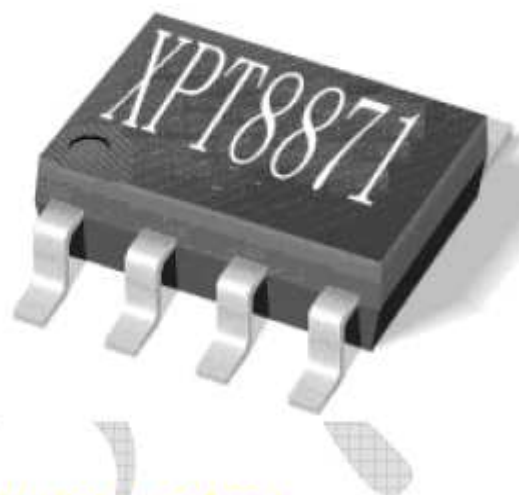


芯片功能说明

- XPT8871 是一款无 F M 干扰, 5W(2Ω 负载), **AB 类, D 类可选式** 功率放大器。
- XPT8871 的应用电路简单, 只需极少数外围器件。
- XPT8871 输出不需要外接耦合电容或上举电容和缓冲网络。
- XPT8871 采用 ESOP 封装, 特别适合用于小音量、小体重的便携系统中。
- XPT8871 可以通过控制进入休眠模式, 从而减少功耗。
- XPT8871 内部具有过热自动关断保护机制
- XPT8871 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。

实物图:



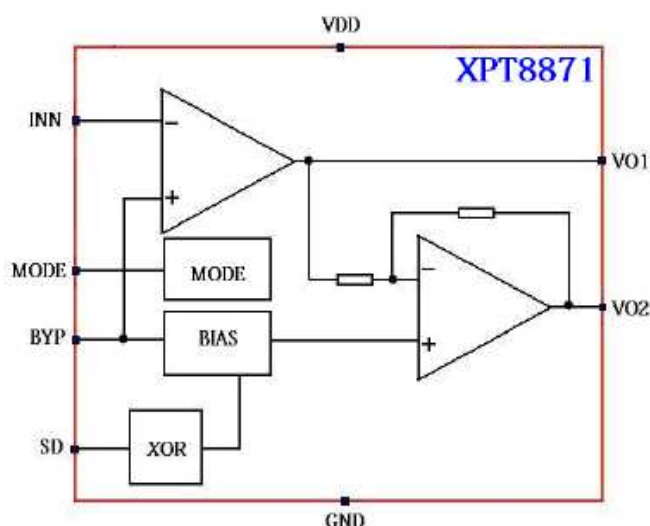
芯片的基本应用

- 手提电脑
- 台式电脑
- 低压音响系统

芯片功能主要特性

- 输出功率高 (THD+N<10%, 1KHz 频率): ESOP 封装的为 5W (2Ω 负载) 和 3.5W (3Ω 负载)、3W (4Ω 负载)
- 掉电模式漏电流小
- 采用 ESOP 封装
- 外部增益可调
- 宽工作电压范围 2.0V~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

XPT8871 原理框图

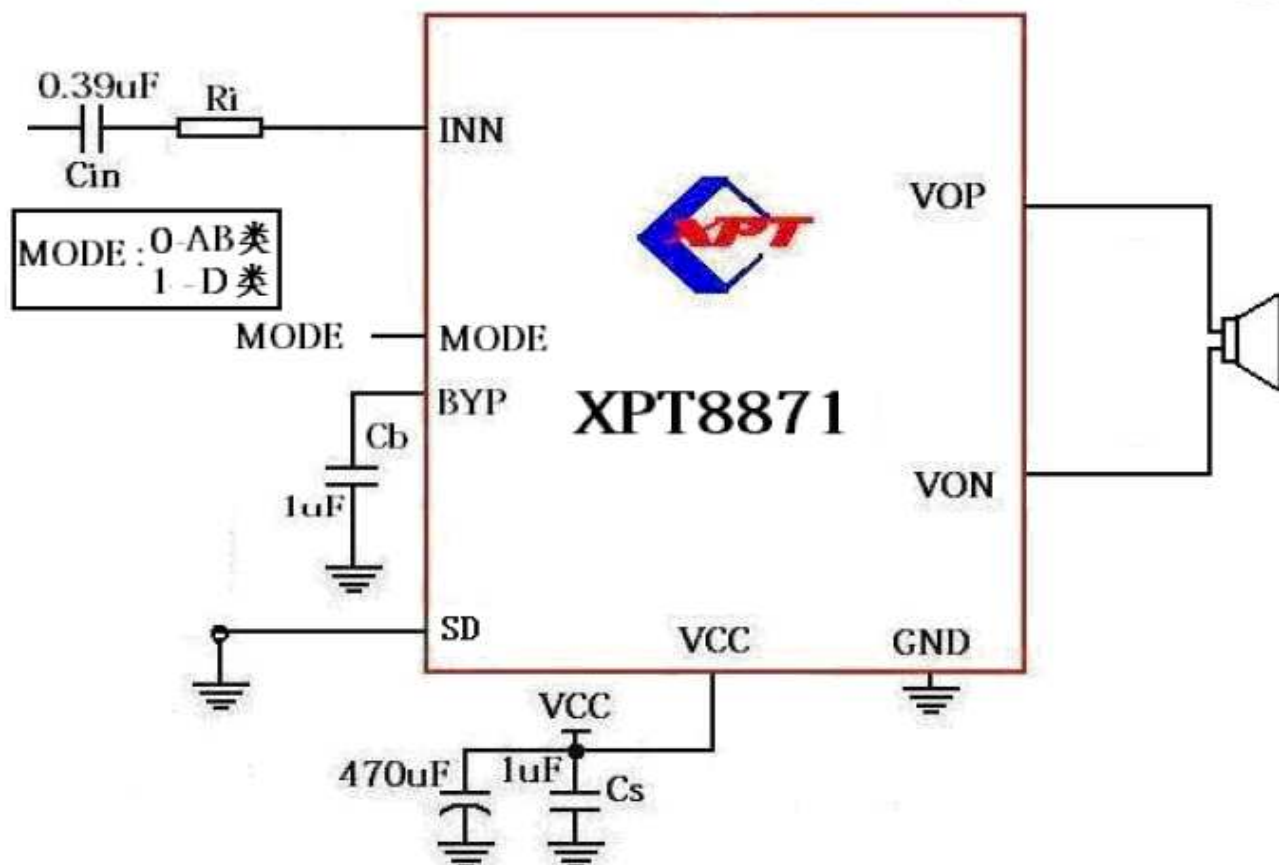


XPT8871

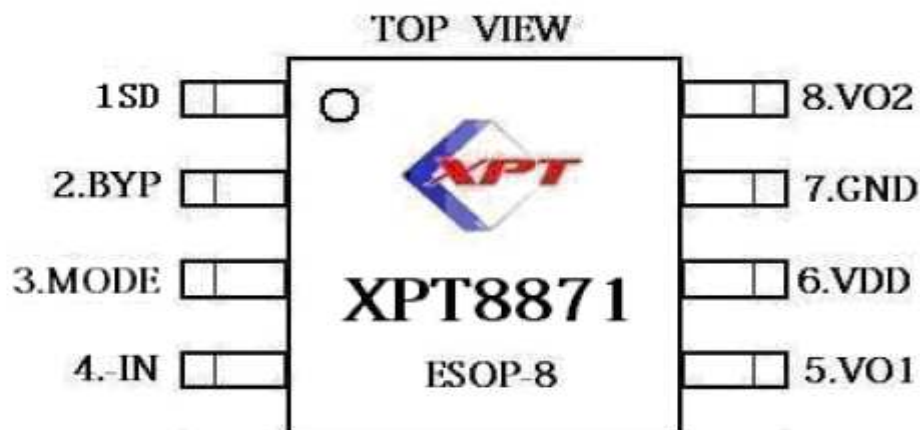
芯片订购信息

芯片型号	封装类型	包装类型	最小包装数量 (PCS)	备注
XPT8871ES	ESOP8	管装	100/管	带散热片

典型应用电路



引脚分布图



图为 XPT8871 ESOP封装的管脚分布图。

XPT8871

XPT8871 管脚描述

XPT8871 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	MODE	AB 类 D 类模式选择
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

