



XPT4871 用户手册

2006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	SOP封装	5
1.4.2	XPT4871 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	XPT4871 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	XPT4871 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	XPT4871 典型应用电路	18



图目录

图 1 XPT4871 原理框图	4
图 2 大增益模式工作电路结构	15
图 3 MSOP封装尺寸图	16
图 4 SOP封装尺寸图	16
图 5 LLP封装尺寸图	17
图 6 DIP 封装尺寸图	17
图 7 XPT4871 典型应用电路	18
图 8 XPT4871 两声道叠加应用电路	18

表目录

表 1 XPT4871 管脚描述 (SOP封装)	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

XPT4871 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（LLP 封装，3Ω 负载，THD<10%），音频范围内总谐波失真噪声小于 1%（20Hz~20KHz）；XPT4871 的应用电路简单，只需极少数外围器件；XPT4871 输出不需要外接耦合电容或上举电容和缓冲网络。XPT4871 采用 MSOP、SOP、DIP、LLP 封装，特别适合用于小音量、小体重的便携系统。

XPT4871 可以通过控制进入休眠模式，从而减少功耗；

XPT4871 内部具有过热自动关断保护机制

XPT4871 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 MSOP，SO，LLP 和 DIP 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

完全兼容 LM4861/LM4871

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

XPT4871 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：

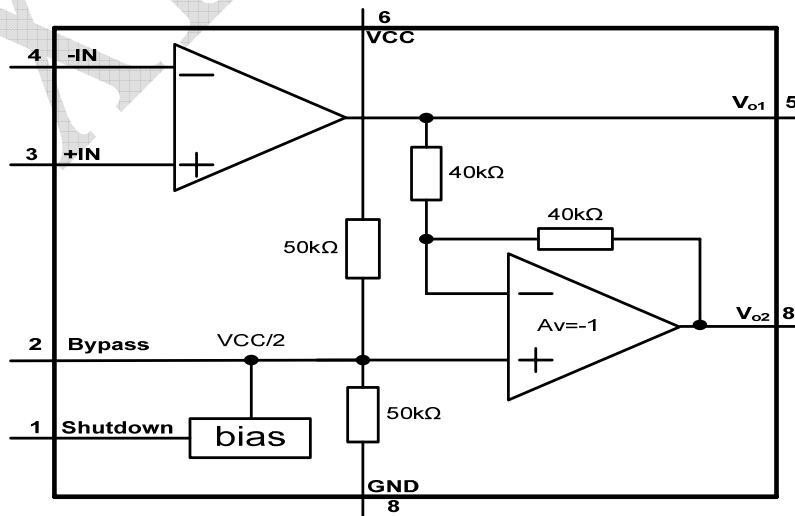
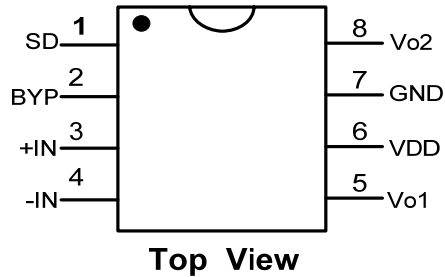


图1 XPT4871 原理框图

1.4 芯片的封装和引脚

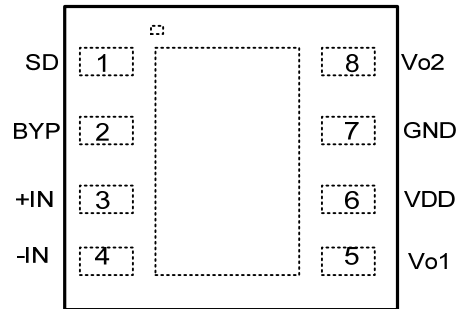
1.4.1 封装引脚图

MSOP, Small Outline, and DIP Package



Top View

LLP Package



Top View

XPT4871 的各种封装管脚

1.4.2 XPT4871 管脚描述

表1 XPT4871 管脚描述 (SOP 封装)

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°C)

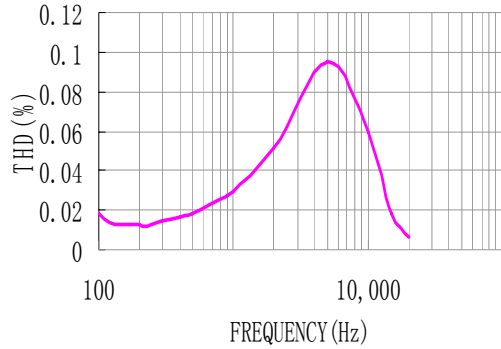
符号	参数	测试条件	最小值	标准值	最大值	单位
V _{DD}	电源电压		2.0		5.5	V
I _{DD}	电源静态电流	V _{IN} =0V, I _O =0A,		6	10	mA
I _{SD}	关断漏电流			0.8	2	μA
V _{OS}	输出失调电压			5.7	50	mV
R _O	输出电阻		7	8.5	10	KΩ
P _O	输出功率	THD=1%, f=1KHz LLP封装, R _L =3 Ω LLP封装, R _L =4 Ω 其他封装, R _L =8 Ω		2.35 2 1.2		W
		THD+N=10%, f=1KHz LLP封装, R _L =3 Ω LLP封装, R _L =4 Ω 其他封装, R _L =8 Ω		3 2.5 1.5		W
THD+N	总失真度+噪声	A _{VD} =2 20Hz ≤ f ≤ 20KHz LLP封装, R _L =4 Ω, P ₀ =1.6W 其他封装, R _L =8 Ω, P ₀ =1W		0.1 0.2		%
PSRR	电源抑制比	V _{DD} =4.9V到 5.1V	65	80		dB



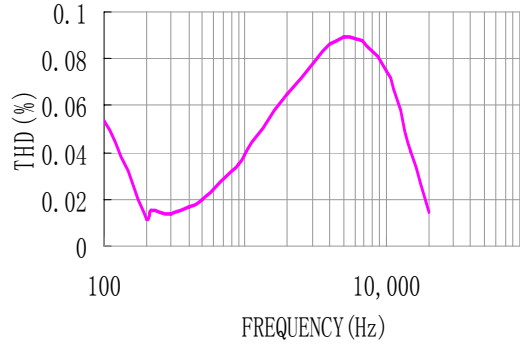
2.4 XPT4871 的典型参考特性

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

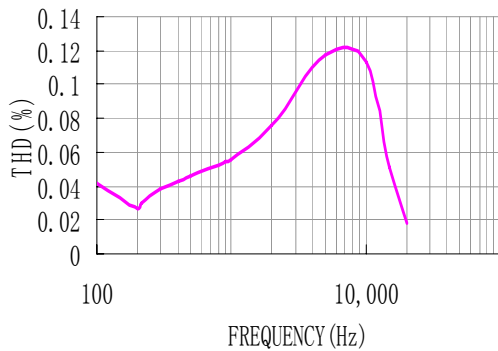
THD vs Frequency
T=25°C, Vdd=5V, RL=8Ω, and Po=500mW



