

# 单片机在大功率功放电路中的应用

黄晓鑫,陈炳文,邓伟

(揭阳职业技术学院 广东 揭阳 522000)

**摘要:**大功率功放存在2大问题:第一是输出信号失真,主要有:非线性失真和削波失真,这会严重影响音质,严重时还会烧坏扬声器。第二是保护问题。主要有:扬声器短路保护、输出信号直流保护。保护做得不好,很容易烧坏功放输出管和扬声器。单片机具有强大的测控功能,可以用来解决大功率功放的失真校正和电路保护的问题。实践证明,本系统有较好的效果。将讨论如何用单片机ATMEL 89C2051实现这一目标。

**关键词:**大功率功放;单片机;线性补偿;动态压缩

**中图分类号:**TP368.1

**文献标识码:**B

**文章编号:**1004-373X(2006)14-131-02

## Application of Single Chip on High Power Amplifier

HUANG Xiaoxin, CHEN Bingwen, DENG Wei

(Jieyang Vocational Technical College Jieyang, 522000, China)

**Abstract:** The high power amplifier exists two problems: first is distortion of the output signal, including nonlinear distortion and chopper distortion, this will affect the timbre, in the serious situation it will burn out the speaker. Second is the protection problem, mainly has short-circuits protection for the speaker, direct current protection for the output signal. If the protection is not good, it is very easy to burn out the power amplifier output transistor and the speaker. single chip has functions of measure and control, it is applied to adjust distort and circuit protecting of high power amplifier. It has better effect. This paper discusses how to achieve this destination by ATMEL 89C2051 MCU.

**Keywords:** high power amplifier; single chip; compensation of linearity; dynamic encapsulate

大功率功放使用电子元器件是非线性的,这会引起功率放大器的非线性失真。为保证音质,必须改善非线性失真。另外,大功率输出管和扬声器很容易烧坏,烧坏原因主要有:扬声器短路、输出较长时间的直流电流或输出削波失真。传统的做法是用模拟电路来解决这些问题,电路复杂,成本高而且效果也不好。实践证明,利用单片机强大的测控功能来解决这些问题,可靠性、性价比都比纯模拟电路高。

### 1 系统的功能

#### 1.1 延时开机

一般功放开机时,扬声器是接在输出端的。开机一瞬间,会发出“卟”的一声。如果接通电源3s后,再控制继电器J2接上扬声器,则不会发生这种现象。

#### 1.2 短路保护

扬声器线圈短路是常见的故障。单片机可以判断扬声器是否短路,若短路,则断开扬声器与功放输出,起到保护作用。

#### 1.3 直流保护

通过扬声器的直流成分持续一定时间后会烧坏扬声

器。单片机通过检测,判断功放输出是否有直流成分,且超过允许时间。如果有,则断开功放电源,达到保护电路的目的。

#### 1.4 线性补偿

由于元器件的非线性,使功放的实际输出值与理想输出值不一致。特别是大功率功放,在小信号和接近饱和的时候都出现比较严重的非线性。单片机通过调节输入信号分压比,改变实际送进功放的信号大小,达到线性补偿的目的。

#### 1.5 动态压缩

当功放输入信号太大时,输出会发生饱和失真,其峰顶被削平,可看成直流。动态压缩功能可以使过大的输入信号得到压缩,从而使输出不会发生过长时间的削波输出。

### 2 硬件电路的基本原理

单片机型号:89C2051;I/O口的分配如表1所示。

#### 2.1 检测输入通道

##### 2.1.1 短路检测

当喇叭正常时,电阻应大于 $3\Omega$ 。当其阻抗小于 $3\Omega$ 时,则认为短路。用比较器来构成检测电路,当测量到喇叭阻抗小于 $3\Omega$ 时,使比较器输出高电平,并将信号送到单片机的P3.7口,就可以通过P3.7口的电平,来判断是

收稿日期:2006-04-04

否短路。

表1 89C2051 I/O分配表

I/O口	用途
P1.0	直流检测输入口
P1.1~P1.7	控制模拟开关
P3.0,P3.1	串行口输入输出
P3.2	片选线
P3.3	外脉冲1输入口
P3.4	外脉冲2输入口
P3.5	控制继电器J
P3.7	短路检测输入口

### 2.1.2 喇叭直流保护

用2个硅三极管,让正负半周的信号都能得到检测。如果直流电压(削波失真时,可当成直流电)大于0.7V,三极管导通输出低电平。最后将信号从P1.0口输入,通过P1.0口的电平判断是否要进行直流保护。