芯片特性说明

芯片最大极限值

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	2.8	5.3	V	
储存温度	-65	150	°C	
输入电压	-0.3	VDD	V	
功耗			mW	内部限制
耐 ESD 电压 1	3000		V	HBM
耐 ESD 电压 2	250		V	MM

参数	最小值	最大值	单位	说明
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				
JC(SOP)		35	°C/W	
JA(SOP)		140	°C/W	
JC(LLP)		4.3	°C/W	
JA(LLP)		56	°C/W	
焊接温度		220	°C	15 秒内

XPT8871

芯片数字逻辑特性

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	

芯片性能指标特性

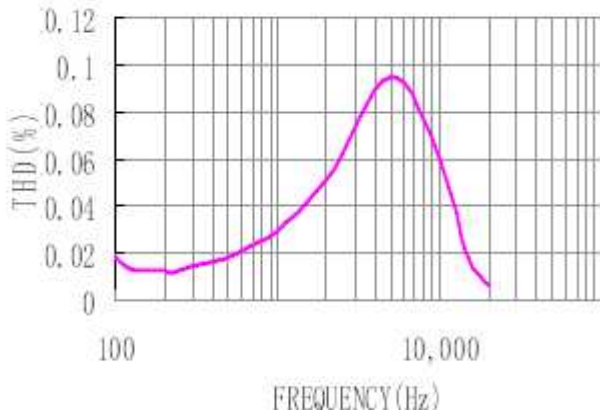
芯片性能指标 1 (V_{DD}=5.0V, T_A=25°C)

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		5.3	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
P _O	输出功率	THD+N=10%,f=1KHz, R _L =2Ω		5		W
		THD+N=10%,f=1KHz, R _L =3Ω		3.5		W
		THD+N=10%,f=1KHz, R _L =4Ω		3		W
THD+N	总失真度+噪声	AVD=2, 20Hz≤f≤20KHz R _L =4Ω, P _O =0.5W		0.2		%
PSRR	电源抑制比	V _{DD} =4.9V 到 5.1V	65	80		dB

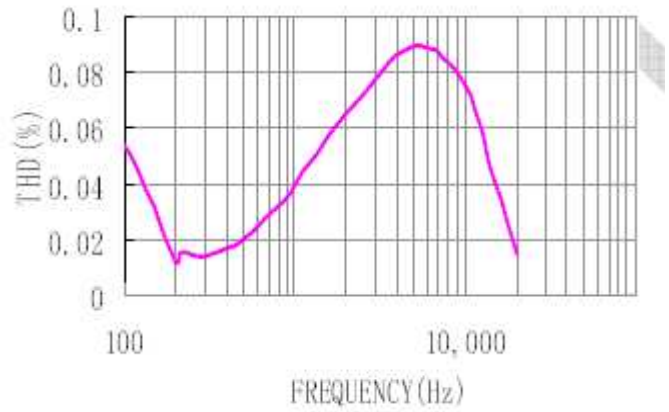
XPT8871 的典型参考特性

总谐波失真 (THD), 失真+噪声 (THD+N), 信噪比 (S/N)

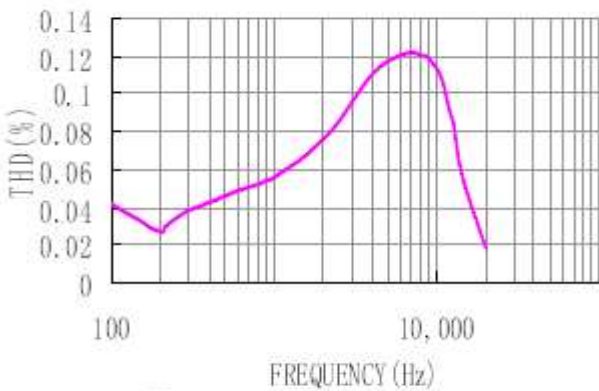
THD vs Frequency
T=25°C, Vdd=5V, RL=8Ω, and Po=500mW



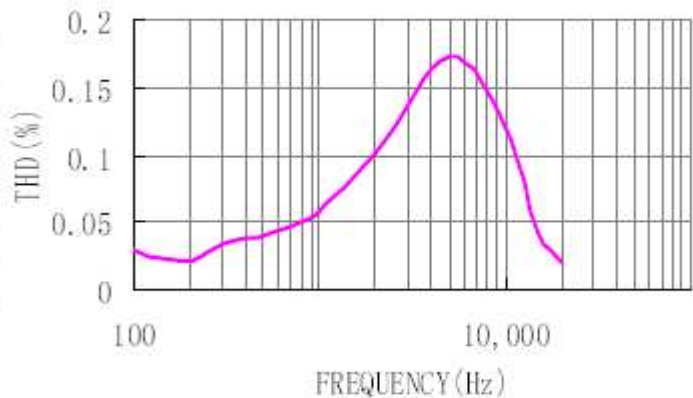
THD vs Frequency
T=25°C, Vdd=3.3V, RL=8Ω, and Po=425mW



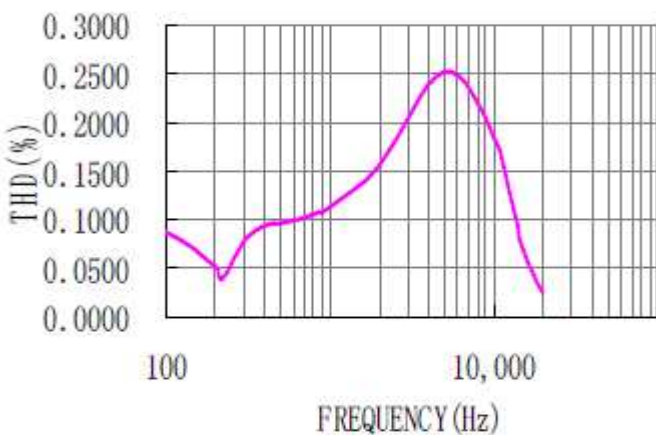
THD vs Frequency
T=25°C, Vdd=2.5V, RL=8Ω, and Po=150mW