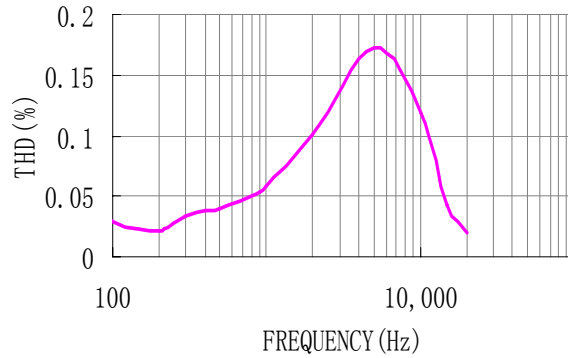
THD vs Frequency
T=25°C, Vdd=3.3V, RL=8Ω, and Po=425mW



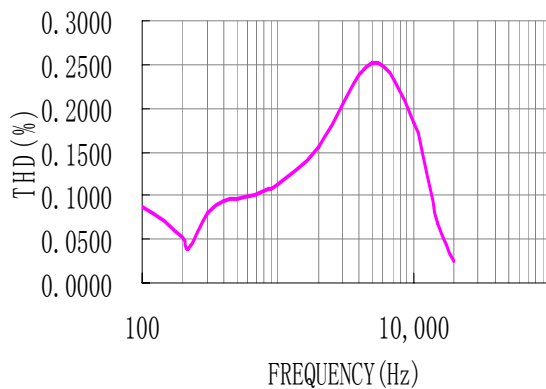
THD vs Frequency
T=25°C, Vdd=2.5V, RL=8Ω, and Po=150mW



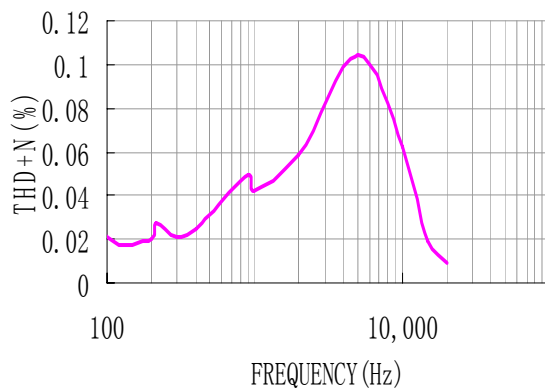
THD vs Frequency
T=25°C, Vdd=3.3V, RL=4Ω, and Po=425mW



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

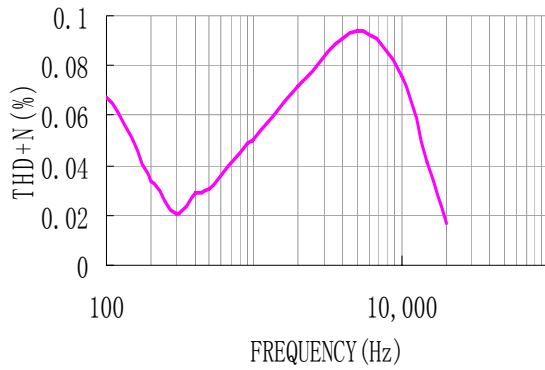


THD+N vs Frequency
T=25°C, Vdd=5V, RL=8Ω, and Po=500mW

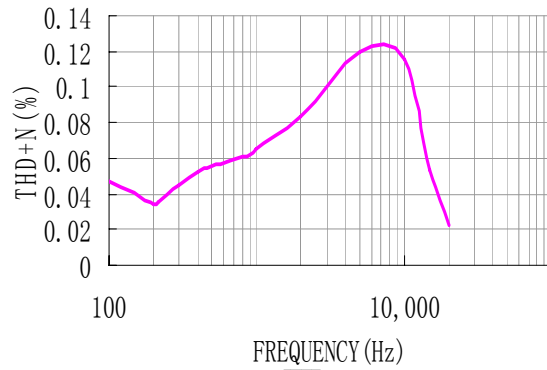




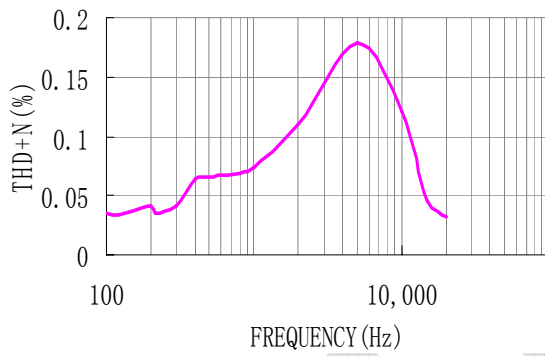
THD+N vs Frequency
T=25°C, Vdd=3.3V, RL=8Ω, and Po=425mW



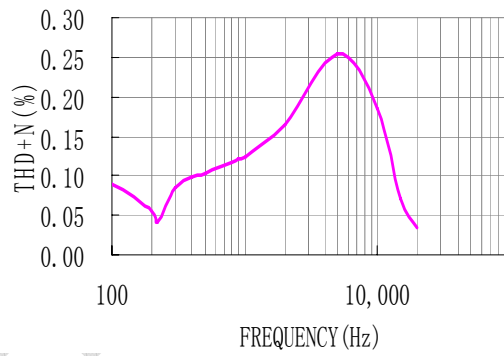
THD+N vs Frequency
T=25°C, Vdd=2.5V, RL=8Ω, and Po=150mW



