup>2</sup>PROM,1 280 B 的 RAM,60 KB 程序存储器,2 路 PWM,8 路 10 位高速 A/D (250 ks/s),主要针对电机控制等强干扰应用。另外还具有 ISP(在系统可编程)/IPA(在应用可编程)功能,无需专用编程器和仿真器,可通过串口(P3.0/P3.1)直接下载用户程序,方便软件下载和调试。

本方案中,为了简化硬件,STC12C5A60S2 单片机采用内部 R/C 振荡器,2 路音频峰值电压通过 P1.0、P1.1 口输入进行 A/D 转换和采样;用 P1.2、P1.3 软件模拟 PC 总线,通过 PC 总线控制数字电位器 X9241 调节通道音量;音量调节加减按键通过 P1.4~P1.7 输入;设置音量和峰值电平通过 P0、P2 口直接驱动 2 个 8 位 LED 柱形发光条进行显示。

## 1.2.4 数字电位器

音量调节单元采用 Intersil 公司生产的 X9221A 数字电位器,X9221A 采用 CMOS 工艺,内部设有 2 个独立的三端 10 kΩ 数字电位器,而且带有非易失性存储器 E<sup>2</sup>PROM,能在设备掉电时自动存储滑动端设定值,擦写次数 10 万次,保存期可达 100 年<sup>[2]</sup>。X9221A 内部每个数字电位器的滑动端抽头数为 64,总电阻值为 10 kΩ,每次调节的电阻值为 10 kΩ/64,范围为 0~10 kΩ,电阻呈线性变化。与传统机械电位器相比,数字电位器具有程控调节的功能,滑动端非接触,因此寿命长,不受震动影响,而且体积小,易于装配和节省空间。

本方案中,单片机通过 P1.0、P1.1 口软件模拟 PC 总线与 X9221A 进行通信,控制和调节数字电位器实现

双通道音量 64 级程控调节功能。

## 1.2.5 按键及显示单元

每个通道分别设有音量加减按键,共计 4 个。显示单元采用 2 个 10 位 LED 柱形发光条,最低位用于电源状态指示,最高位用作音量设置状态指示,中间 8 位用于音量设置值及峰值电平动态显示。

## 1.3 软件设计

STC12C5A60S2 单片机软件在 Keil 集成开发环境下,采用汇编语言对其编程,目标代码利用 STC 提供的 ISP 下载工具 STC-ISP.EXE 通过串口下载到单片机,下载和调试非常方便。

## 1.3.1 主程序模块

主程序模块通过查询方式完成双通道音量设置和峰值电平的计算和显示,流程图如图 3 所示。

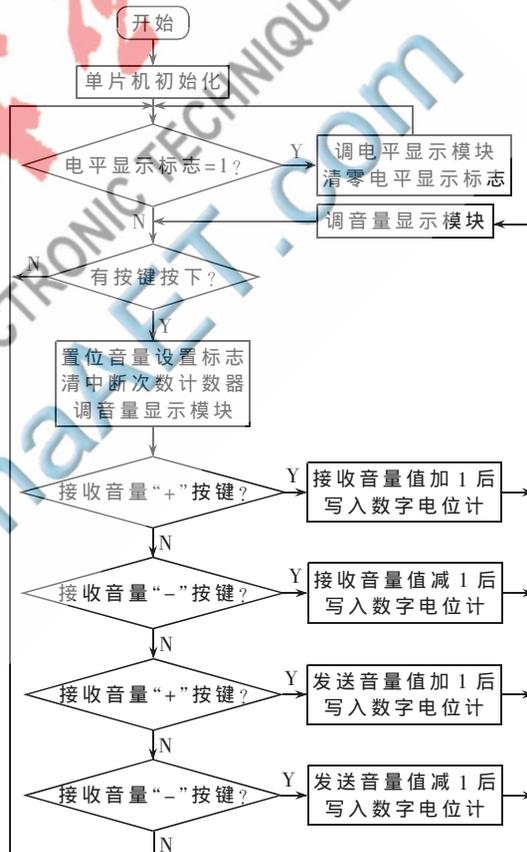


图3 主程序流程图

## 1.3.2 T0 中断服务程序模块

主要完成音频峰值采样定时、音量设置状态延时、峰值电平显示周期定时、双通道峰值电压的 A/D 转换、最大值比较和提取工作,程序流程图如图 4 所示。在音量设置状态下,实现设置状态延时保持,设定延时时间到后,自动转入电平显示状态。在电平显示状态下,每次中断都对双通道峰值电压进行 A/D 采样,比较前后两次采样值提取最大值,得到显示周期内音频峰值最大值并保存,用于音频峰值电平的计算和显示。通过修改中断次数比较初值,可以方便地调节音量设置状态保持时

