



XPT8002 用户手册

2009 年 7 月



目 录

1	芯片功能说明	4
1.1	芯片主要功能特性	4
1.2	芯片应用场合	4
1.3	芯片基本结构描述	4
1.4	芯片的封装和引脚	5
1.4.1	封装引脚图	5
1.4.2	XPT8002 管脚描述	5
2	芯片特性说明	5
2.1	芯片最大极限值	5
2.2	芯片数字逻辑特性	6
2.3	芯片性能指标特性	6
2.4	XPT8002 的典型参考特性	7
2.4.1	总谐波失真 (THD), 失真+噪声 (THD+N), 信噪比 (S/N)	7
2.4.2	电源电压抑制比 (PSRR)	10
2.4.3	芯片功耗 (Power Dissipation)	11
2.4.4	关断滞回 (Shut Down Hysteresis)	11
2.4.5	输出功率(Output Power)	12
3	XPT8002 应用说明	13
3.1	外部电阻配置	13
3.2	芯片功耗	13
3.3	电源旁路	14
3.4	掉电模式	14
3.5	外围元件的选择	14
3.6	选择输入耦合电容	14
3.7	设计参考实例	14
3.7.1	设计规格	14
3.8	其它注意事项	15
4	芯片的封装	16
5	XPT8002 典型应用电路	17



图 目 录

图 1 XPT8002 原理框图	4
图 2 大增益模式工作电路结构	15
图 3 SOP 封装尺寸图	16
图 4 XPT8002 两声道叠加应用电路	17

表 目 录

表 1 XPT8002 管脚描述	5
表 2 芯片最大物理极限值	5
表 3 关断信号数字逻辑特性	6
表 4 芯片性能指标 1 ($V_{DD}=5.0V$, $T_A=25^{\circ}C$)	6

1 芯片功能说明

XPT8002 是一款桥式音频功率放大器。5V 工作电压时，最大驱动功率为 3W，音频范围内总谐波失真噪声小于 1% (20Hz~20KHz);

XPT8002 的应用电路简单，只需极少数外围器件;

XPT8002 输出不需要外接耦合电容或上举电容和缓冲网络。

XPT8002 采用 SOP8 封装，特别适用于小音量、小体重的便携系统。

XPT8002 可以通过控制进入休眠模式，从而减少功耗;

XPT8002 内部具有过热自动关断保护机制

XPT8002 工作稳定，增益带宽积高达 2.5MHz，并且单位增益稳定。通过配置外围电阻可以调整放大器的电压增益，方便应用。

1.1 芯片主要功能特性

输出功率高 (THD+N<10%，1KHz 频率);

LLP 封装的为 3W (3Ω 负载) 和 2.5W (4Ω 负载)

其他封装的为 1.5W (8Ω 负载)

掉电模式漏电流小: 0.6uA (典型)

采用 SOP8 封装

外部增益可调

宽工作电压范围 2.0V—5.5V

不需驱动输出耦合电容、自举电容和缓冲网络

单位增益稳定

1.2 芯片应用场合

- 手提电脑
- 台式电脑
- 低压音响系统

1.3 芯片基本结构描述

XPT8002 是双端输出的音频功率放大器，在 5V 电压工作时，最大可以驱动输出功率为 3W，音频范围内总谐波失真噪声小于 1% (20Hz~20KHz)。其原理框图为：

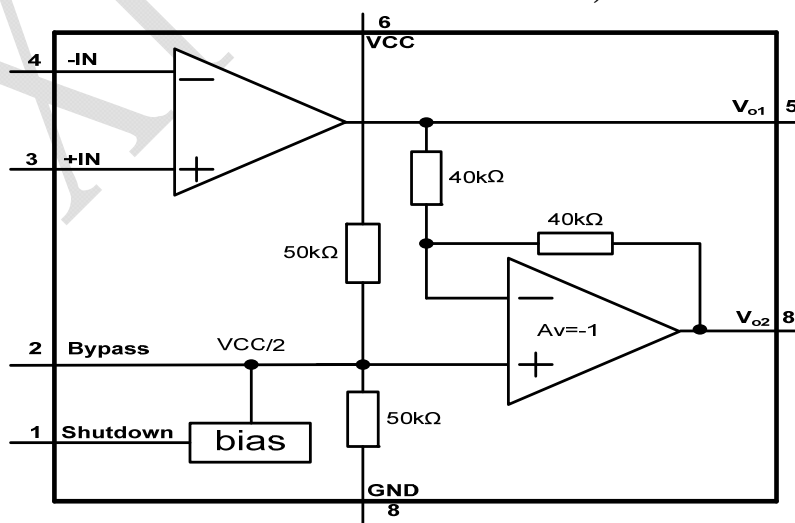
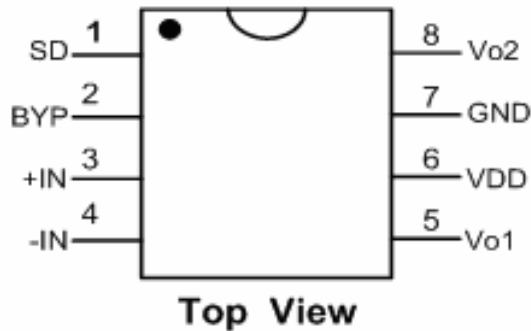


图1 XPT8002 原理框图

1.4 芯片的封装和引脚

1.4.1 封装引脚图



XPT8002 的各种封装管脚

1.4.2 XPT8002 管脚描述

表1 XPT8002 管脚描述

管脚号	符号	描述
1	SD	掉电控制管脚，高电平有效，
2	BYP	内部共模电压旁路电容
3	+IN	模拟输入端，正相
4	-IN	模拟输入端，反相
5	VO1	模拟输出端 1
6	VDD	电源正
7	GND	电源地
8	VO2	模拟输出端 2

2 芯片特性说明

2.1 芯片最大极限值

表2 芯片最大物理极限值

参数	最小值	最大值	单位	说明
电源电压	1.8	6	V	
储存温度	-65	150	°C	
输入电压	-0.3	V _{DD}	V	
功耗			mW	内部限制
耐 ESD 电压 1	3000		V	HBM
耐 ESD 电压 2	250		V	MM
节温	150		°C	典型值 150
推荐工作温度	-40	85	°C	
推荐工作电压	2.0	5.5		
热阻				
θ _{JC} (SOP)		35	°C/W	
θ _{JA} (SOP)		140	°C/W	
θ _{JC} (LLP)		4.3	°C/W	
θ _{JA} (LLP)		56	°C/W	
焊接温度		220	°C	15 秒内