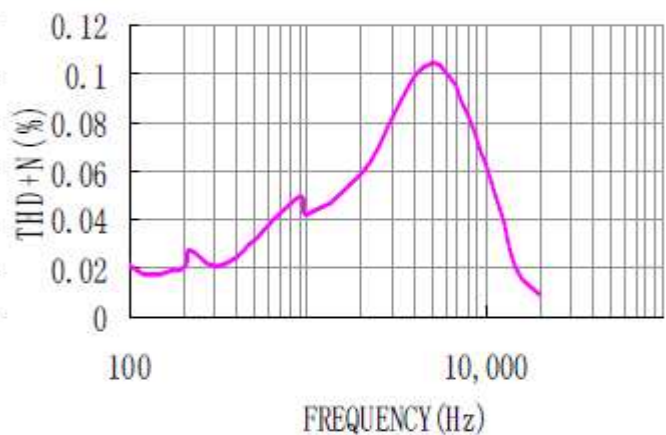
THD vs Frequency
T=25°C, Vdd=3.3V, RL=4Ω, and Po=425mW



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

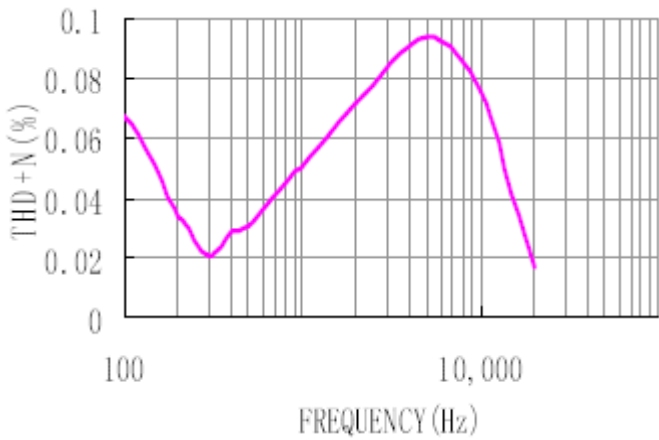


THD+N vs Frequency
T=25°C, Vdd=5V, RL=8Ω, and Po=500mW

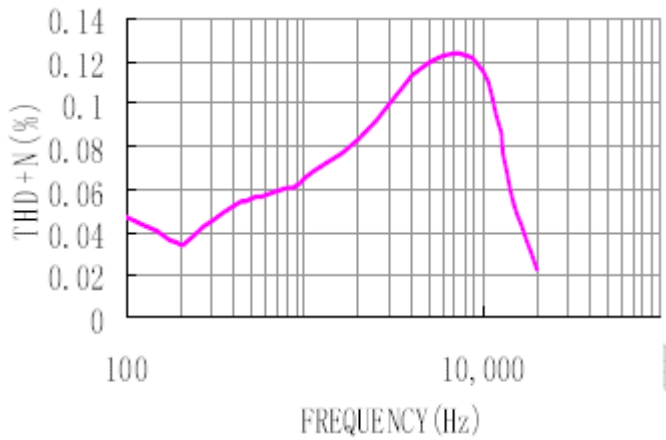


XPT8871

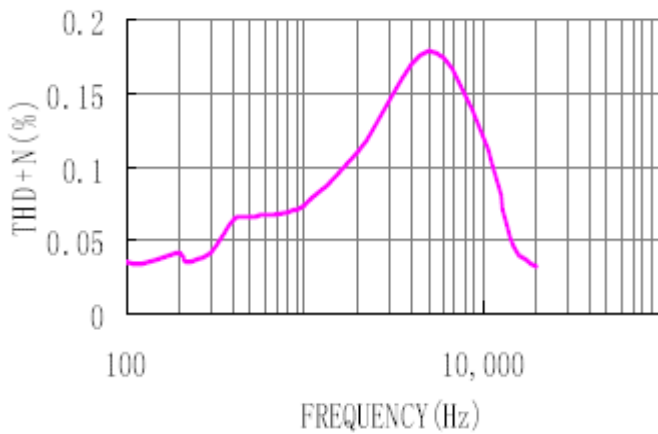
THD+N vs Frequency
 $T=25^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{dd}}=3.3\text{V}$, $R_{\text{L}}=8\ \Omega$, and $P_{\text{o}}=425\text{mW}$



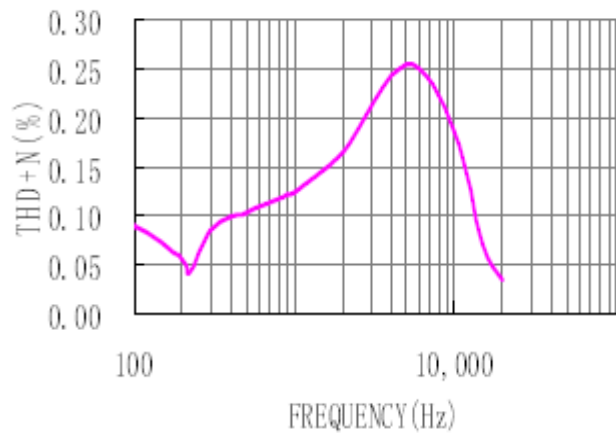
THD+N vs Frequency
 $T=25^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{dd}}=2.5\text{V}$, $R_{\text{L}}=8\ \Omega$, and $P_{\text{o}}=150\text{mW}$



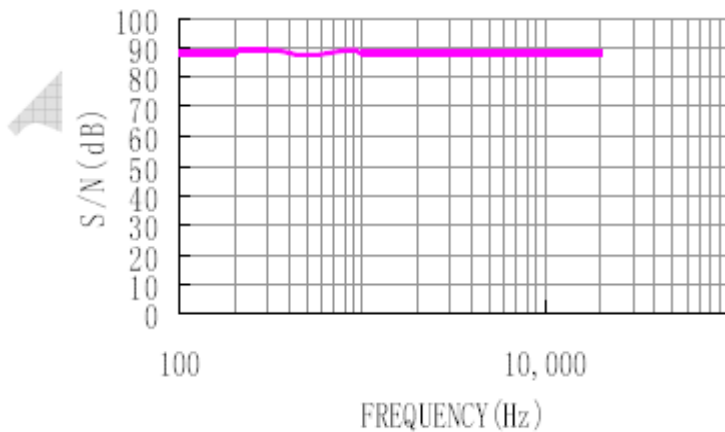
THD+N vs Frequency
 $T=25^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{dd}}=3.3\text{V}$, $R_{\text{L}}=4\ \Omega$, and $P_{\text{o}}=425\text{mW}$



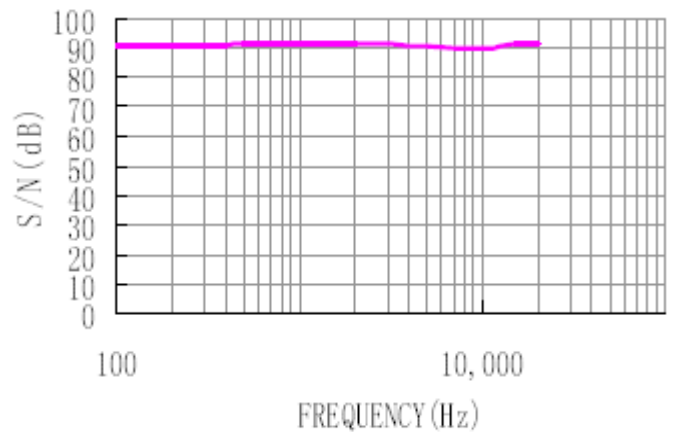
THD+N vs Frequency
 $T=25^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{dd}}=2.5\text{V}$, $R_{\text{L}}=4\ \Omega$, and $P_{\text{o}}=150\text{mW}$



