



## LTK5312 内置 BOOST 同步升压带自动增益控制音频功放

### 概述

LTK5312 是一款内置同步电流式BOOST升压，全差分输入5W、单声道AB/D类超低EMI、无需滤波器、超低底噪、超低失真、带有可切换自动增益功能（AGC）的音频功率放大芯片。内置的BOOST升压模块可以控制在5.5V工作。工作输入电压3V-5V，在电源电压5V，升压到5.5V的情况下，THD+N达到10%时，可以在4Ω喇叭上输出4W的功率。AB/D类可切换模式，最大限度地减少了音频子系统中功放对FM的干扰。

LTK5312的输出带有自动增益（AGC）功能，可以抑制由于输入的音乐、语音信号幅度过大所引起的输出信号削峰失真，显著提高音质。

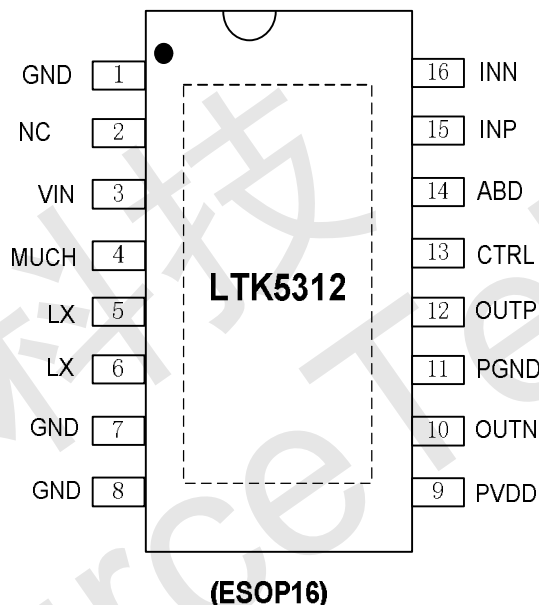
LTK5312的工作效率超过90%，并且在1kHz下的PSRR高达75dB以上。另外由于采用DRC（Dynamic range control）技术，降低了大功率输出时，由于波形切顶带来的失真，相比同类产品，动态反应更加出色。

LTK5312采用ESOP-16或者SOP-16封装。

### 特性

- 工作电压范围：3.0V 到 5V
- 全差分输入，优异的爆破声抑制电路
- 超低底噪、超低失真
- 带 DRC 功能的自动增益控制（可关闭）
- VDD=5V 下最大输出功率（Non-AGC）4W（4Ω 喇叭，10% THD+N）
- VDD=5V 下最大输出功率（AGC）3.3W（4Ω 喇叭，1% THD+N）
- 低失真：THD+N: 0.05%（1kHz, PO=1W）
- 提供 12dB 的 AGC 动态范围控制
- 关断电流 < 0.5uA
- PSRR: 75dB@1kHz
- 短路保护和过温保护

### 管脚定义



### 封装信息

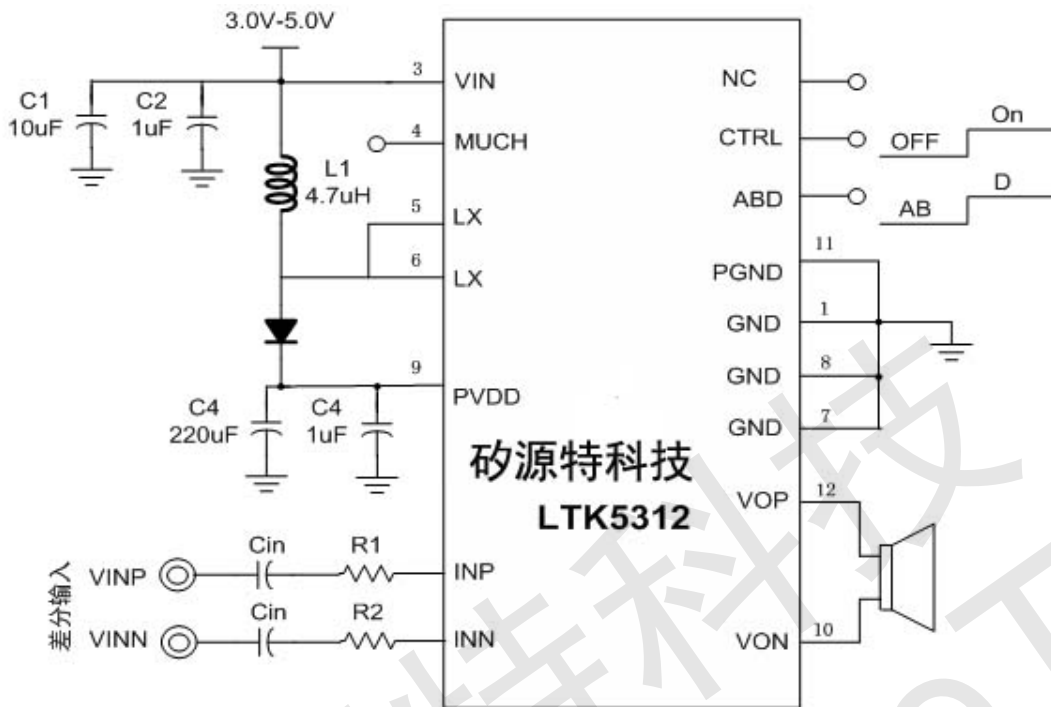
产品型号	封装形式	封装尺寸 (mm)	脚间距 (mm)
LTK5312E	ESOP-16		
LTK5312P	SOP-16		