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

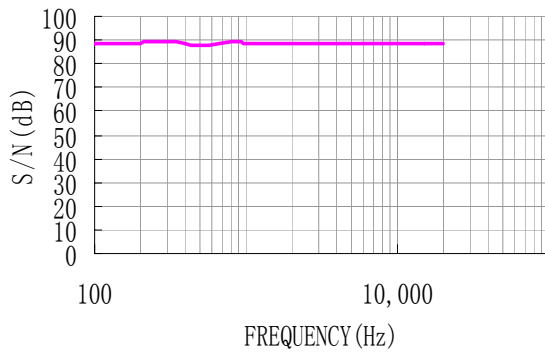


THD+N vs Frequency
T=25°C, Vdd=2.5V, RL=4Ω, and Po=150mW

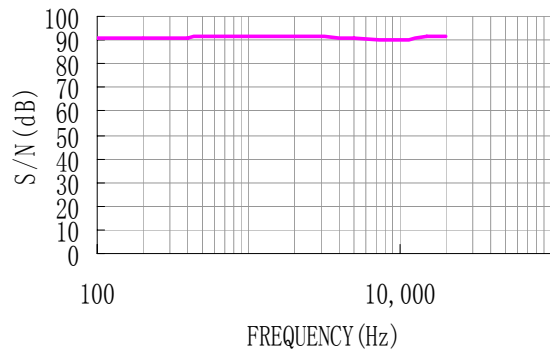




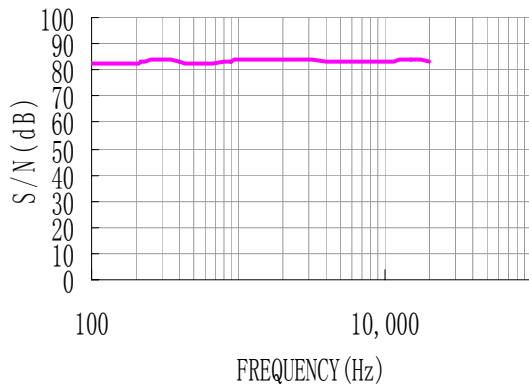
S/N vs Frequency
T=25°C, Vdd=5V, RL=8Ω, and Po=500mW



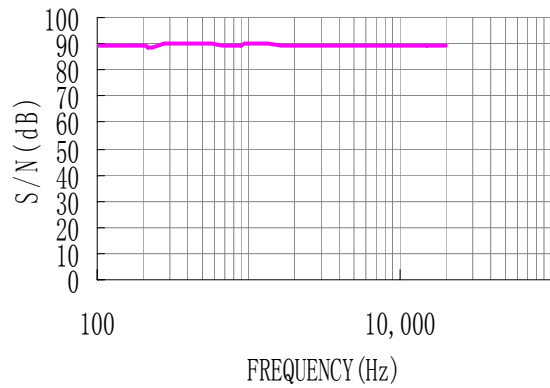
S/N vs Frequency
T=25°C, Vdd=3.3V, RL=8Ω, and Po=425mW



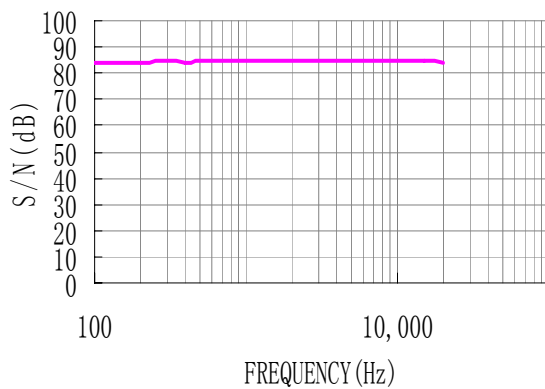
S/N vs Frequency
T=25°C, Vdd=2.5V, RL=8Ω, and Po=150mW



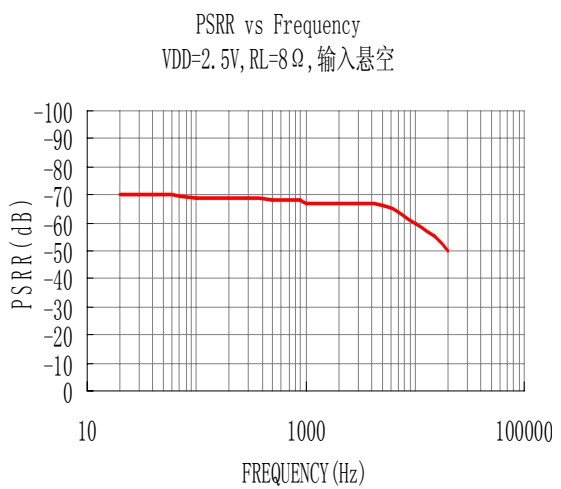
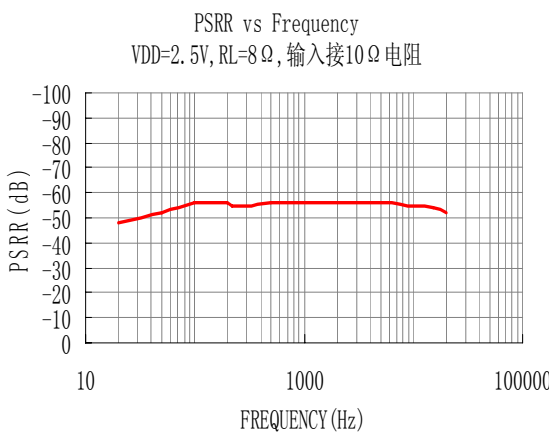
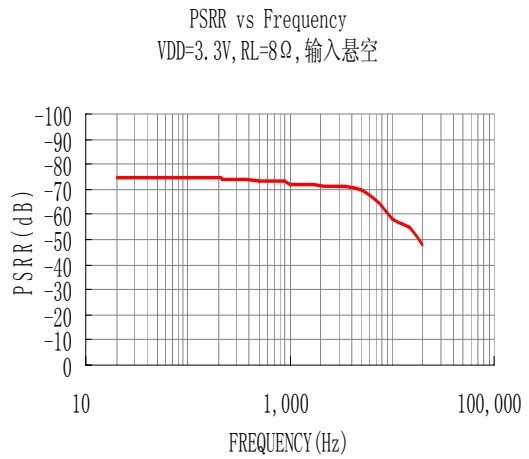
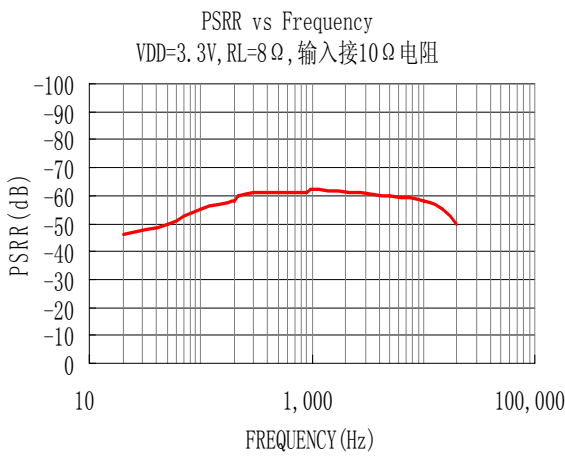
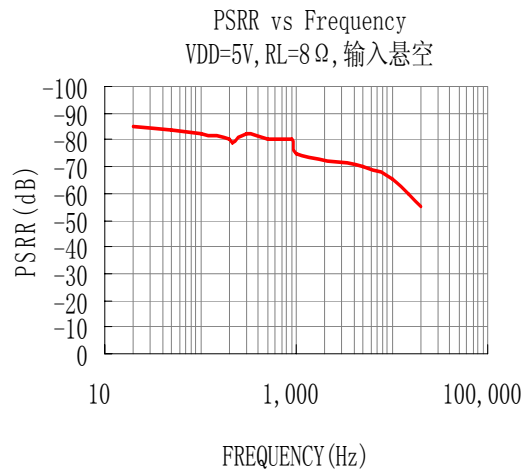
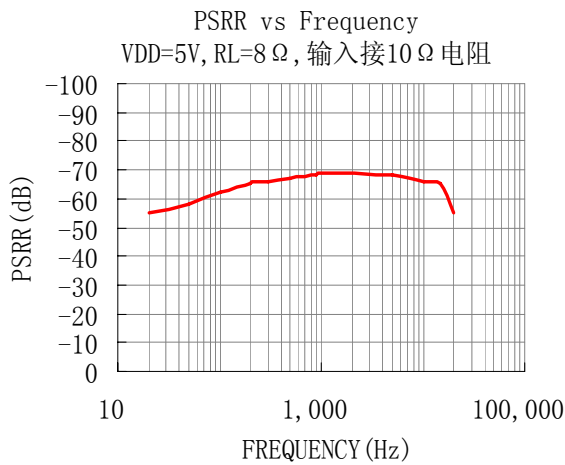
S/N vs Frequency
T=25°C, Vdd=3.3V, RL=4Ω, and Po=425mW