S/N vs Frequency
 $T=25^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{dd}}=5\text{V}$, $R_{\text{L}}=8\ \Omega$, and $P_{\text{o}}=500\text{mW}$

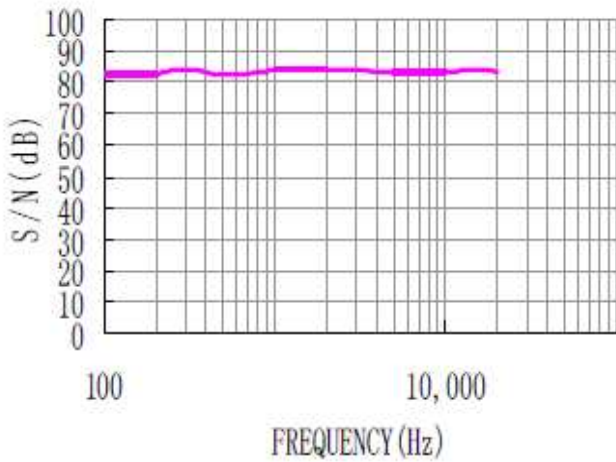


S/N vs Frequency
 $T=25^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{dd}}=3.3\text{V}$, $R_{\text{L}}=8\ \Omega$, and $P_{\text{o}}=425\text{mW}$

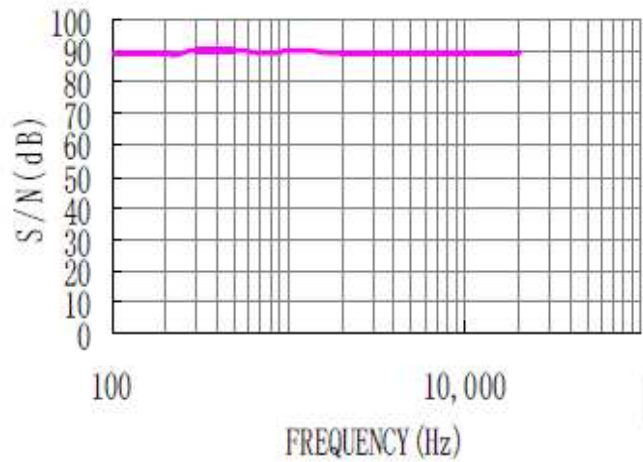


XPT8871

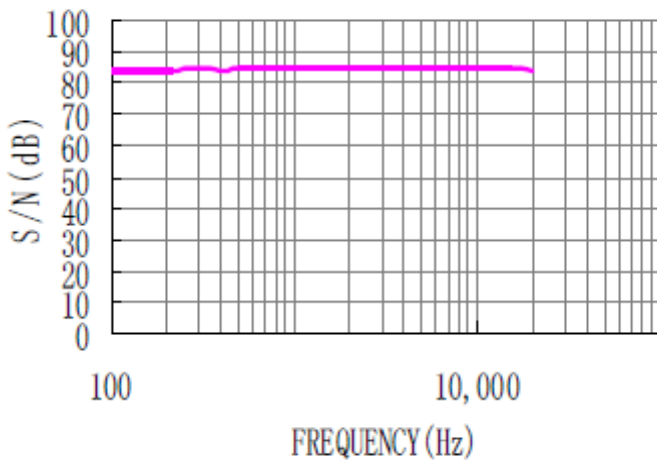
S/N vs Frequency
T=25°C, Vdd=2.5V, RL=8Ω, and Po=150mW



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

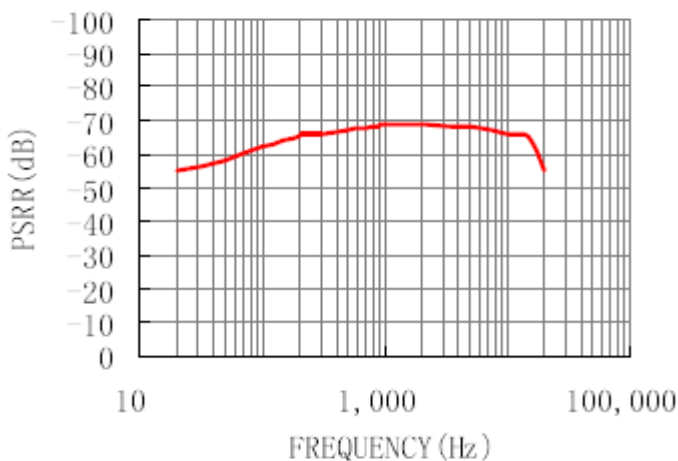


S/N vs Frequency
T=25°C, Vdd=2.5V, RL=4Ω, and Po=150mW

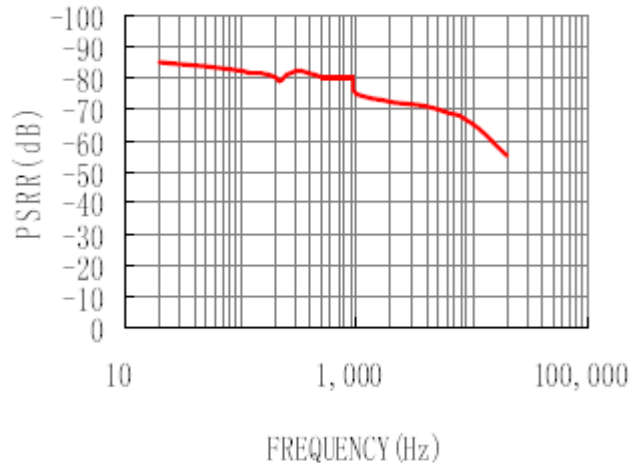


电源电压抑制比 (PSRR)