### 应用

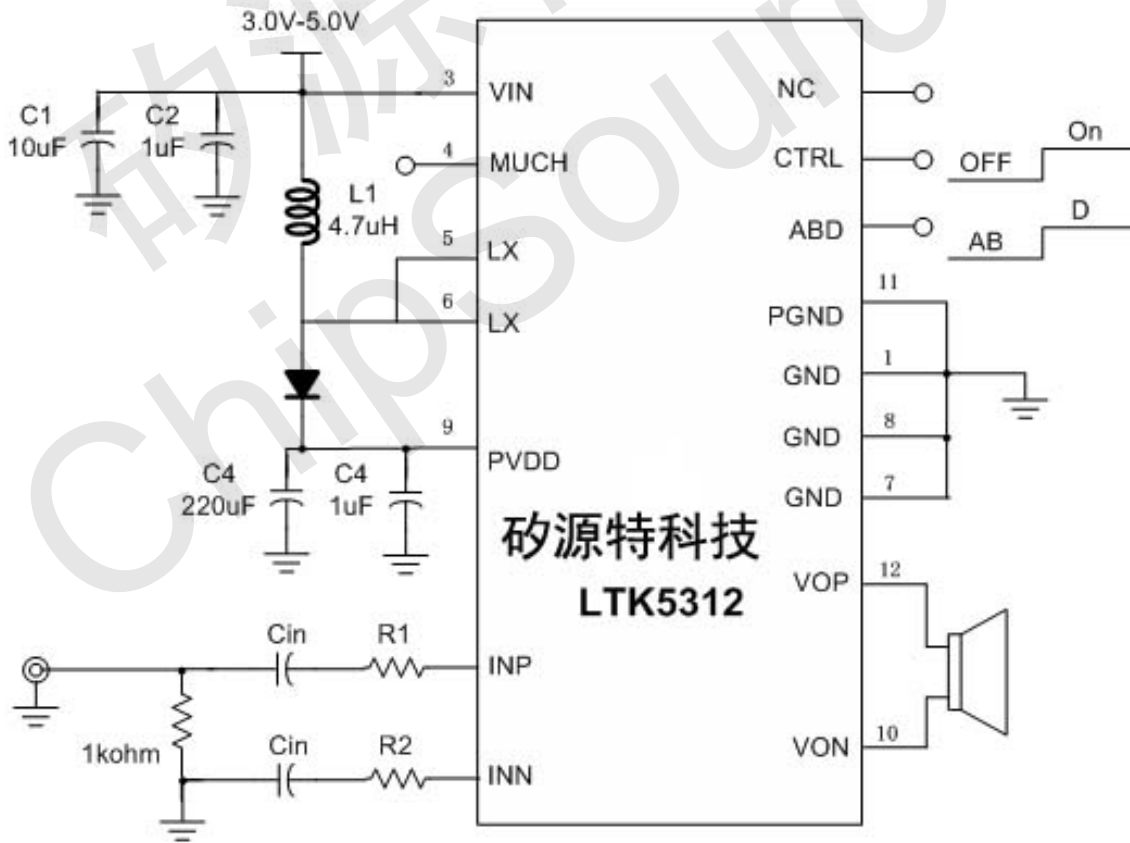
- 蓝牙音箱
- 插卡音箱、USB 音响
- 拉杆音箱、2.1 音响



## 典型应用图（不带 AGC 防破音接法）



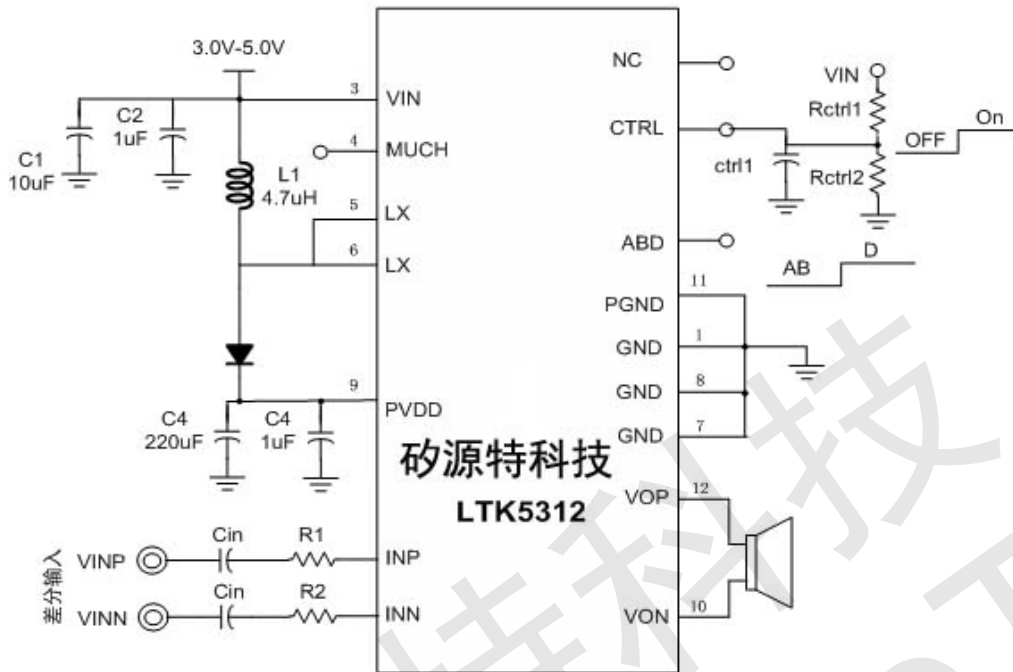
图二 LTK5312 差分输入不带 AGC 防破音控制



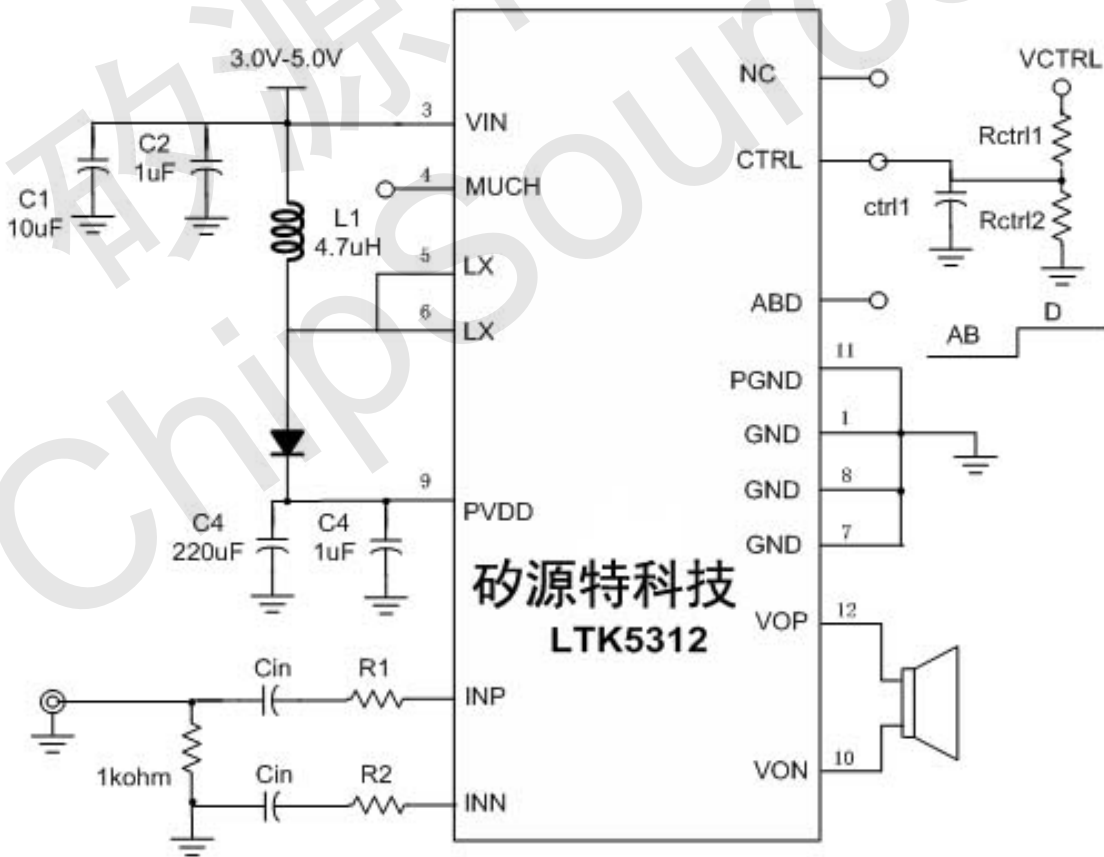
图三 LTK5312 单端输入不带 AGC 防破音控制



## 典型应用图（带 AGC 防破音接法）



图四 LTK5312 差分输入带 AGC 防破音控制



图五 LTK5312 单端输入带 AGC 防破音控制



## 原理框图

图六 LTK5312 原理框图

## 管脚说明

No.	管脚名称	I/O	功能
1, 7, 8	GND	IO	接地端
2	NC	I	悬空
3	VIN	IO	外部电源输入端
4	MUCH	I	静音控制管脚，高电平时音频无输出，BOOST 模块工作，PVIN 可以输出高达 2A 以上的电流，悬空或接低电平，芯片功放正常工作
5, 6	LX	I	开关切换管脚，连接到外部电感
9	PVDD	IO	功率电源
10	OUTN	O	音频信号负向输出端
11	PGND	IO	功率地
12	OUTP	O	音频信号正向输出端