2.2 芯片数字逻辑特性

表3 关断信号数字逻辑特性

参数	最小值	典型值	最大值	单位	说明
电源电压为 5V					
V_{IH}		1.5		V	
V_{IL}		1.3		V	
电源电压为 3V					
V_{IH}		1.3		V	
V_{IL}		1.0		V	
电源电压为 2.6V					
V_{IH}		1.2		V	
V_{IL}		1.0		V	

2.3 芯片性能指标特性

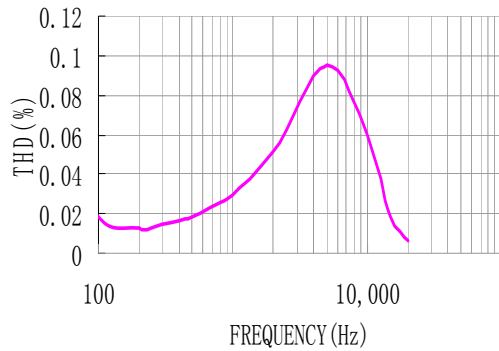
表4 芯片性能指标 1 ($V_{DD}=5.0V$, $T_A=25^{\circ}C$)

符号	参数	测试条件	最小值	标准值	最大值	单位
V_{DD}	电源电压		2.0		5.5	V
I_{DD}	电源静态电流	$V_{IN}=0V$, $I_O=0A$,		6	10	mA
I_{SD}	关断漏电流			0.8	2	μA
V_{OS}	输出失调电压			5.7	50	mV
R_O	输出电阻		7	8.5	10	K Ω
P_O	输出功率	THD=1%,f=1KHz $R_L=3\Omega$ $R_L=4\Omega$ $R_L=8\Omega$		2.35 2 1.2		W
		THD+N=10%,f=1KHz $R_L=3\Omega$ $R_L=4\Omega$ $R_L=8\Omega$		3 2.5 1.5		W
THD+N	总失真度+噪声	$A_{VD}=2$ $20Hz \leq f \leq 20KHz$ $R_L=4\Omega$, $P_O=1.6W$ $R_L=8\Omega$, $P_O=1W$		0.1 0.2		%
PSRR	电源抑制比	$V_{DD}=4.9V$ 到 $5.1V$	65	80		dB

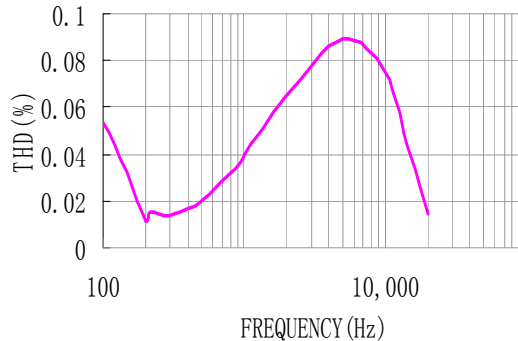
2.4 XPT8002 的典型参考特性

2.4.1 总谐波失真 (THD)，失真+噪声 (THD+N)，信噪比 (S/N)

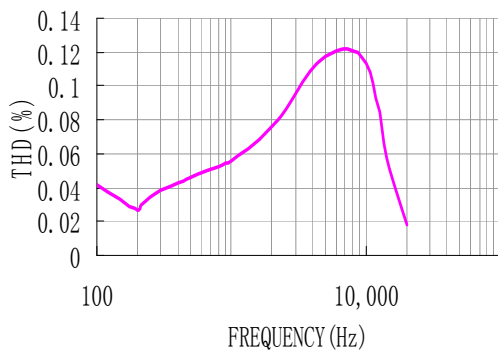
THD vs Frequency
T=25°C, Vdd=5V, RL=8Ω, and Po=500mW



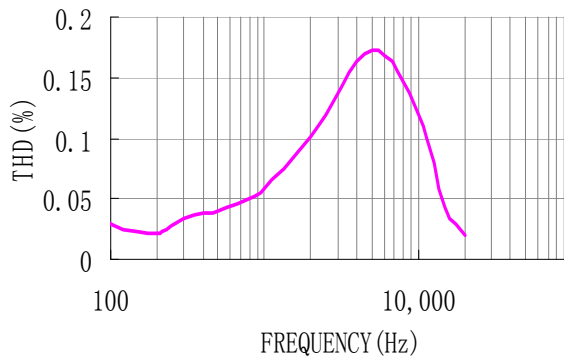
THD vs Frequency
T=25°C, Vdd=3.3V, RL=8Ω, and Po=425mW



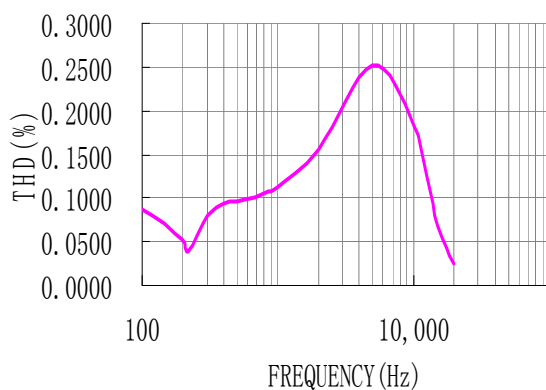
THD vs Frequency
T=25°C, Vdd=2.5V, RL=8Ω, and Po=150mW



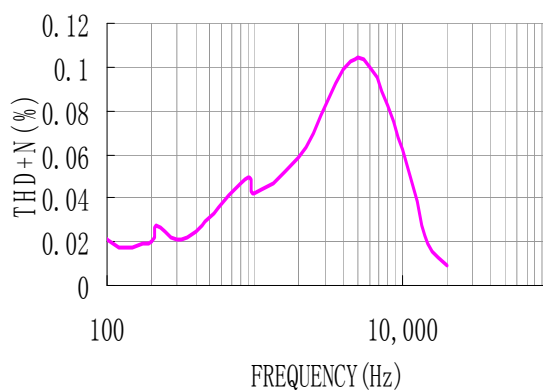
THD vs Frequency
T=25°C, Vdd=3.3V, RL=4Ω, and Po=425mW