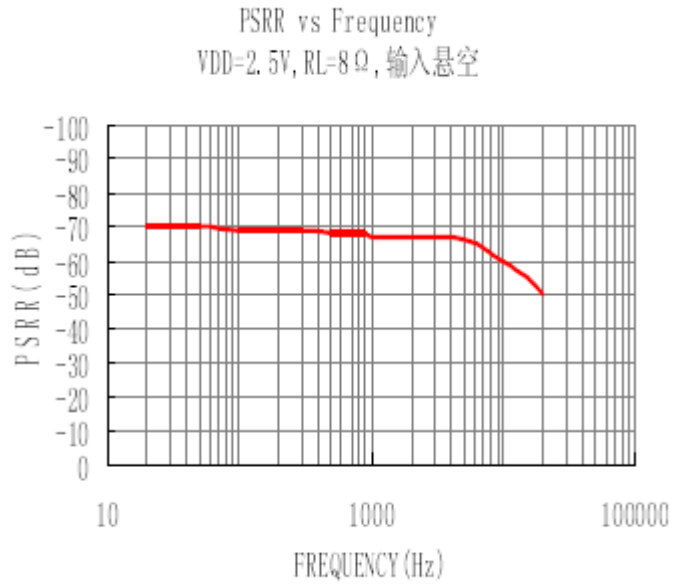
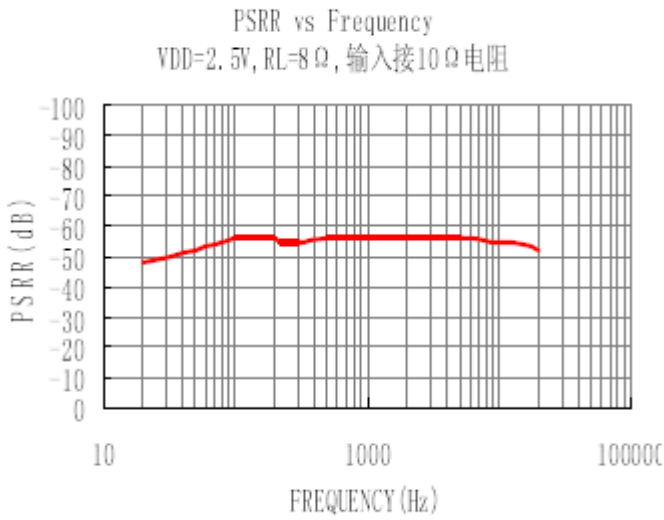
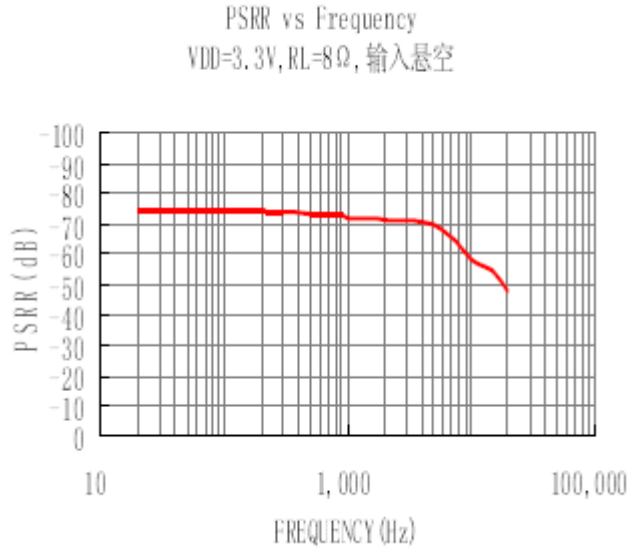
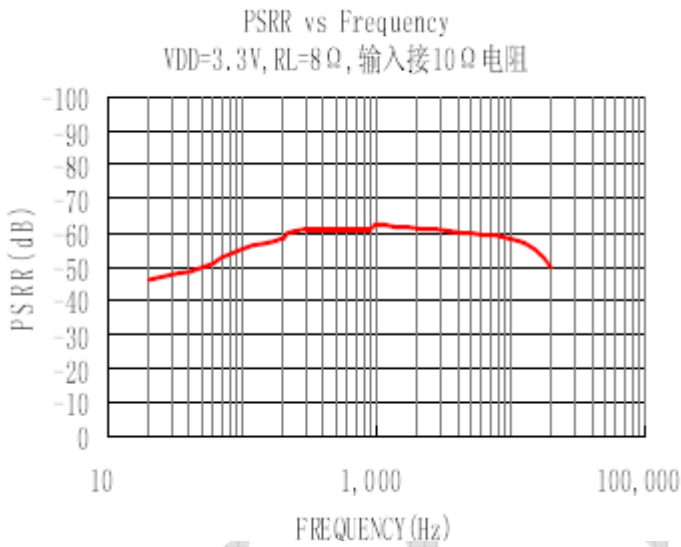
PSRR vs Frequency
VDD=5V, RL=8Ω, 输入接10Ω电阻



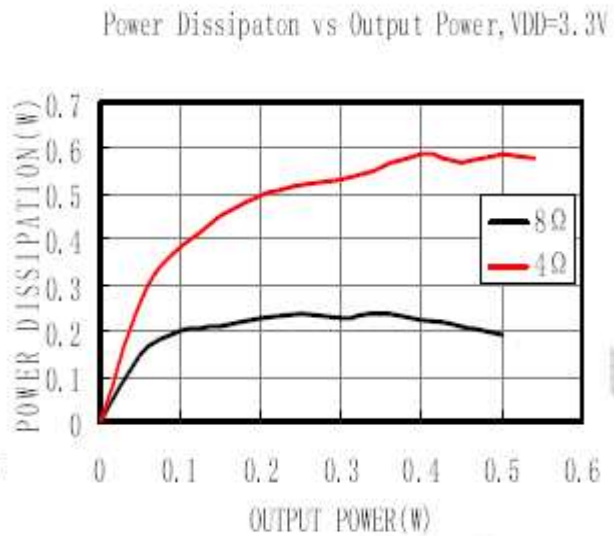
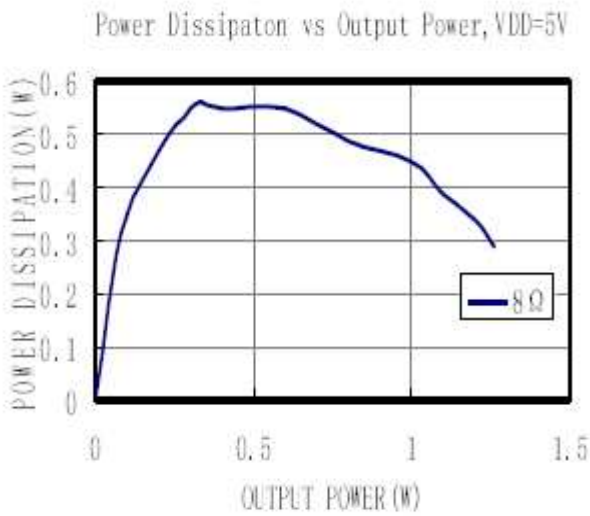
PSRR vs Frequency
VDD=5V, RL=8Ω, 输入悬空



XPT8871

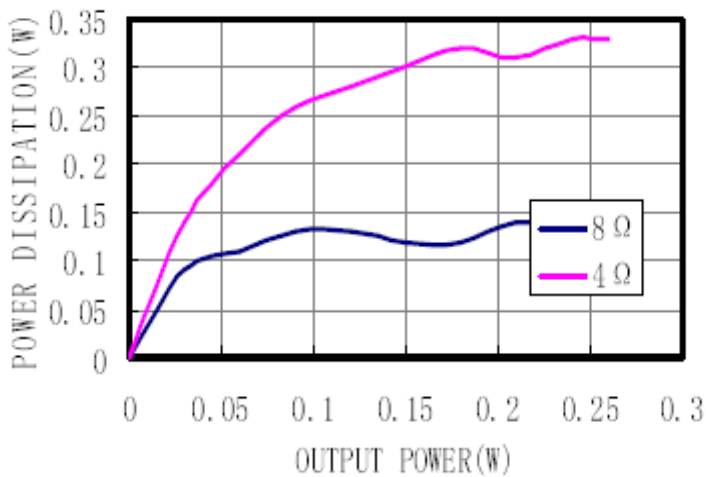


芯片功耗 (Power Dissipation)