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

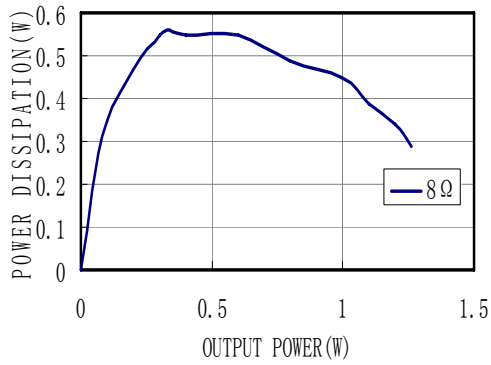


2.4.2 电源电压抑制比 (PSRR)

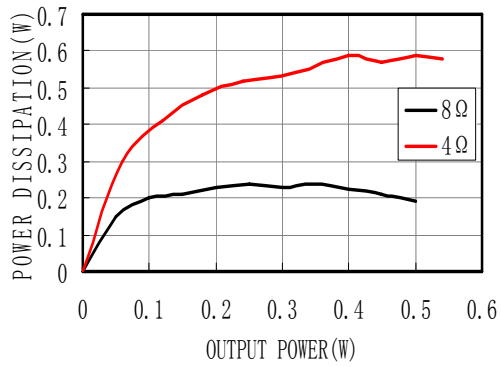


2.4.3 芯片功耗 (Power Dissipation)

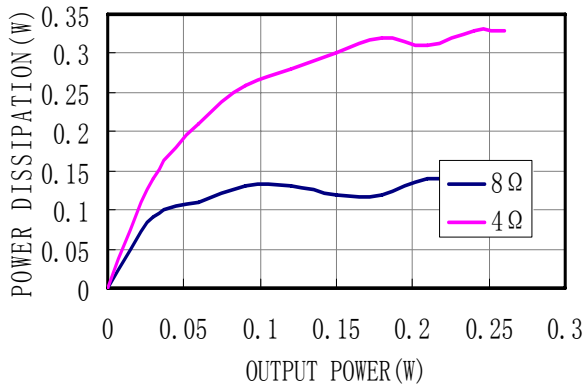
Power Dissipation vs Output Power, VDD=5V



Power Dissipation vs Output Power, VDD=3.3V

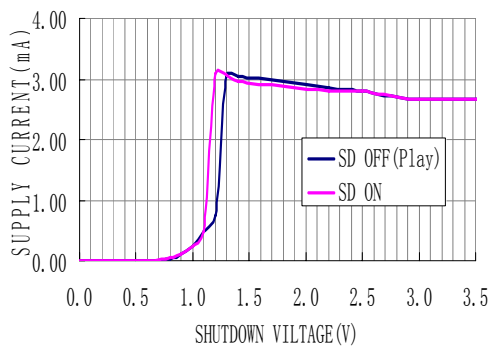


Power Dissipation vs Output Power, VDD=2.5V

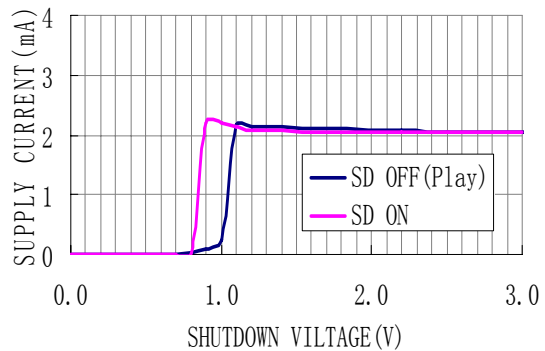


2.4.4 关断滞回 (Shut Down Hysteresis)