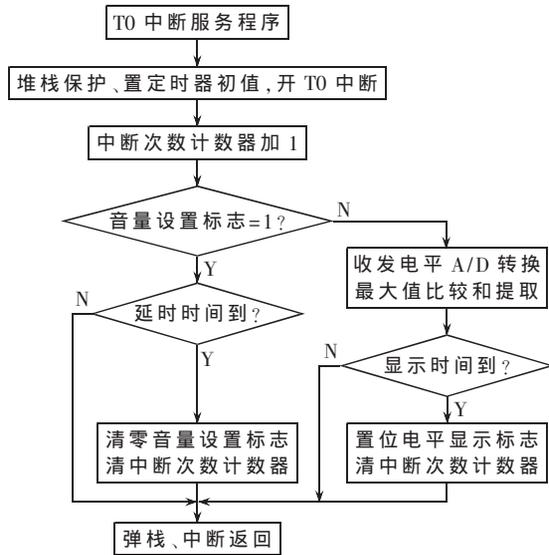


图 4 T0 中断服务程序流程图

间,也可以方便地调节峰值电平显示周期,以找到符合人的心理学中视觉听觉联合感受<sup>[3]</sup>的显示周期。

### 1.3.3 峰值电平计算及显示模块

主要完成峰值电压—峰值电压电平转换及显示数据计算、动态更新和显示。

电路中某测试电压与标准比较电压 0.775 V 之比取常用对数的 20 倍称为电压电平<sup>[4]</sup>,单位为 dBu,其数学表达式如下:

$$Lu=20\lg(U/0.775)$$

其中,  $Lu$  为电压电平,单位为 dBu;  $U$  为峰值电压,单位为 V。

峰值电压—峰值电压电平转换及 LED 显示对应关系如表 1 所示。

## 2 实验结果与分析

为了调试方便,通过电脑媒体播放器连续播放语音和音乐,电脑输出音频信号输入到模块音频输入端,模块音频输出端接电脑有源音箱的输入,通过模块音量调节按键调节双通道输出音量,根据音箱发出声音大小判断音量调节是否正确。通过实验验证,模块双通道音量调节功能正确可靠。通过改变电平显示周期观察电平动

表 1 峰值电压—峰值电压电平转换及 LED 显示对应关系

峰值电压/V	峰值电平/dBu	对应 LED
0.138	-15	1
0.195	-12	2
0.275	-9	3
0.388	-6	4
0.549	-3	5
0.775	0	6
1.095	+3	7
1.546	+6	8

态显示效果,调试发现:显示周期越短,显示的电平变化幅度大而且快速,视觉感受相对于听觉感受滞后小,但因显示变化速度太快,视觉上有闪烁感;随着显示周期的延长,显示的电平变化幅度变小,视觉感受相对于听觉感受滞后变大,视觉听觉同步感变差,但视觉感受变好,没有明显的闪烁感。通过调试验证,电平显示周期在 20 ms~80 ms 范围内选取,可得到较好的显示效果。

本文根据某有线指挥调度系统模拟扬声单机研制需要,设计了一种基于 STC12C5A60S2 单片机的双通道音量调节和电平指示模块方案,并制作实物进行了调试和验证。验证结果表明,方案设计合理可行,研制的模块实物体积小、成本低、操作简单、易于实现,具有较高的性价比和使用价值。

### 参考文献

- [1] STC12C5A60S2 中文手册完全版[OL].[2011-01-15].http://www.stcmcu.com.
- [2] Intersil.X9221 a double digital controlled potentiometers data sheet[S].2007.
- [3] 唐伟.解读 VU 电平表[J].音响技术,2008(7):62-64.
- [4] 丁光亮,楚纪正,王琦.数字信号音频电平的算法研究[J].通信技术,2010,43(7):150-153.

(收稿日期:2012-12-31)

### 作者简介:

罗纯哲,男,1969 年生,工程师,硕士,主要研究方向:试验时统技术,嵌入式系统,单片机应用。