THD vs Frequency
T=25°C, Vdd=2.5V, RL=4Ω, and Po=150mW

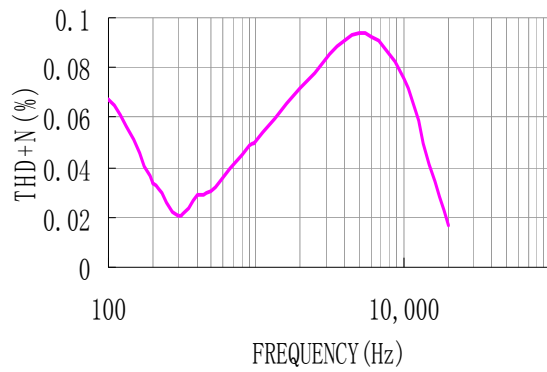


THD+N vs Frequency
T=25°C, Vdd=5V, RL=8Ω, and Po=500mW

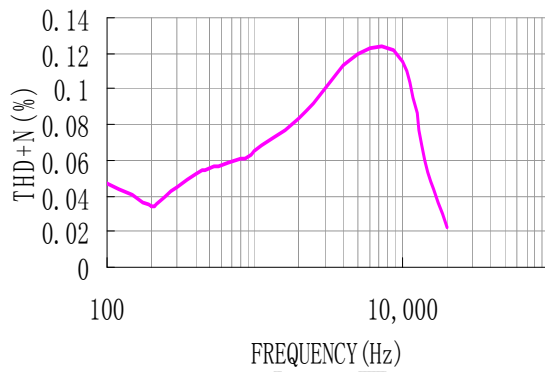




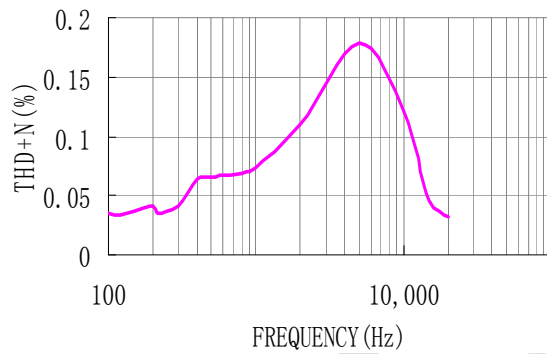
THD+N vs Frequency
 $T=25^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{dd}}=3.3\text{V}$, $R_{\text{L}}=8\Omega$, and $P_{\text{o}}=425\text{mW}$



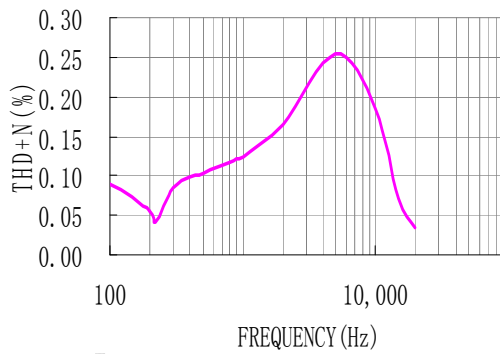
THD+N vs Frequency
 $T=25^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{dd}}=2.5\text{V}$, $R_{\text{L}}=8\Omega$, and $P_{\text{o}}=150\text{mW}$



THD+N vs Frequency
 $T=25^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{dd}}=3.3\text{V}$, $R_{\text{L}}=4\Omega$, and $P_{\text{o}}=425\text{mW}$

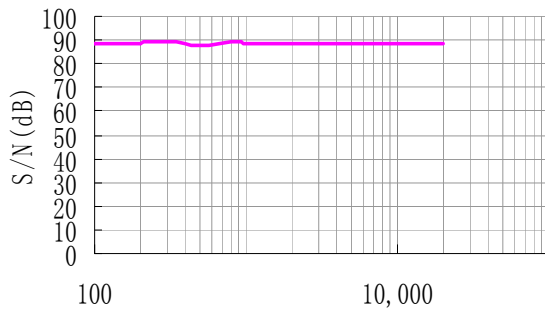


THD+N vs Frequency
 $T=25^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{dd}}=2.5\text{V}$, $R_{\text{L}}=4\Omega$, and $P_{\text{o}}=150\text{mW}$

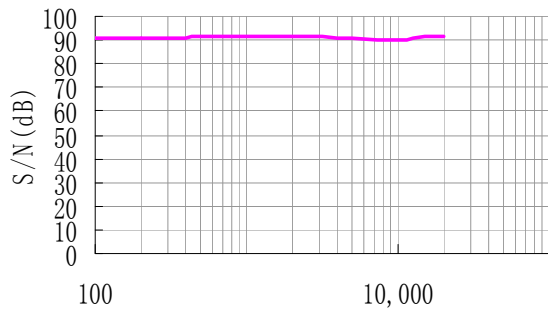




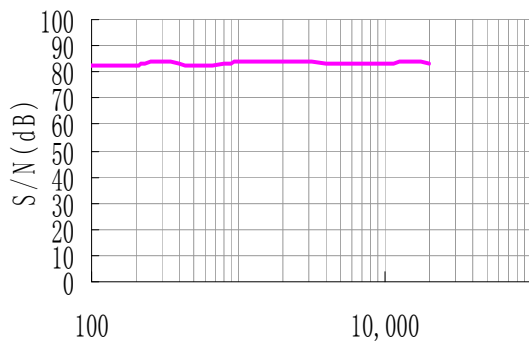
S/N vs Frequency
T=25°C, Vdd=5V, RL=8Ω, and Po=500mW



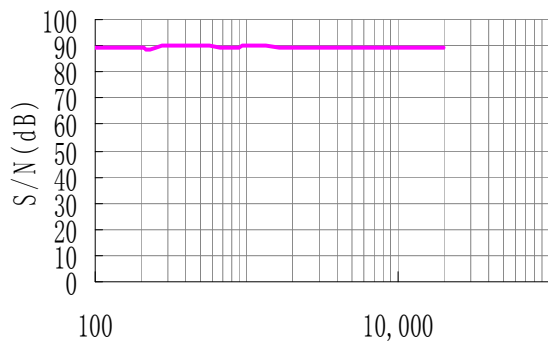
S/N vs Frequency
T=25°C, Vdd=3.3V, RL=8Ω, and Po=425mW



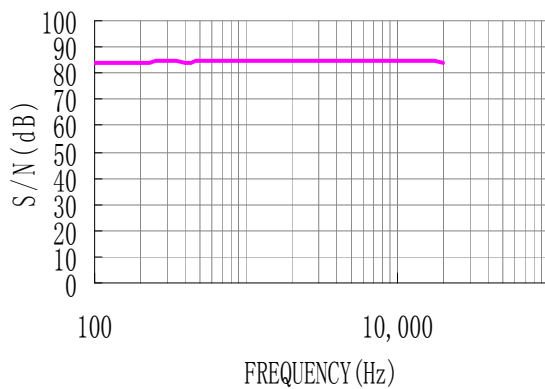
S/N vs Frequency
T=25°C, Vdd=2.5V, RL=8Ω, and Po=150mW