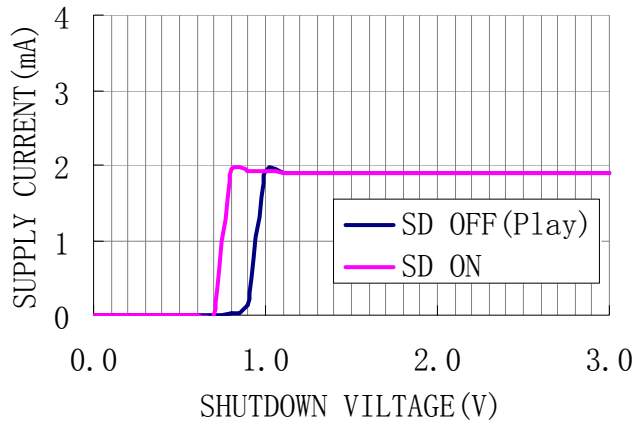
Shutdown Hysteresis Voltage
VDD=5V



Shutdown Hysteresis Voltage
VDD=3.3V

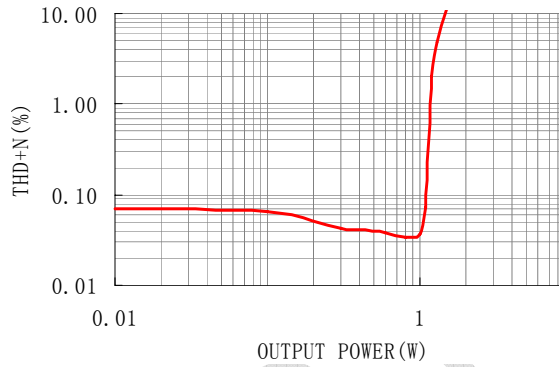


Shutdown Hysteresis Voltage
VDD=2.5V

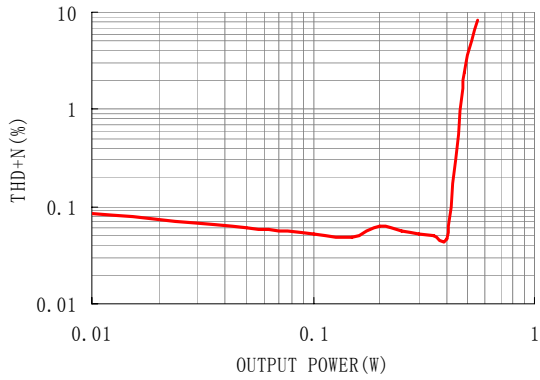


2.4.5 输出功率(Output Power)

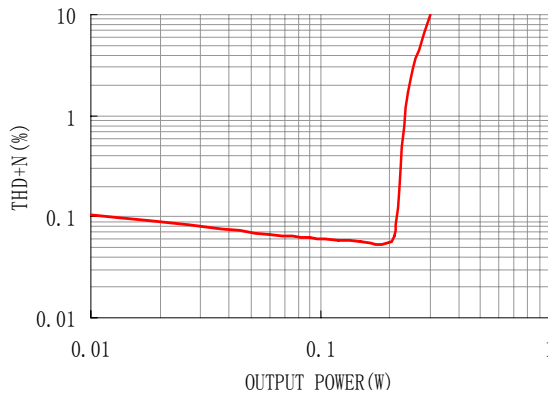
THD+N vs OutputPower VDD=5V, RL=8Ω, and f=1KHz



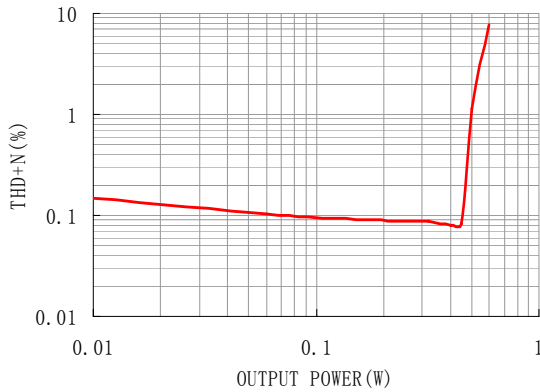
THD+N vs OutputPower VDD=3.3V, RL=8Ω, and f=1KHz



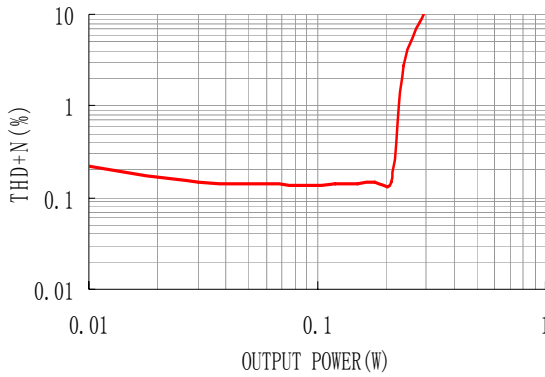
THD+N vs OutputPower VDD=2.5V, RL=8Ω, and f=1KHz



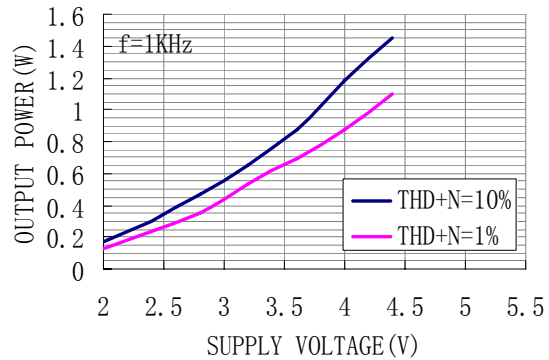
THD+N vs OutputPower VDD=3.3V, RL=4Ω, and f=1KHz



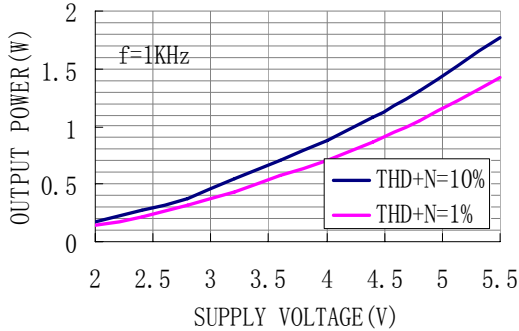
THD+N vs OutputPower VDD=2.5V, RL=4Ω, and f=1KHz



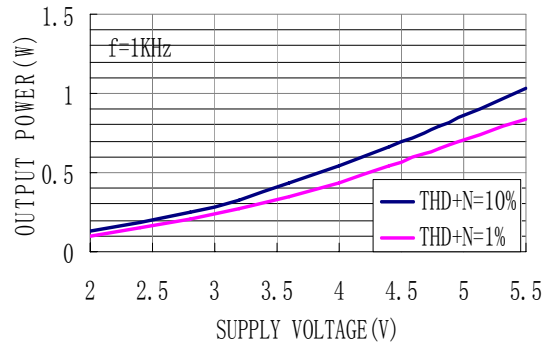
Output Power vs Supply Voltage, RL=4Ω



Output Power vs Supply Voltage, RL=8Ω



Output Power vs Supply Voltage, RL=16Ω



3 XPT4871 应用说明

XPT4871 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 XPT4871 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，XPT4871 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 XPT4871 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。

XPT4871 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 XPT4871 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 $R_i = 20\text{K}\Omega$, $R_f = 30\text{K}\Omega$ 。

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 0.39 μF 。

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 XPT4871 的 2.5MHz。

3.8 其它注意事项

XPT4871 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:

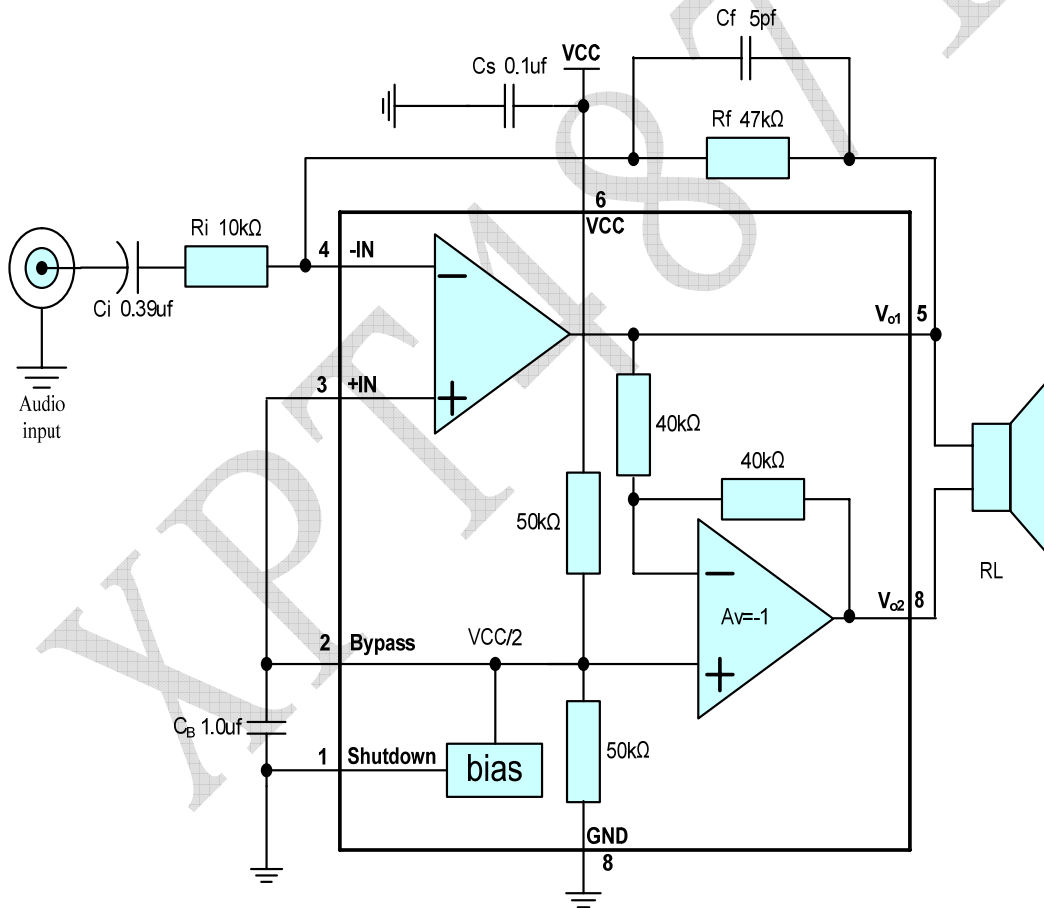


图2 大增益模式工作电路结构

4 芯片的封装

如没特别提示，所有尺寸标注均为：英寸（毫米）。

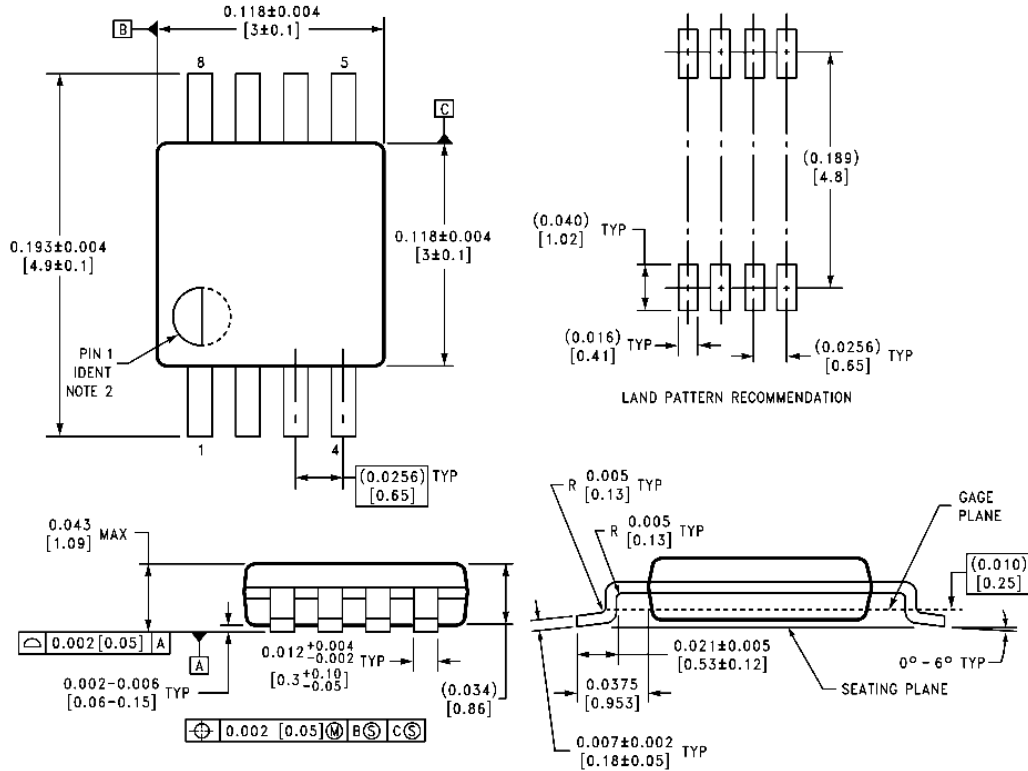


图3 MSOP 封装尺寸图