### 2.1.3 线性补偿的采样

在功放输入处采样,通过8位串行A/D TLC549输出8位数据。用串行口工作方式“0”读入数据。

### 2.1.4 功放输出的采样

功放输出经分压后送到的采样的输入端。该A/D的输出和CLK信号,用串行口工作方式“0”读入数据,也就是跟线性补偿的A/D共用。为区别开2个A/D,用P3.2加一个非门产生片选信号。

## 2.2 输出控制电路

### 2.2.1 用继电器J控制喇叭与功放输出的接通与断开

控制信号由P3.5提供。P3.5输出高电平时,J吸合,喇叭接到功放的输出处。

### 2.2.2 用模拟开关,来控制输出量

其控制端接P1.1~P1.7。当控制端为1的时候,接通他的输入和输出端。使其输入端的电阻接到功放的输入端。从而使功放输入信号得到衰减。例如:当P1.3=1,P1.1~P1.7中其他口输出为0,则接通 $R=10\text{ k}$ 的电阻。使功放输入衰减10%。

## 3 程序的结构

### 3.1 总体结构

主程序由4部分组成:延时程序;短路保护;直流保护;线性补偿。

中断服务程序:实现动态压缩功能,实际就是动态压缩程序。

### 3.2 线性补偿程序的结构

#### 3.2.1 读入数据

A/D(TLC549)采样速率为40 kHz,输出最快速率是1.1 MHz。因此,可以用串行口工作方式“0”读入A/D转换的结果。用查询R1位的方法,判断是否接收完8位数

据。如果已经读入8位数据,则继续执行下面程序。

#### 3.2.2 查表输出

采用预测输入的方法确定补偿的输出值。例如:输入波形如图1所示。

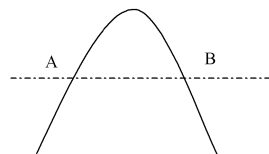


图1 输入波形图

对输入采样的结果是一个数值,那么对应该数值,有2个点A,B。将A/D转换的结果与上次的结果比较,若当前值大,就是处于上升阶段的A点;否则,就是下降阶段的B点。如果是上升阶段,应该将DPTR加1后,查表输出补偿量;否则,DPTR减1,查表输出补偿量。

### 3.3 动态压缩程序的结构

#### 3.3.1 触发中断

程序利用多谐振荡电路产生的方波1的下降沿触发外中断1。该方波的周期 $T_1$ 为1~10 ms。系统每隔 $T_1$ 的时间,产生一个下降沿,触发外中断1,进入动态压缩程序。

#### 3.3.2 读入采样数据

读入数据,所采用方法与线性补偿所用方法一样。详细参阅前面所述。

#### 3.3.3 压缩判断

如果当前的采样值与上次采样值不等时,认为没有削波失真,不需要压缩。如果相等,再判断失真持续时间是否过长,如果时间过长,就对输出进行压缩。否则,再进行一次采样和判断。

#### 3.3.4 压缩程序

他包括2个功能:保证一定的压缩时间和输出合适的压缩量用多谐振荡电路产生方波2(周期 $T_2$ 在100 ms之间),并从P3.4口输入。通过对P3.4输入电平的判断保证压缩时间 $t$ ,满足: $T_2/2 < t < T_2$ 。

压缩量如果太大,可能使功放输出立刻减小到零。若太小,则无法解决饱和和失真的问题。如何输出合适的压缩量是关键。应采用步进办法解决这个问题。在输出压缩量前,先把功放输出值与上一次压缩后,功放的输出值进行比较。如果仍相等,说明压缩量太小,失真仍存在,就增大压缩量。如果不等,就保持该压缩量,继续压缩。

## 4 结 语

本系统较好地解决了大功率功放的失真校正和电路保护的问题。实践证明,本系统有较高的可靠性、性价比。特别是动态压缩的的适应范围和效果,是传统压缩电路无法比拟的。

(下转第138页)

频程。此外,由式(1)可得该滤波器的无源灵敏度为:

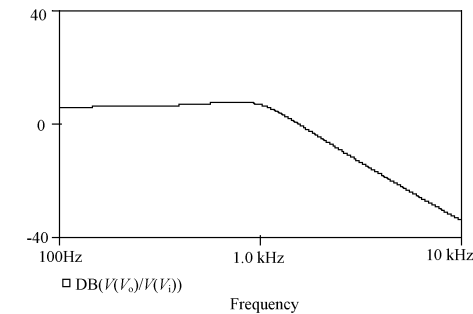


图 3 幅频特性

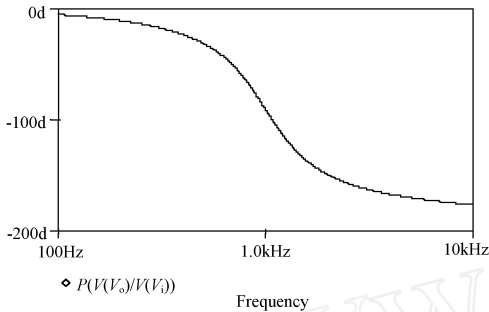


图 4 相频特性

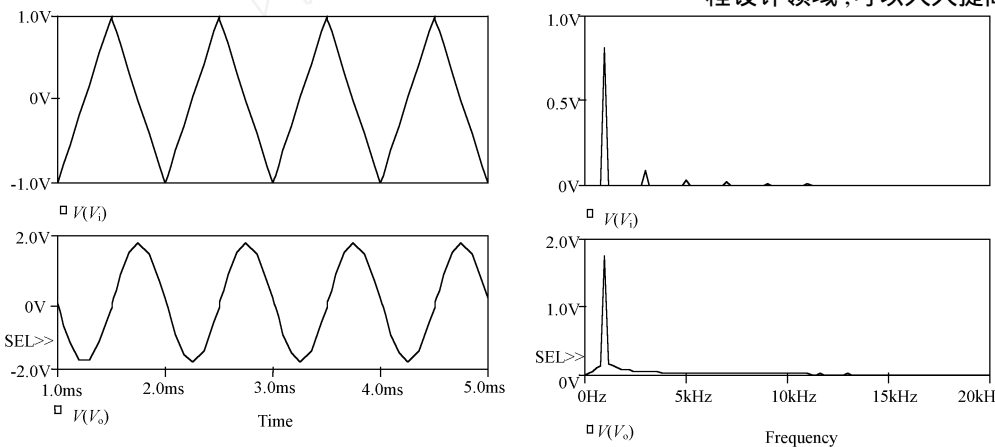


图 5 输入输出电压的波形及频谱

$$\begin{aligned} S_{R_1}^r &= S_{R_2}^r = S_{C_1}^r = S_{C_2}^r = -0.5, \\ S_{R_1}^r &= S_{R_2}^r = 0 \\ S_{R_1}^o &= -S_{R_2}^o = 0.79, \\ S_{C_1}^o &= -S_{C_2}^o = 1.18, \\ S_{R_1}^o &= -S_{R_2}^o = 0.77 \end{aligned}$$

由灵敏度分析可见该滤波器灵敏度较低,性能指标达到设计要求,具有实际应用价值。

由图 5 可知,当输入信号为频率 1 kHz 的三角波时,滤波后,得到输出信号为频率 1 kHz 的正弦波。由傅里叶分析,总谐波失真系数为 1.715 195 % (分析到十次谐波)。超过了 1 % ,说明二阶滤波器的滤波效果还不够好,他的衰减速率较低。若要使输出正弦波的总谐波失真系数控制在 1 % 以内,需要滤波器的通带外衰减速率达到 - 100 dB/ 十倍频程以上,这时应采用更高阶的滤波器,如 5 阶或 8 阶 Butterworth 滤波器。

5 结 语

本文通过一个设计实例,阐述了利用 PSpice 辅助电子电路分析与设计的方法与步骤,表明 PSpice 是一种功能非常强大、集成性很高的电路仿真软件,将其应用到工程设计领域,可以大大提高设计效率、降低成本、缩短整体

设计周期,在电子、信息和自动控制等领域有很高的实用价值。

参 考 文 献

[1] 康华光. 电子技术基础 [M]. 北京:高等教育出版社,2001.  
[2] 邱关源. 现代电路理论 [M]. 北京:高等教育出版社,2001.  
[3] 郑光钦. 全能 OrCAD 混合电路仿真 [M]. 北京:中国铁道出版社,2000.

作者简介 秦毅男 男,1973 年出生,河南郑州人,郑州大学电气工程学院讲师。主要研究方向为电气工程及其计算机应用。

(上接第 135 页)

参 考 文 献

[1] 何立民. MCS-51 单片机应用系统设计 [M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1990.  
[2] 杨光友. 单片微型计算机原理及接口技术 [M]. 北京:中国水利水电出版社,2002.  
[3] 马建国. 电子系统设计 [M]. 北京:高等教育出版社,2004.  
[4] 曾广兴. 现代音响技术 [M]. 广东:广东科技出版社,1996.

作者简介 黄晓鑫 男,1978 年出生,广东揭阳人,揭阳职业技术学院教师,现于厦门大学自动化系在职攻读硕士研究生学位。主要研究方向为计算机控制技术、物理教育。