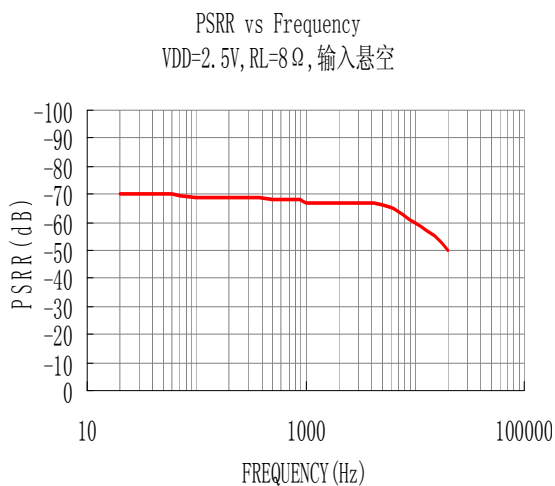
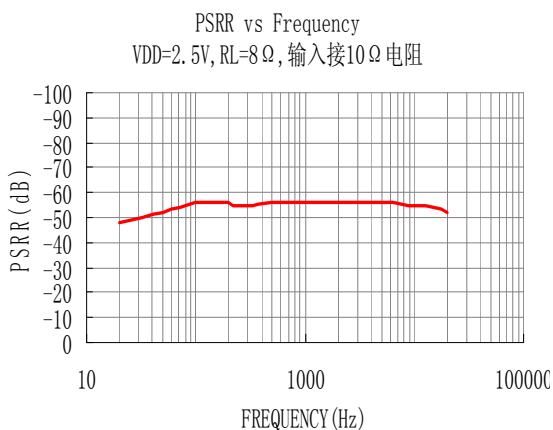
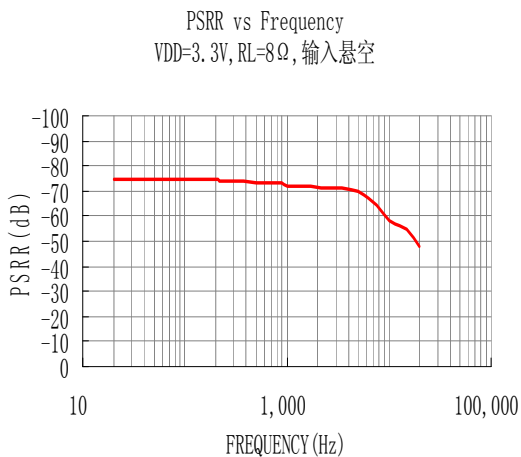
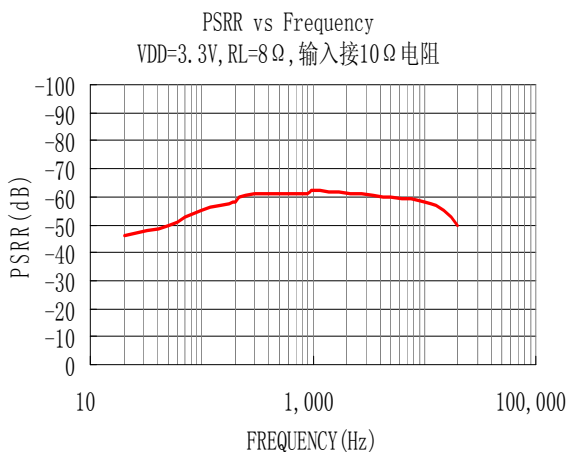
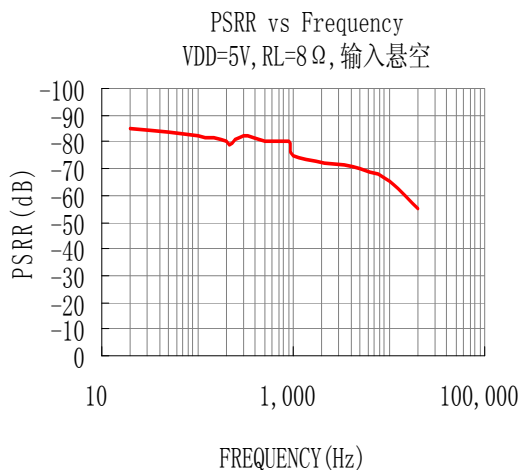
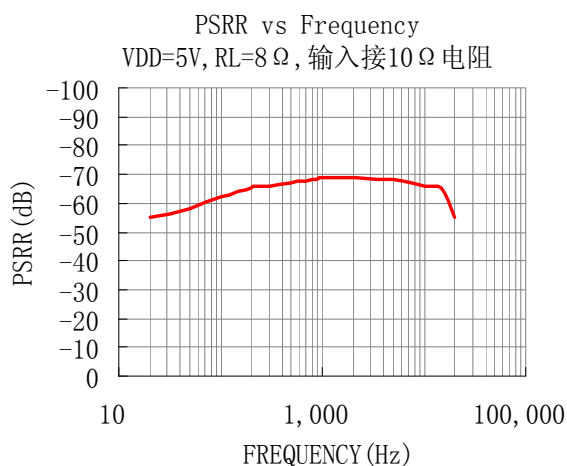
S/N vs Frequency
T=25°C, Vdd=3.3V, RL=4Ω, and Po=425mW



S/N vs Frequency
T=25°C, Vdd=2.5V, RL=4Ω, and Po=150mW

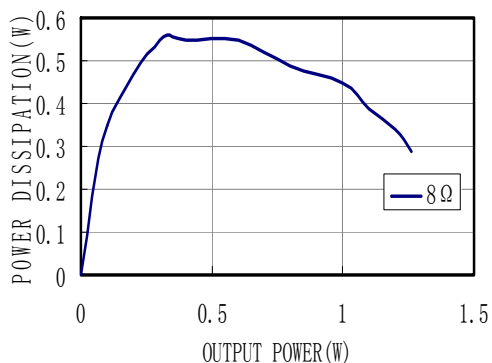


2.4.2 电源电压抑制比 (PSRR)

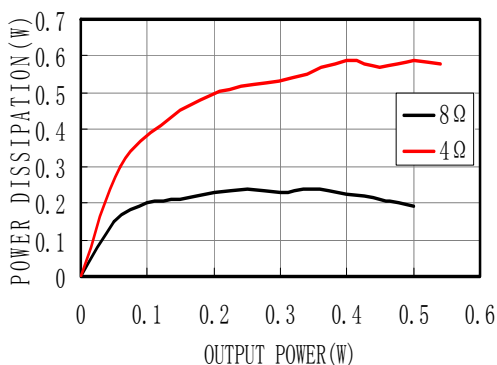


2.4.3 芯片功耗 (Power Dissipation)