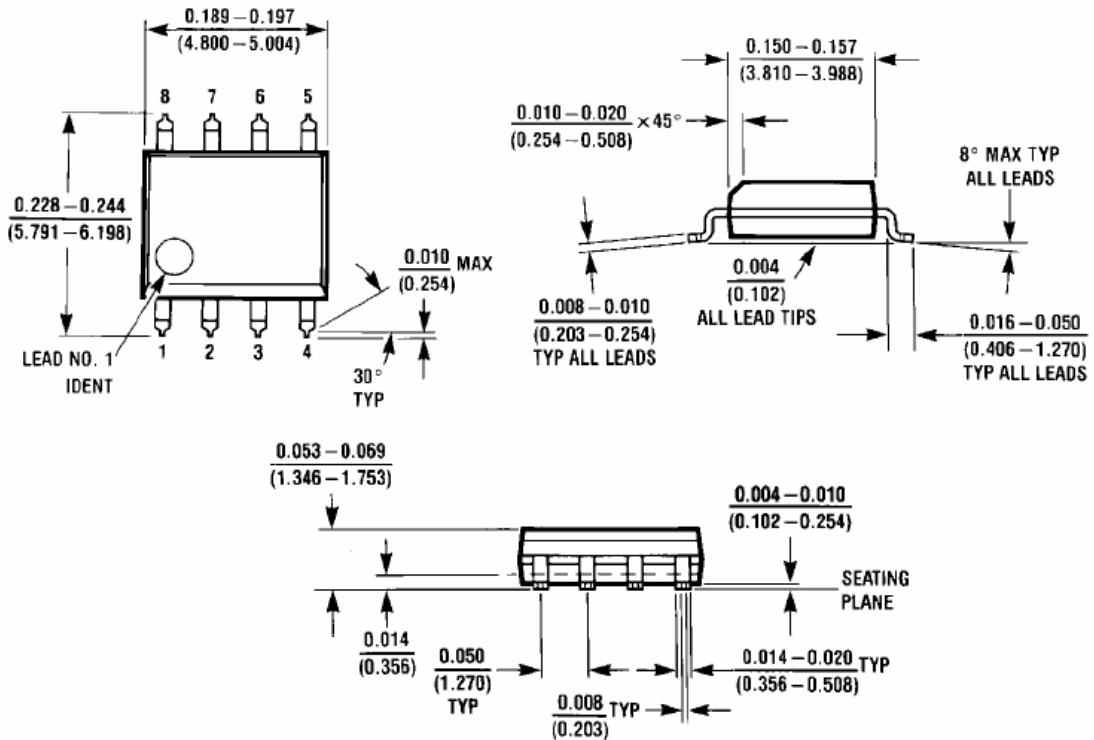


图4 SOP 封装尺寸图

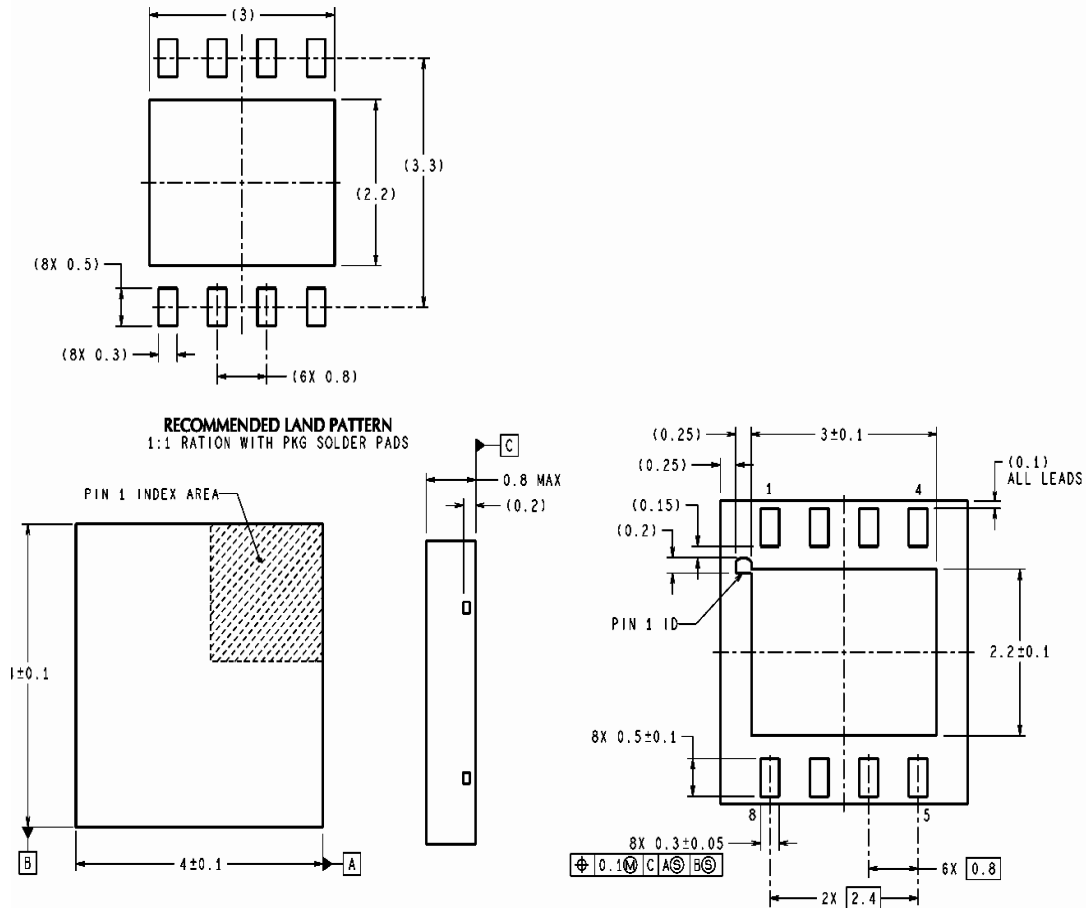


图5 LLP 封装尺寸图

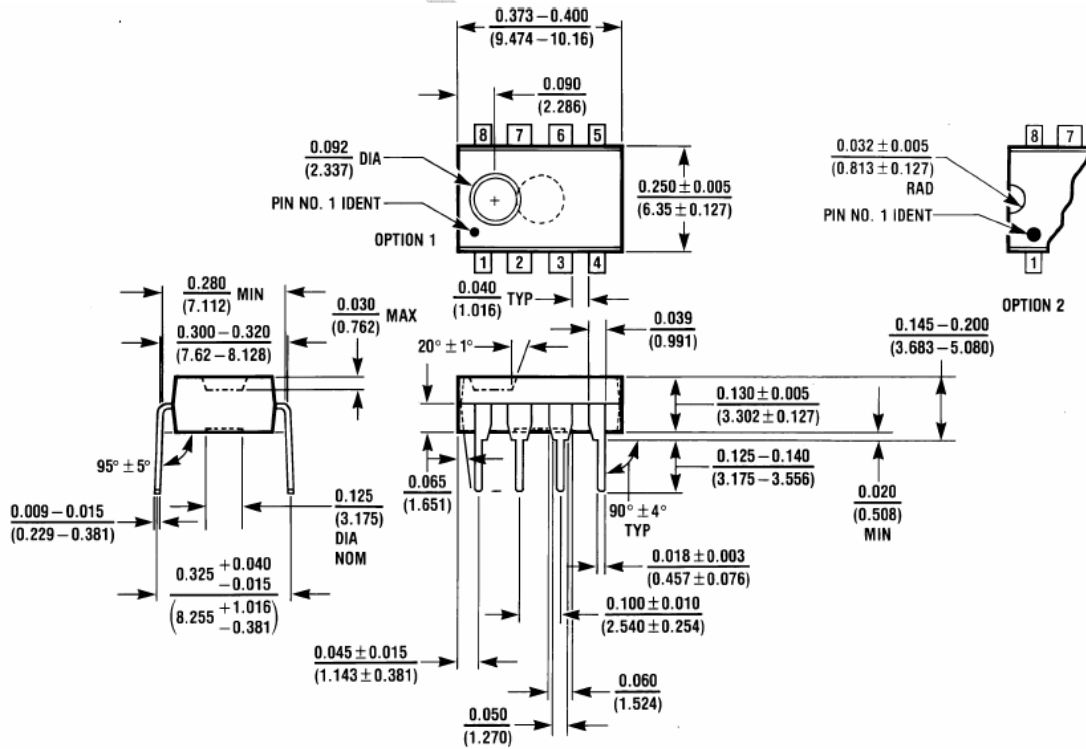