13	VTRL	I	控制口，低电平时关断；硬件控制时，当端口电平大于 0.65VIN，无放破音 (AGC)，当端口电平大于 0.4V 小于 0.65VIN 时，防破音功能 (AGC)；也可以一线脉冲软件控制，第一个上升沿无防破音 (AGC)，第二个上升沿，防破音功能 (AGC)
14	ABD	I	AB 类 D 类切换端口，置高位 D 类模式，置低位 AB 类模式
15	INP	I	音频信号正向输入端
16	INN	I	音频信号负向输入端

## 最大额定值 (T<sub>A</sub>=25°C)

参数名称	符号	数值	单位
工作电压	V <sub>cc</sub>	6.0	V
存储温度	T <sub>stg</sub>	-65°C~150°C	°C
输入电压		-0.3 to + (0.3 + V <sub>cc</sub> )	V
功率消耗	P <sub>D</sub>	见附注1	W
结温度		160°C	°C



附注1: 最大功耗取决于三个因素:  $T_{JMAX}$ ,  $T_A$ ,  $\theta_{JA}$ , 它的计算公式  $P_{DMAX} = (T_{JMAX} - T_A) / \theta_{JA}$ , LTK5312的  $T_{JMA} = 150^\circ\text{C}$ 。  
 $T_A$ 为外部环境的温度,  $\theta_{JA}$ 取决于不同的封装形式。

## 电气参数

### 一、CLASS D 模式

#### 1) 静态电气参数

MODE=VDD, ClassD 模式,  $V_{DD}=5\text{V}$ ,  $T_A=25^\circ\text{C}$ 的条件下:

信号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{DD}$	电源电压		2.5	5	5.5	V
$I_{DD}$	静态电源电流	MODE=VDD; $V_{DD}=5\text{V}$ , $I_O=0\text{A}$	2	5	8	mA
$I_{SHDN}$	关断电流	$V_{DD}=2.5\text{V}$ 到 $5.5\text{V}$			1	uA
$F_{SW}$	振荡频率	$V_{DD}=2.5\text{V}$ 到 $5.5\text{V}$		480		kHz
VOS	输出失调电压	$V_{DD}=5\text{V}$ , $V_{IN}=0\text{V}$		10		mV
$\eta$	效率	THD+N=10%, $f=1\text{kHz}$ , $R_L=2\Omega$ ;		87		%
		THD+N=10%, $f=1\text{kHz}$ , $R_L=4\Omega$ ;		90		
OTP	过温保护			155		$^\circ\text{C}$
$R_{DS(ON)}$	静态导通电阻	$I_{DS}=0.5\text{A}$ $V_{GS}=5\text{V}$	P_MOSFET		180	m $\Omega$
			N_MOSFET		140	

#### 2) 动态电气参数

MODE=VDD, ClassD 模式,  $V_{DD}=5\text{V}$ ,  $T_A=25^\circ\text{C}$ 的条件下:

信号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位	
$P_o$	输出功率	THD+N=10%, $f=1\text{kHz}$ $R_L=4\Omega$ ;	$V_{DD}=5\text{V}$		2.9	W	
			$V_{DD}=3.6\text{V}$		2.3		
			$V_{DD}=3\text{V}$		1.3		
		THD+N=1%, $f=1\text{kHz}$ $R_L=4\Omega$ ;	$V_{DD}=5\text{V}$		2.5	W	
			$V_{DD}=3.6\text{V}$		1.6		
			$V_{DD}=3\text{V}$		0.8		
		THD+N=10%, $f=1\text{kHz}$ $R_L=2\Omega$ ;	$V_{DD}=5\text{V}$		4.9	5.5	W
			$V_{DD}=3.6\text{V}$		3.2	3.5	
			$V_{DD}=3\text{V}$		2.3	2.6	
		THD+N=1%, $f=1\text{kHz}$ $R_L=2\Omega$ ;	$V_{DD}=5\text{V}$		4.6	4.8	W
			$V_{DD}=3.6\text{V}$		2.8	3	
			$V_{DD}=3\text{V}$		1.4	1.5	
THD+N	总谐波失真加噪声	$V_{DD}=5\text{V}$ $P_o=0.6\text{W}$ , $R_L=8\Omega$	$f=1\text{kHz}$		0.12	%	
					0.1		
		$V_{DD}=3.6\text{V}$ $P_o=0.6\text{W}$ , $R_L=8\Omega$	$f=1\text{kHz}$		0.12		
					0.1		



		$R_L=4\Omega$				
PSRR	电源电压抑制比	$V_{DD}=5V, V_{RIPPLE}=200mV_{RMS},$ $R_L=8\Omega, C_B=2.2\mu F$		64		dB
SNR	信噪比	$V_{DD}=5V, V_{Orms}=1V, G_v=20dB$		85		dB

## 二、CLASS AB 模式（ESOP-8封装）

### 1) 静态电气参数

MODE=GND, ClassAB 模式,  $V_{DD}=5V, T_A=25^\circ C$  的条件下:

信号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{DD}$	电源电压		2.5	5	5.5	V
$I_{DD}$	静态电源电流	$V_{DD}=5V, I_O=0A$	6	10	14	mA
$I_{SHDN}$	关断电流	$V_{DD}=2.5V$ 到 $5.5V$			1	$\mu A$
Vos	输出失调电压	$V_{DD}=5V, V_{IN}=0V$		10		mV
OTP	过温保护			155		$^\circ C$