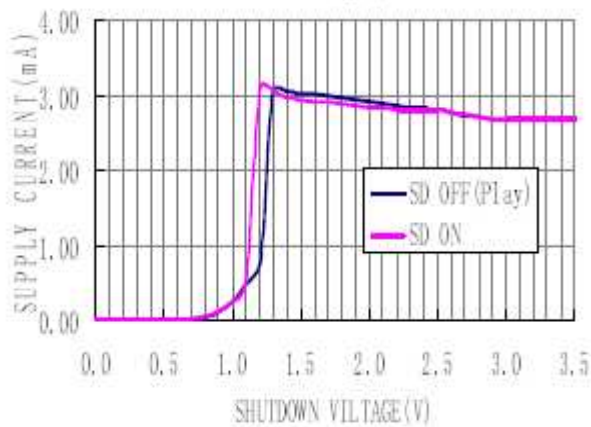
XPT8871

Power Dissipation vs Output Power, VDD=2.5V

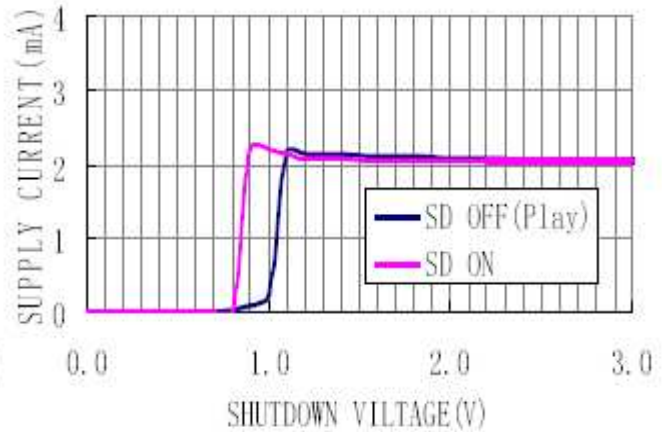


关断滞回 (Shut Down Hysteresis)

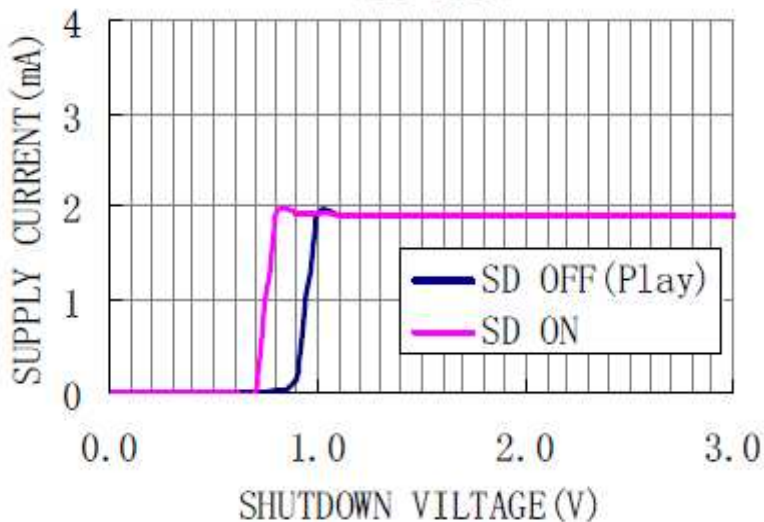
Shutdown Hysteresis Voltage
VDD=5V



Shutdown Hysteresis Voltage
VDD=3.3V

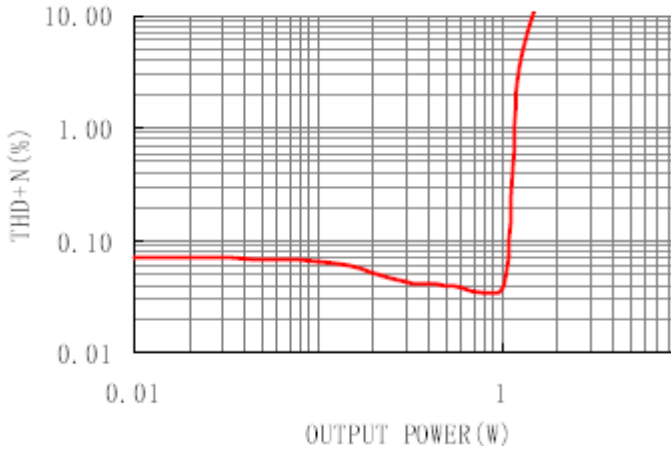


Shutdown Hysteresis Voltage
VDD=2.5V

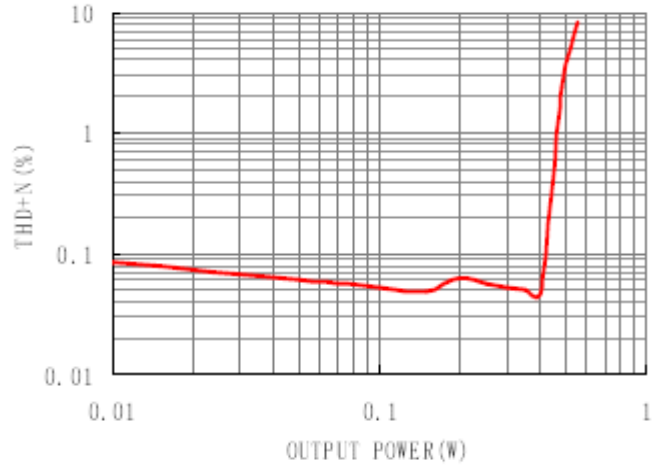


输出功率(Output Power)

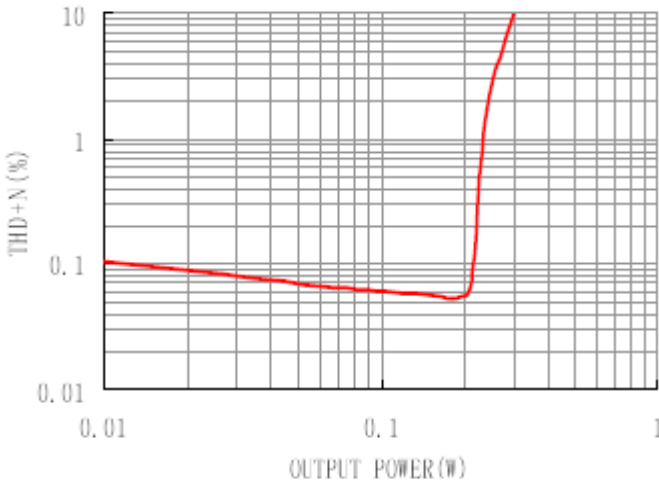
THD+N vs OutputPower VDD=5V, RL=8Ω, and f=1KHz



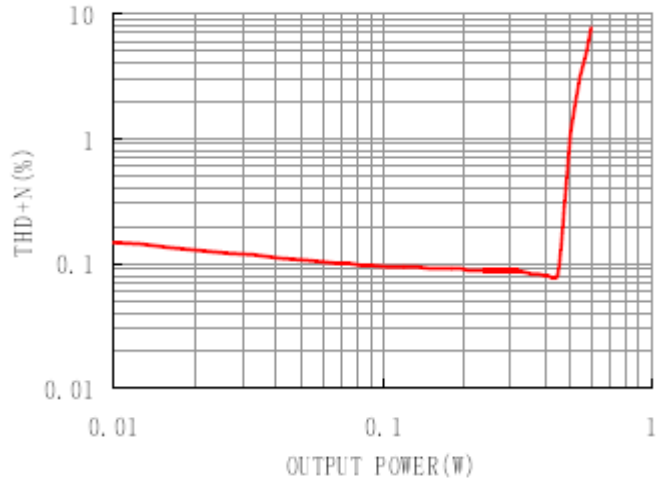
THD+N vs OutputPower VDD=3.3V, RL=8Ω, and f=1KHz