图6 DIP 封装尺寸图

5 XPT4871 典型应用电路

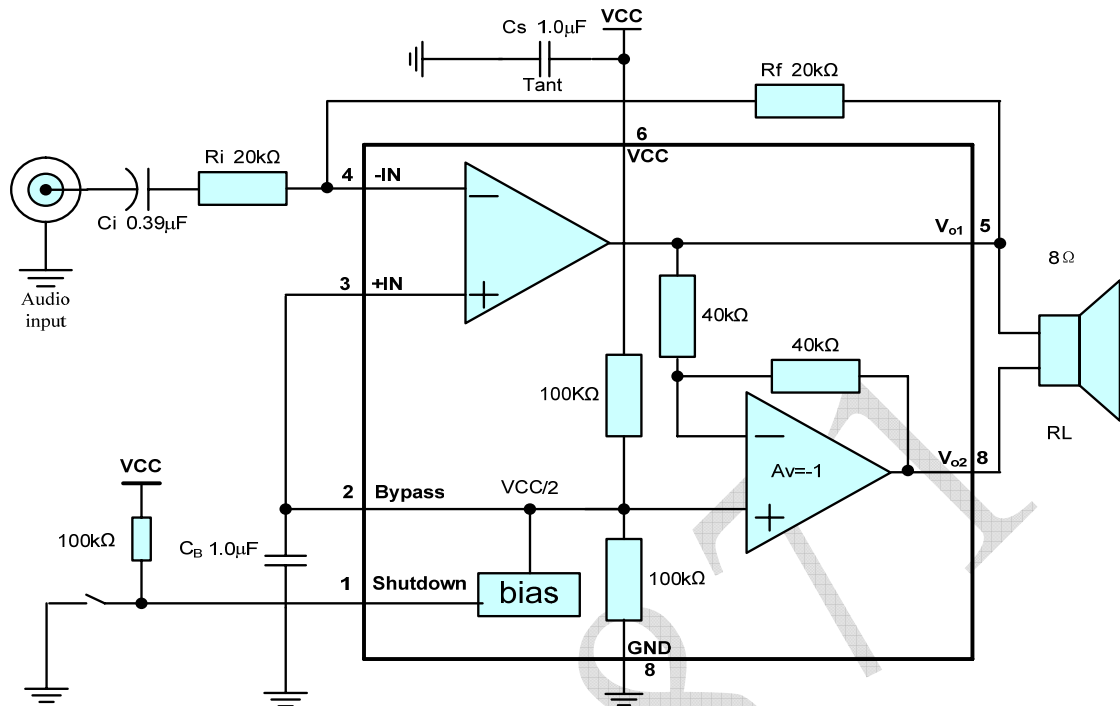


图7 XPT4871 典型应用电路

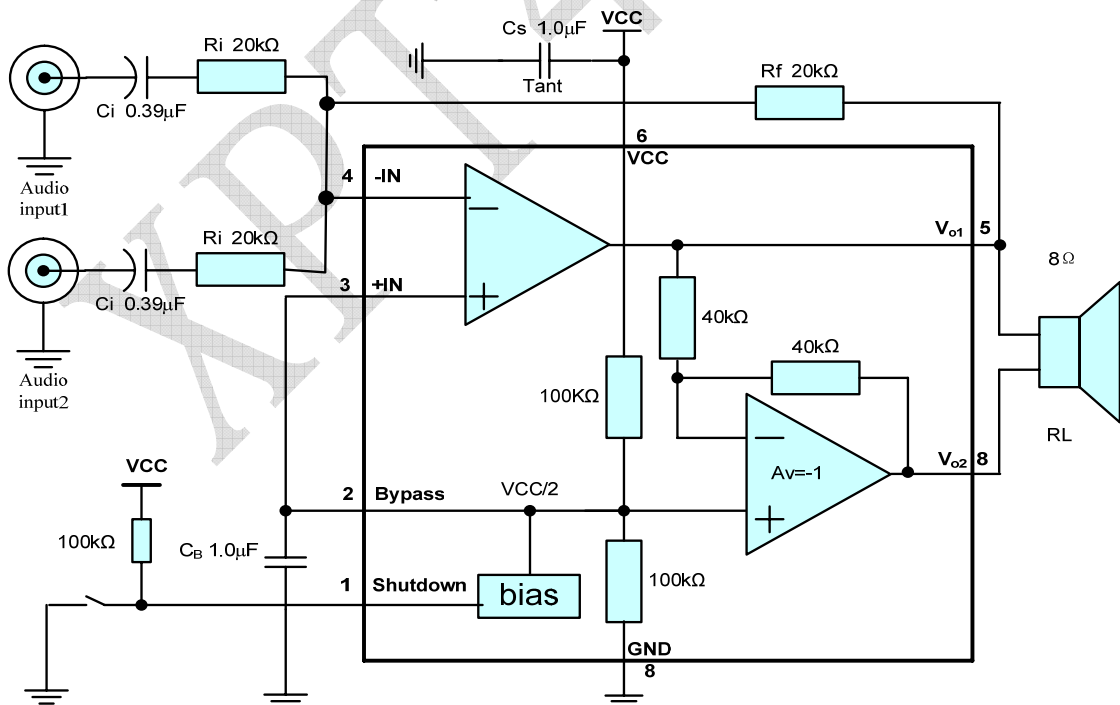


图8 XPT4871 两声道叠加应用电路