### 2) 动态电气参数

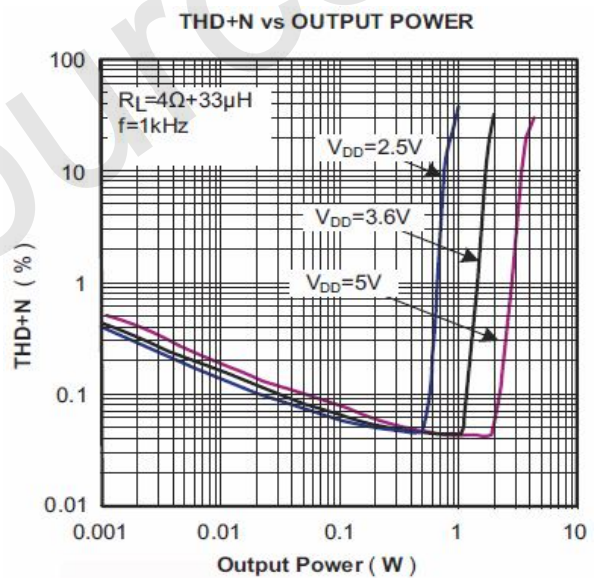
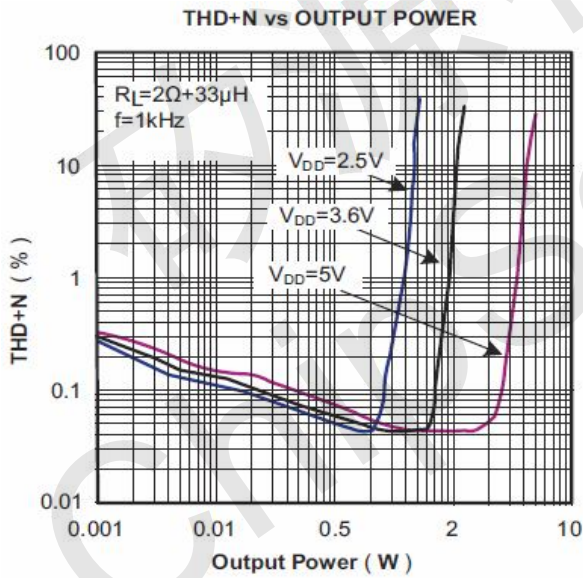
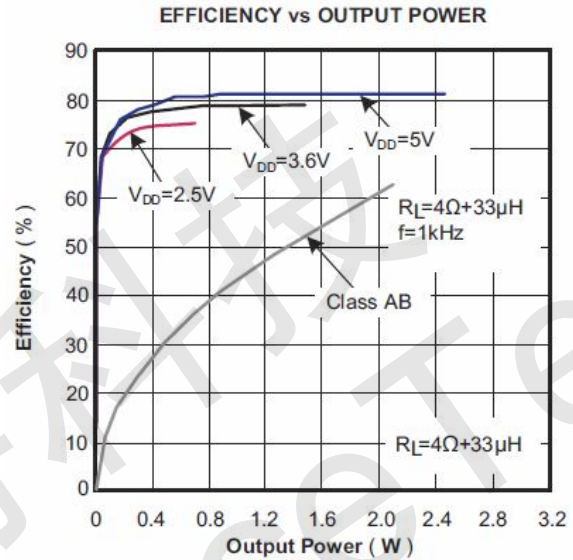
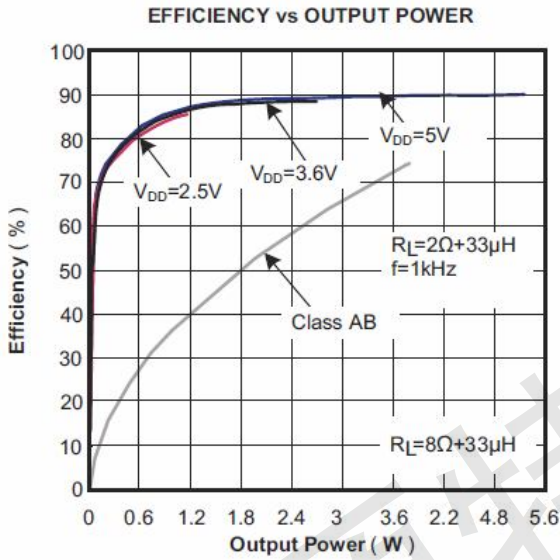
MODE=GND, ClassAB 模式,  $V_{DD}=5V, T_A=25^\circ C$  的条件下:

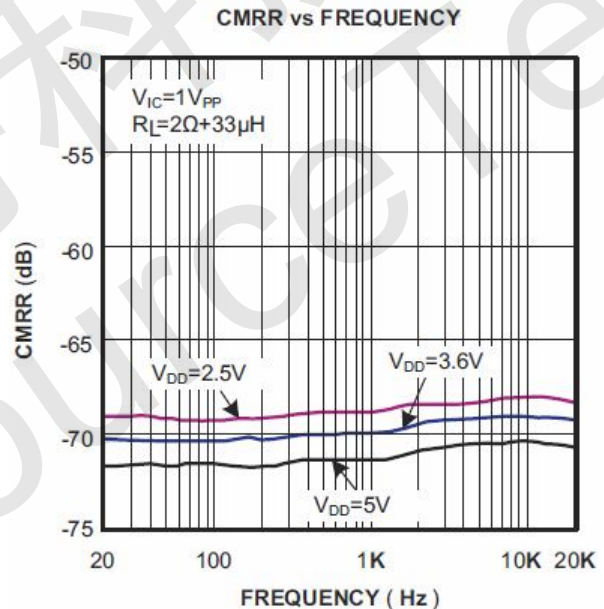
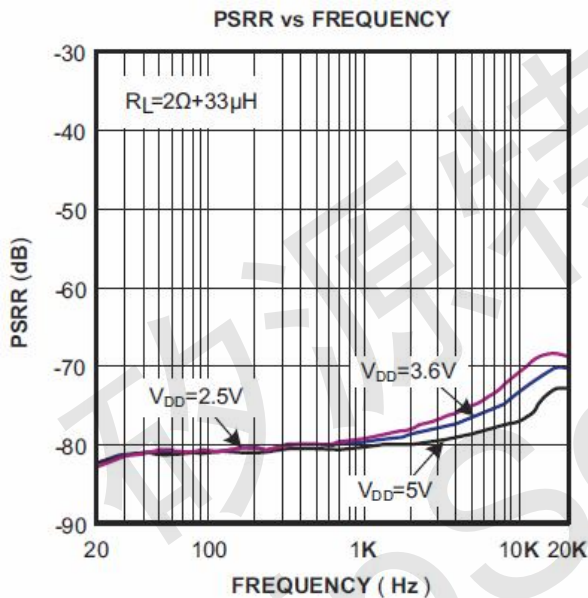
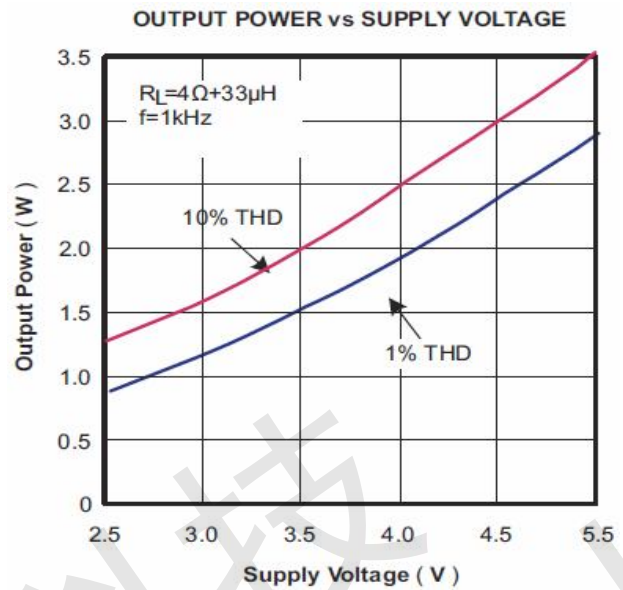
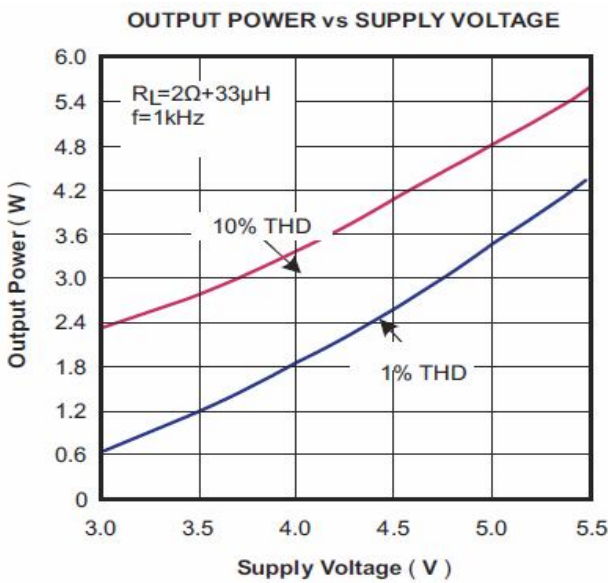
信号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
$P_O$	输出功率	THD+N=10%, f=1kHz $R_L=4\Omega;$	$V_{DD}=5V$	2.9		W
			$V_{DD}=3.6V$	2		
			$V_{DD}=3V$	1.3		
		THD+N=1%, f=1kHz $R_L=4\Omega;$	$V_{DD}=5V$	2.6		W
			$V_{DD}=3.6V$	1.6		
			$V_{DD}=3V$	0.8		
		THD+N=10%, f=1kHz $R_L=2\Omega;$	$V_{DD}=5V$	4.9	5.5	W
			$V_{DD}=3.6V$	3.2	3.5	
			$V_{DD}=3V$	2.3	2.6	
		THD+N=1%, f=1kHz $R_L=2\Omega;$	$V_{DD}=5V$	4.5	4.6	W
			$V_{DD}=3.6V$	2.7	2.9	
			$V_{DD}=3V$	1.4	1.5	
THD+N	总谐波失真加噪声	$V_{DD}=5V, P_O=0.6W,$ $R_L=8\Omega$	f=1kHz	0.18		%
				0.15		
		$V_{DD}=3.6V, P_O=0.6W,$ $R_L=8\Omega$	f=1kHz	0.15		
				0.12		



		$R_L=4\Omega$			
PSRR	电源电压抑制比	$V_{DD}=5V, V_{RIPPLE}=200mV_{RMS},$ $R_L=8\Omega, C_B=2.2\mu F$	69		dB
SNR	信噪比	$V_{DD}=5V, V_{orms}=1V, G_v=20dB$	82		dB