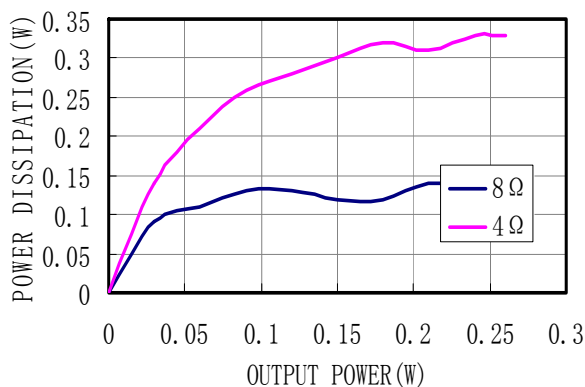
Power Dissipation vs Output Power, VDD=5V



Power Dissipation vs Output Power, VDD=3.3V

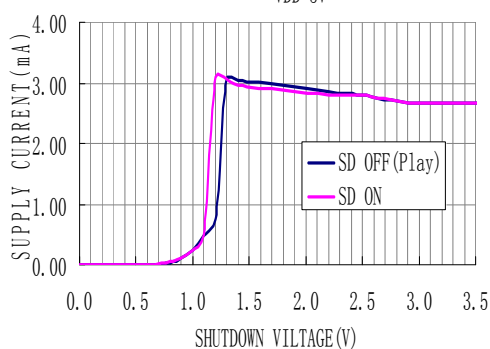


Power Dissipation vs Output Power, VDD=2.5V

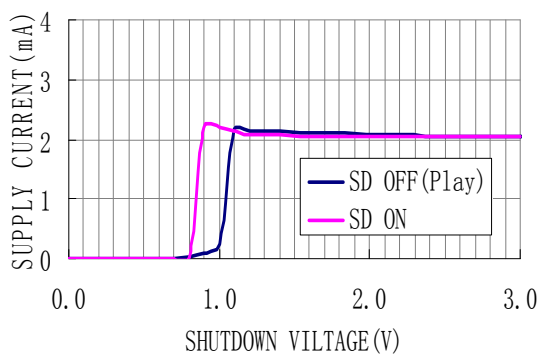


2.4.4 关断滞回 (Shut Down Hysteresis)

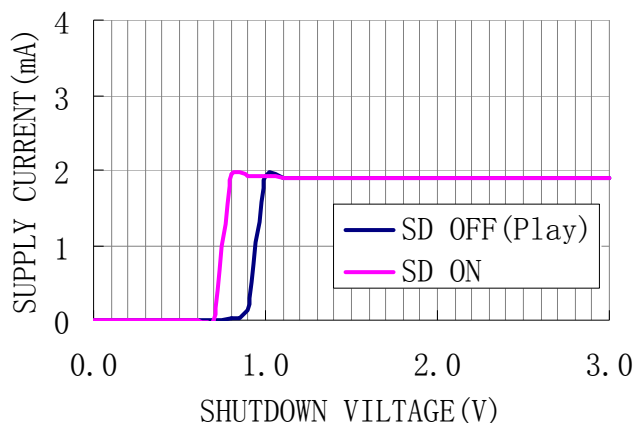
Shutdown Hysteresis Voltage
VDD=5V



Shutdown Hysteresis Voltage
VDD=3.3V

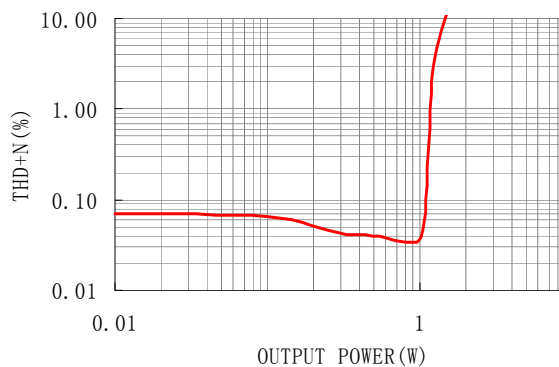


Shutdown Hysteresis Voltage
VDD=2.5V

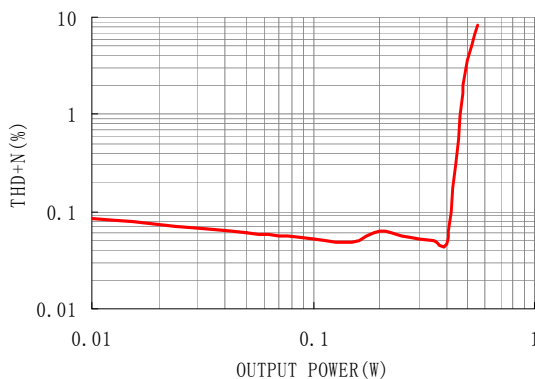


2.4.5 输出功率(Output Power)

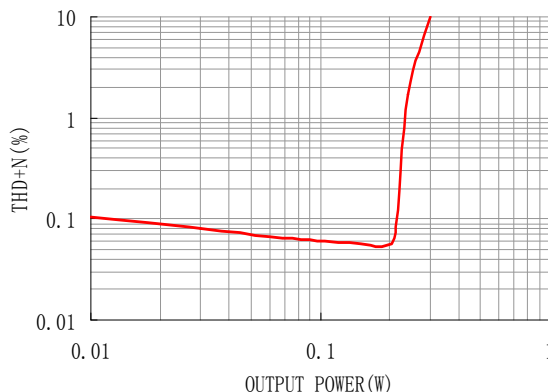
THD+N vs OutputPower VDD=5V, RL=8Ω, and
f=1KHz



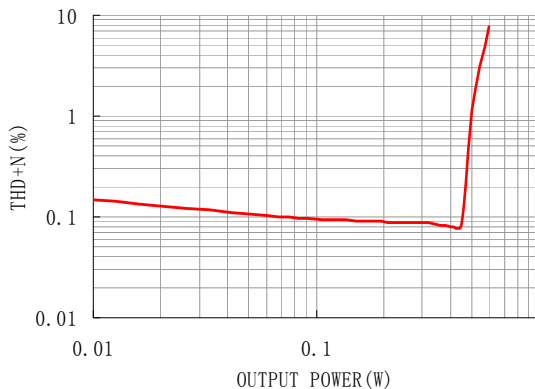
THD+N vs OutputPower VDD=3.3V, RL=8Ω, and
f=1KHz



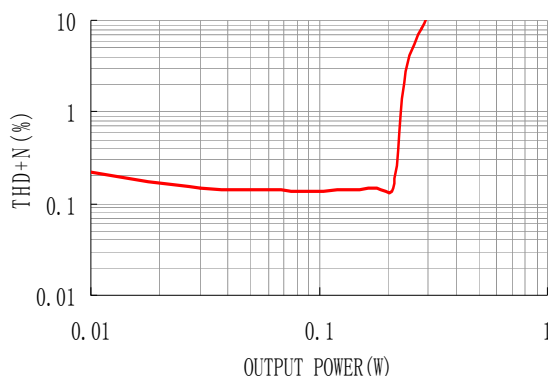
THD+N vs OutputPower VDD=2.5V, RL=8Ω, and
f=1KHz



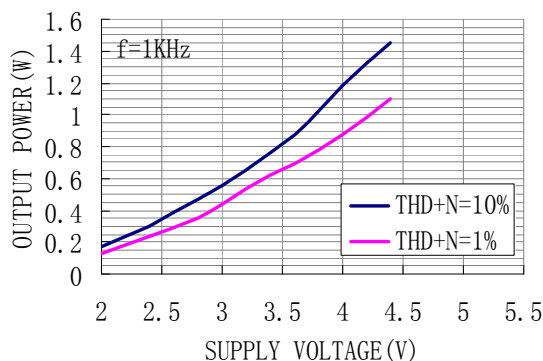
THD+N vs OutputPower VDD=3.3V, RL=4Ω, and
f=1KHz



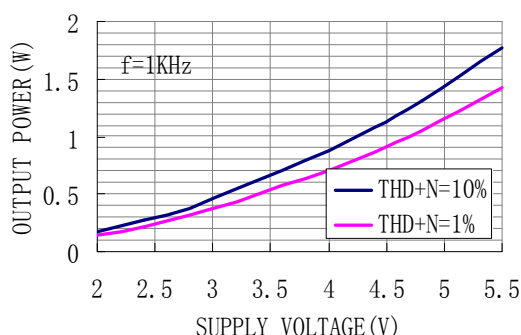
THD+N vs OutputPower VDD=2.5V, RL=4Ω, and
f=1KHz



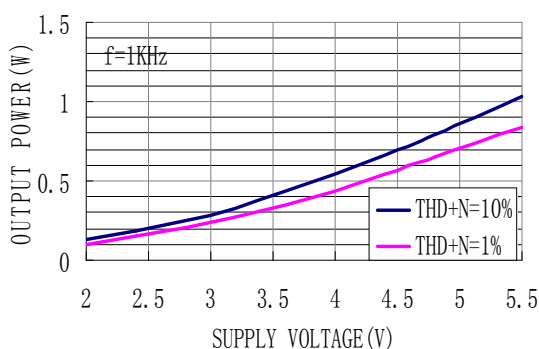
Output Power vs Supply Voltage, RL=4Ω



Output Power vs Supply Voltage, RL=8Ω



Output Power vs Supply Voltage, RL=16Ω



3 XPT8002 应用说明

XPT8002 内部集成两个运算放大器，第一个放大器的增益可以调整反馈电阻来设置，后一个为电压反相跟随，从而形成增益可以配置的差分输出的放大驱动电路。

3.1 外部电阻配置

如应用图示 1，运算放大器的增益由外部电阻 R_f 、 R_i 决定，其增益为 $A_v = 2 \times R_f / R_i$ ，芯片通过 V_{O1} 、 V_{O2} 输出至负载，桥式接法。

桥式接法比单端输出有几个优点：其一是，省却外部隔直滤波电容。单端输出时，如不接隔直电容，则在输出端有一直流电压，导致上电后有直流电流输出，这样即浪费了功耗，也容易损坏音响。其二是，双端输出，实际上是推挽输出，在同样输出电压情况下，驱动功率增加为单端的 4 倍，功率输出大。

3.2 芯片功耗

功耗对于放大器来讲是一个关键指标之一，差分输出的放大器的最大自功耗为：

$$P_{D\text{MAX}} = 4 \times (V_{DD})^2 / (2 \times \pi^2 \times R_L)$$

必须注意，自功耗是输出功率的函数。

在进行电路设计时，不能够使得芯片内部的节温高于 $T_{J\text{MAX}}$ (150°C)，根据芯片的热阻 Θ_{JA} 来设计，可以通过自己散热铜铂来增加散热性能。

如果芯片仍然达不到要求，则需要增大负载电阻、降低电源电压或降低环境温度来解决。

3.3 电源旁路

在放大器的应用中，电源的旁路设计很重要，特别是对应用方案的噪声性能及电源电压抑制性能。设计中要求旁路电容尽量靠近芯片、电源脚。典型的电容为 10 μ F 的电解电容并上 0.1 μ F 的陶瓷电容。

在 XPT8002 应用电路中，另一电容 C_B （接 BYP 管脚）也是非常关键，影响 PSRR、开关/切换噪声性能。一般选择 0.1 μ F~1 μ F 的陶瓷电容。

3.4 掉电模式

为了节电，在不使用放大器时，可以关闭放大器，XPT8002 有掉电控制管脚，可以控制放大器是否工作。

该控制管脚的电平必须要接满足接口要求的控制信号，否则芯片可能进入不定状态，而不能进入掉电模式，其自功耗没有降低，达不到节电目的。

3.5 外围元件的选择

正确选择外围元器件才能够确保芯片的性能，尽管 XPT8002 能够有很大的余量保证性能，但为了确保整个性能，也要求正确选择外围元器件。

XPT8002 在单位增益稳定，因此使用的范围广。通常应用单位增益放大来降低 THD+N，是信噪比最大化。但这要求输入的电压最大化，通常的音频解码器能够有 1V_{rms} 的电压输出。

另外，闭环带宽必须保证，输入耦合电容 C_i （形成一阶高通）决定了低频响应，

3.6 选择输入耦合电容

过大的输入电容，增加成本、增加面积，这对于成本、面积紧张的应用来讲，非常不利。显然，确定使用多大的电容来完成耦合很重要。实际上，在很多应用中，扬声器（Speaker）不能够再现低于 100Hz~150Hz 的低频语音，因此采用大的电容并不能够改善系统的性能。

除了考虑系统的性能，开关/切换噪声的抑制性能受电容的影响，如果耦合电容大，则反馈网络的延迟大，导致 pop 噪声出现，因此，小的耦合电容可以减少该噪声。

另外，必须考虑 C_B 电容的大小，选择 $C_B=1\mu$ F， $C_i=0.1\mu$ F~0.39 μ F，可以满足系统的性能。

3.7 设计参考实例

3.7.1 设计规格

- 输出功率 1W_{rms}
- 负载阻抗 8 欧姆
- 输入电平 1V_{rms}
- 输入电阻 20K Ω
- 带宽 100Hz~20KHz+/-0.25dB

3.7.1.1 首先确定最小工作电压

根据 XPT8002 的输出功率与电源电压的关系图，可以确定电源电压应选择 5.0V。电源电压的裕量可以保证输出可以高于 1W 的功率而不失真。

选择电压后，然后考虑功耗的问题。

3.7.1.2 考虑自身功耗

3.7.1.3 确定电压增益

要求 A_{VD} 大于 $\text{SQRT}(P_O \times R_L) / V_{IN}$, 即 V_{orms} / V_{inrms} , 而 $R_f / R_i = A_{VD} / 2$, 在该设计中, 可以计算得出 A_{VD} 最小为 2.83, 选择 $A_{VD} = 3$, 可以计算得到 $R_i = 20K\Omega$, $R_f = 30K\Omega$ 。