### 典型工作特性





## 应用信息

### 1、驱动2Ω和4Ω负载时PCB 布局及补偿调节考虑事项

有阻抗的负载两端加上交流电压可产生功耗，负载的功耗随运算放大器输出端和负载间的连线（PCB连线和金属连线）而变化。连线产生的阻抗消耗是我们不想要的，比如， $0.1\Omega$ 的连线阻抗可使 $4\Omega$ 负载的功率从 $2.1W$ 减小到 $2.0W$ 。当负载阻抗减少时，负载功耗减少的问题更加加重。所以，为能得到高质量的输出功率和较宽的工作频率，PCB中输出端与负载的连接应尽量宽。

### 2、最大增益

LTK5312的增益由内部电阻 $R_f$ 和 $R_s$ 以及外接电阻 $R_i$ 决定， $R_s=10k\Omega$ ， $R_f=300k\Omega$ ；用户可以外接 $R_i$ 电阻，





控制整体的增益。

$$A_v = 20 \log \left( \frac{R_f}{R_i + R_s} \right)$$

例如芯片外部串接一个 20 kΩ，那么增益计算公式如下：

$$A_v = 20 \log \left( \frac{195 \text{k}\Omega}{13 \text{k}\Omega + 6.5 \text{k}\Omega} \right) = 20 \text{dB}$$

输入电阻尽量靠近LTK5312的输入管脚，可以减小PCB板上噪声的干扰。

### 3、偏置电容

模拟基准旁路电容(CBYP)是最关键的电容并与几个重要性能相关,在从关闭模拟启动或复位时,CBYP决定了放大器开启的速度。第二个功能是减少电源与输出驱动信号耦合时制造的噪声,这些噪声来自于内部模拟基准或放大器其它器件,降低了LTK5312的PSRR和THD+N性能。

### 4、欠压保护 (UVLO)

LTK5312具有低电压检测电路,当电源电压下降到2.0V以下时,LTK5312关闭输出,直到VDD≥2.2V时器件再次开启回到正常状态。

### 5、电源去耦

LTK5312是高性能CMOS音频放大器,需要足够的电源退耦以保证输出THD和PSRR尽可能小。电源的退耦需要两个不同类型的电容来实现。为了更高的频率响应和减小噪声,一个适当等效串联电阻(ESR)的陶瓷电容,典型值1.0μF,放置在尽可能靠近器件VDD端口可以得到最好的工作性能。为了虑除低频噪声信号,推荐放置一个470μF或更大的电容在电源侧。

### 6、输入电容

对于便携式设计,大输入电容既昂贵又占用空间。因此需要恰当的输入耦合电容,但在许多应用便携式扬声器的例子中,无论内部还是外部,很少可以重现低于100Hz至150Hz的信号。因此使用一个大的输入电容不会增加系统性能,输入电容Ci和输入电阻Ri组成一个高通滤波器,其中Ri由外接电阻和内部输入电阻Rs=16kΩ之和确定,切断频率为



$$f_c = \frac{1}{2\pi R_1 C_i}$$

除了系统损耗和尺寸，滴答声和噼噗声受输入耦合电容 $C_i$ 的影响，一个大的输入耦合电容需要更多的电荷才能到达它的静态电压（ $1/2V_{DD}$ ）。这些电荷来自经过反馈的内部电路，和有可能产生噼噗声的器件启动端，因此，在保证低频性能的前提下减小输入电容可以减少启动噼噗声。

## 7、模拟参考电压端电容

LTK5312包含有使开启或关断的瞬态值或“滴答声和爆裂声”减到最小的电路。讨论中开启指的是电源电压的加载或撤消关断模式。当电源电压逐渐升至最终值时，LTK5312的内部放大器就好比配置成整体增益的缓冲器一样，内部电流源加载一个受线性方式约束的电压到BYPASS管脚。理论上输入和输出的电压高低将随加到BYPASS管脚的电压而改变。直到加载至BYPASS管脚的电压升到 $V_{DD}/2$ ，内部放大器的增益保持整体稳定。加载到BYPASS管脚上的电压一稳定，整个器件就处于完全工作状态。LTK5312的输出达到静态直流电压的时间越长，初始的瞬态响应就越小。选择2.2uF 的电容同时配以一个在0.1uF 到0.39uF 间变化的小电容，可以产生一个滴答声和爆裂声都较小的关断功能。由以上讨论可知，选择一个不超过指定带宽要求的电容 $C_i$ 可以帮助降低滴答声现象。

## 8、EMI的减小

在电源端加一个470uF以上的耦合电容，能有效减小EMI，前提是放大器到扬声器的距离小于（<20CM）。大部分应用是需要一个如图2所示的磁珠滤波器，滤波器有效地减小了1MHz以上的EMI，该应用，在高频是应选择高阻抗的，而在低频率是应选择低阻抗的。