3.7.1.4 最后根据带宽要求来确定输入电容

输入低频的 -3dB 带宽为 100Hz, 1/5 低频点低于 -3dB 约 0.17dB 及 5 倍高频点), 在规格要求以内, 取 $f_L = 20\text{Hz}$, $f_H = 100\text{KHz}$,

因此可得 C_i 约 0.39uF。

高频点 f_H 由放大器的 GBW 决定, 至少要求 GBW 大于 $A_{VD} \times f_H = 300\text{KHz}$, 远小于 XPT8002 的 2.5MHz。

3.8 其它注意事项

XPT8002 单位增益稳定, 但如果增益超过 10 倍 (20dB) 时, 额外的反馈电容 C_f 需要并联在电阻 R_f 上, 避免高频的振荡现象。但必须要求与 R_f 组成的极点频率高于 f_H (在实例中为 300KHz), 如本例中选择 C_f 为 5pF 时, 转折频率为 320KHz。可以满足要求。

设计的电路图:

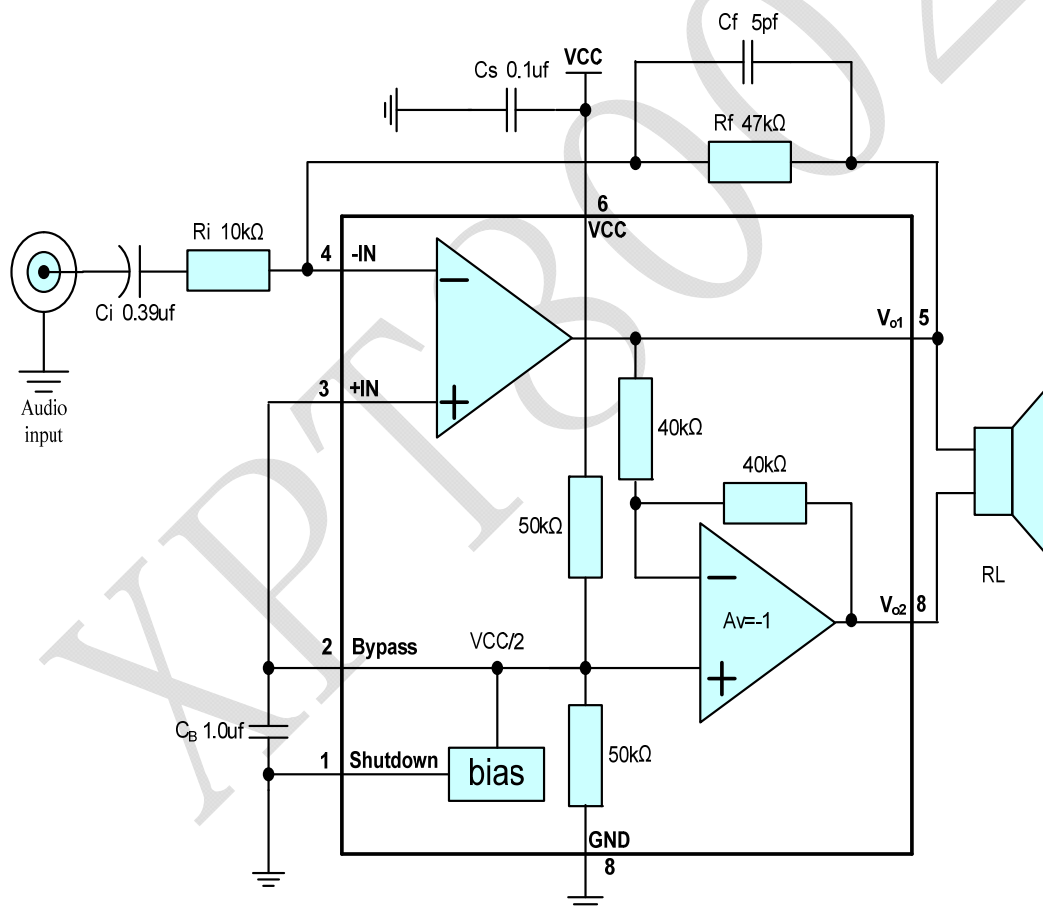


图2 大增益模式工作电路结构

4 芯片的封装

如没特别提示，所有尺寸标注均为：英寸（毫米）。

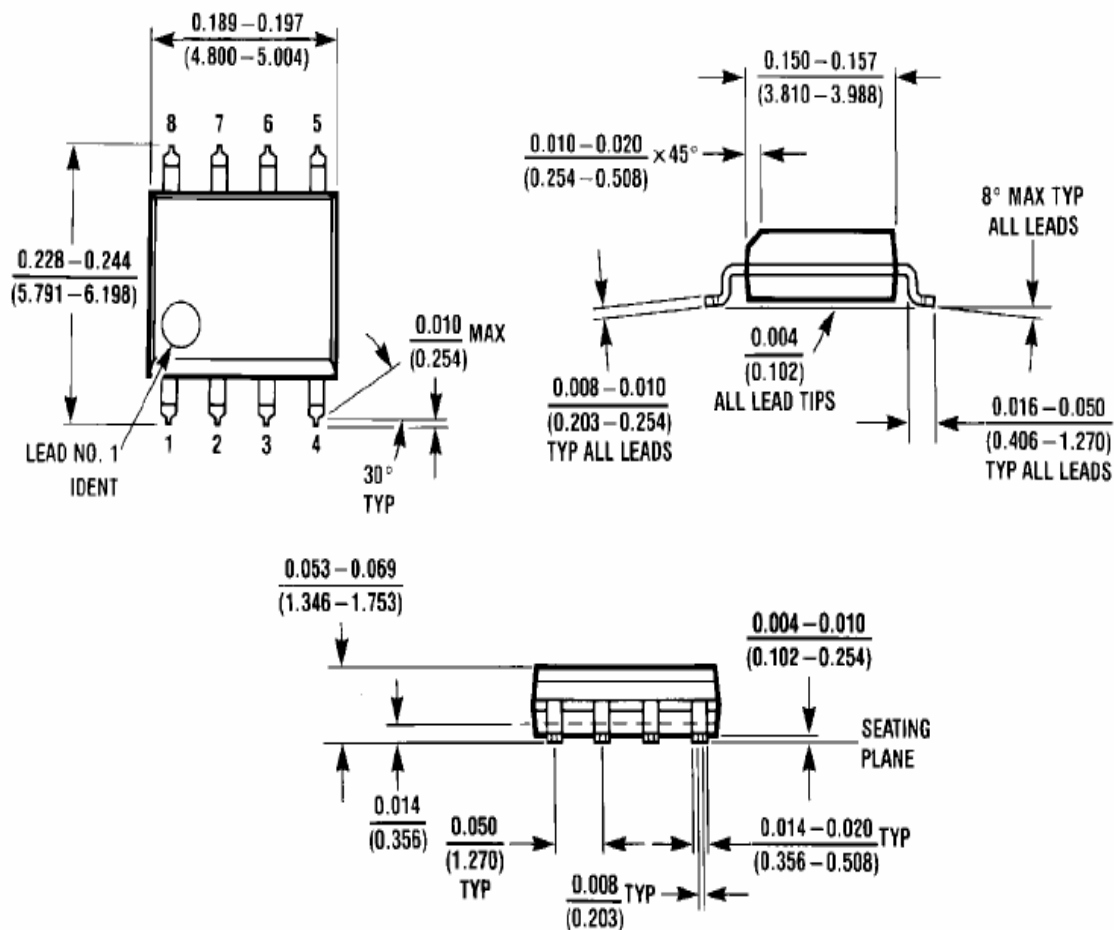
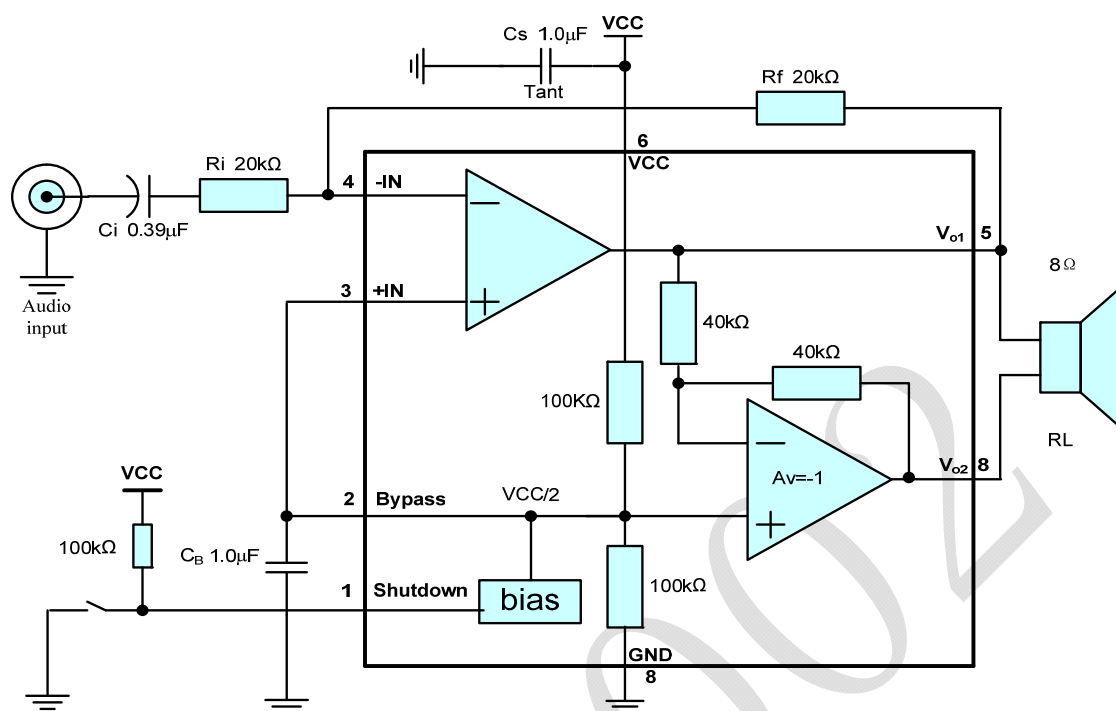


图3 SOP封装尺寸图

5 XPT8002 典型应用电路



XPT8002 典型应用电路

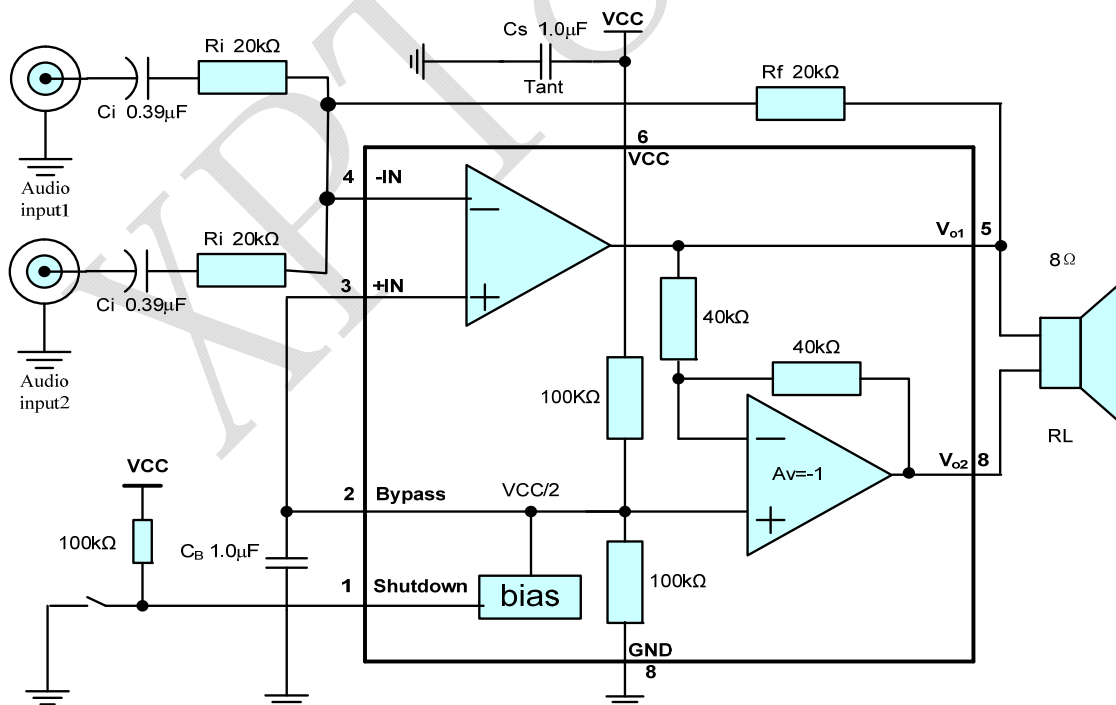


图4 XPT8002 两声道叠加应用电路