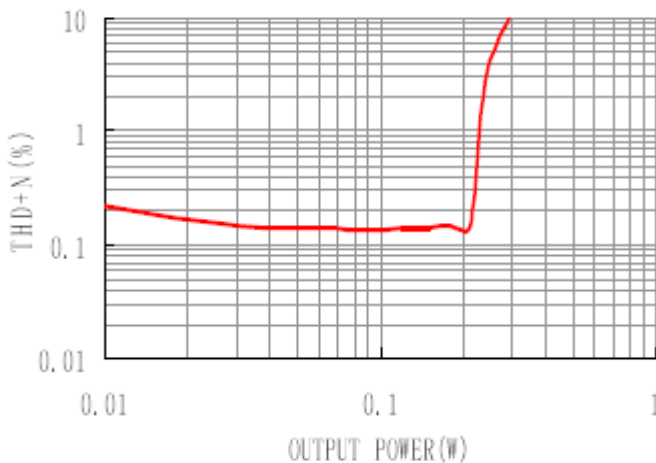
THD+N vs OutputPower VDD=2.5V, RL=8Ω, and f=1KHz



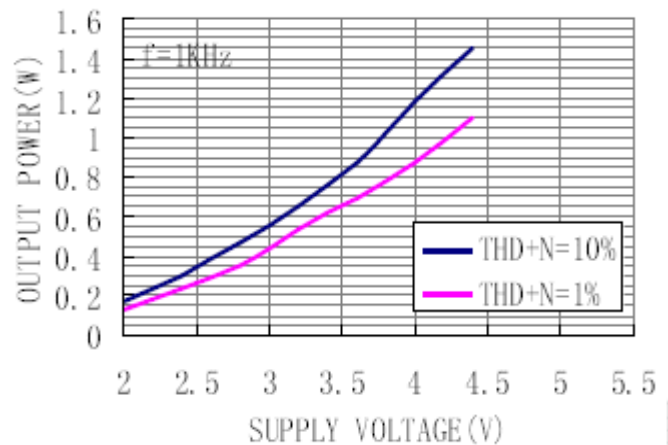
THD+N vs OutputPower VDD=3.3V, RL=4Ω, and f=1KHz



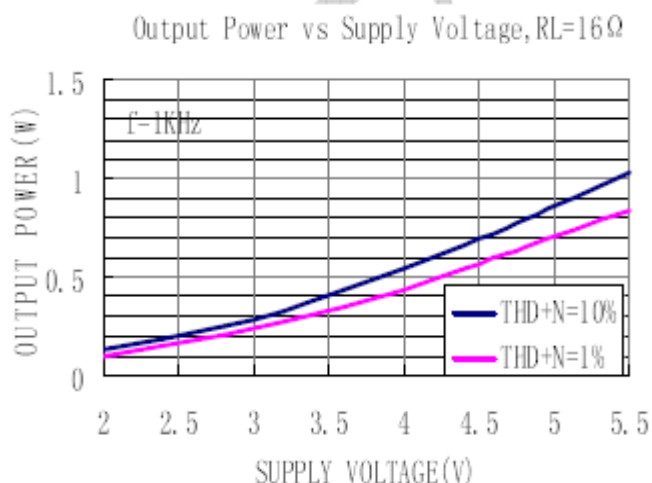
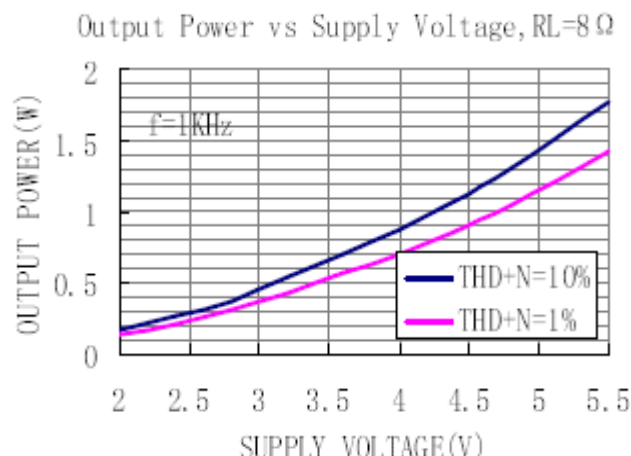
THD+N vs OutputPower VDD=2.5V, RL=4Ω, and f=1KHz



Output Power vs Supply Voltage, RL=4Ω



XPT8871



XPT8871 应用说明

XPT8871 是一款 AB 类 D 类可选的音频功率放大器，D 类输入，输出都采用差分结构的全差分放大器，双端输入，双端输出。也可以应用在单端输入模式。

MODE 功能

XPT8871 是一款 AB 类 D 类可选的音频功率放大器，通过 MODE 功能键可对功放进行 A B 类 D 类的选择。

MODE	芯片功能模式
低电平	A B 类功率放大器
高电平	D 类功率放大器

外部器件选择

输入电阻 (Ri)

通过选择输入电阻的参数值可以配置放大器的增益：

$$\text{Gain} = \frac{2 \times 50\text{K}\Omega}{R_i} \quad (1)$$

阻抗匹配对于全差分放大器来说是很重要的。输出与反馈的平衡取决于电路的阻抗匹配情况，CMRR, PSRR 和二次谐波失真的消除也可以得到优化。因此采用精度为 1% 的电阻优化的效果更为显著。在 PCB 布局时，输入电阻应尽量靠近芯片的输入引脚以获得更好的信噪比效果和更高的输入阻抗。为了得到最好的性能效果，芯片增益应设计为小于等于 2V/V。低增益和大电压信号可以使得芯片的性能更为突出。

退耦电容 C_s

XPT8871 音频功率放大器应用在 D 类模式下时,需要适当的电源退耦以确保它的高效率和低谐波失真。退耦电容采用低阻抗陶瓷电容,容值为 1 μ f,尽量靠近芯片电源 供电引脚,因为电路中任何电阻,电容和电感都可能影响到功率转换的效率。一个 10 μ f 或更大的电容放置在放大器的附近会得到更好的滤波效果,但在具有高电源电压抑制系数的放大器应用中是不需要这样一个电容的。

输入电容 C_i

如果设计中的差分输入信号在 0.5V 到 VCC-0.8V 的范围内,如果输入信号幅度不在这个范围内,输入端是个高通滤波器或者 XPT8871 用在单端输入系统中,输入电容是必须的。输入端作为高通滤波器时,滤波器中心频率的计算公式如下:

$$f_c = \frac{1}{2\pi R_i C_i} \quad (2)$$

输入电阻和输入电容的参数直接影响到滤波器的下限频率,从而影响放大器的性能。输入电容的计算公式如下:

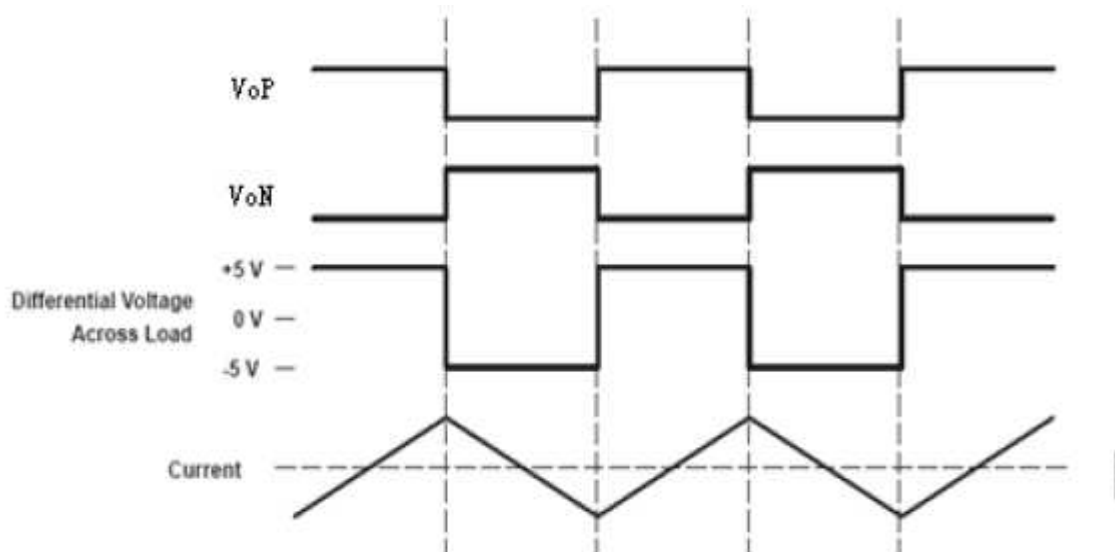
$$C_i = \frac{1}{2\pi R_i f_c} \quad (3)$$

如果信号的输入频率在音频范围内,输入电容的精度可以是 $\pm 10\%$ 或者更高,因为电容不匹配会影响的滤波器的性能。采用大电容(1 μ f)可以很好的重现低频信号。但在 GSM 电话中,地面信号在 217Hz 上下摆动,但在多媒体数字信号编解码器的信号却没有这样的摆动。

XPT8871 D 类模式和传统 D 类放大器对比分析

传统 D 类功放调制方案

在 没有信号输出(平均电压为 0V 的时候),差分输出的两个输出端为占空比都为 50%,幅度为 VCC 和 -VCC 而相位差 180 度的方波。负载出现幅度从 -VCC 到 VCC 的方波。负载平均电压为 0V,但 通过负载的电流很高,耗费了电源的很大的功率,对提高功放的效率不利。



传统 D 类功放调制方案没有信号时的输出波形

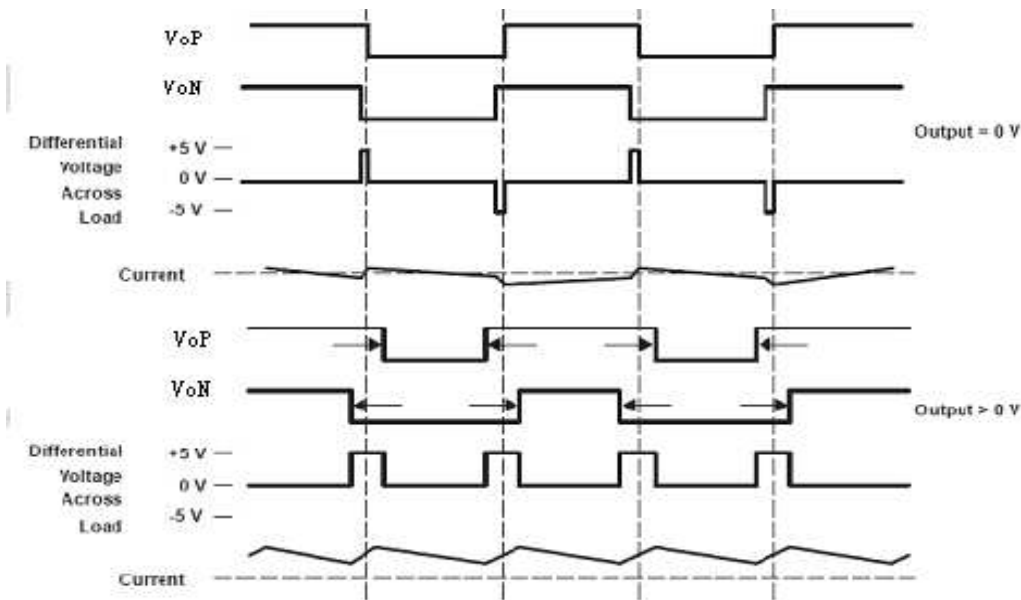
XPT8871 调制方案

在 没有信号输出(平均电压为 0V 的时候),差分输出的两个输出端为占空比都为 50%,幅度为 VCC 和 -VCC 而相位相差一点点的方波。从而负载出现幅度仍然从 -VCC 到 VCC 但具有很小脉宽的脉冲信号。负载平均电压为 0V, 但通过负载的平均电流低了很多, 耗费电源的功率大大降低了, 对提高功放的效率有利。

当输出正电压的时候, VoP 输出占空比要比 VoN 要大, 负载得到幅度为正的脉冲信号。当输出负电压的时候, VoP 输出占空比要比 VoN 要小, 负载得到幅度为负的脉冲信号。最终负载得到的波形与输入信号相对应。传统的 D 类放大器要输出滤波器的原因。

假如输出不加滤波器, 传统 D 类放大器输出的高频脉冲分量能量很大。将会在负载上耗费很大无用的功率, 降低放大器的效率。加了 LC 滤波器以后虽然了 LC 上也消耗一定的功率, 但会改善很多, 因为 LC 的内阻很小。

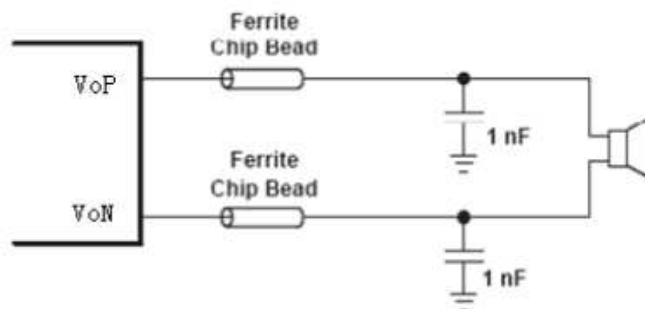
而在 XPT8871 的调制方案中, 没有滤波器的情况下在负载上消耗的无用功率是很小的。因为脉冲的脉宽很小, 并且幅度也比传统 D 类功放小。所以在 XPT8871 的放大器应用中不需要输出滤波器。



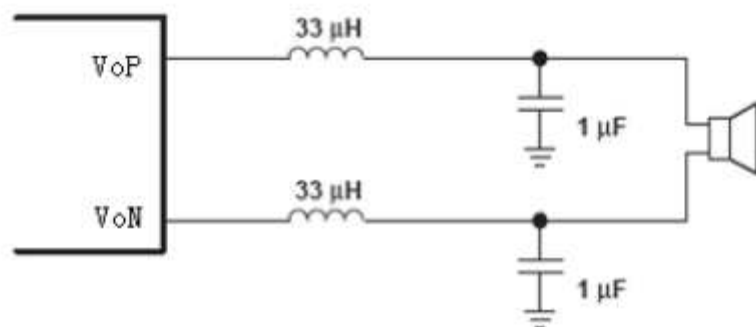
XPT8871 调制方案没有信号时的输出波形

XPT8871 输出滤波器

在不加输出滤波器的情况下使用 XPT8871, 放大器到扬声器的连线的长度一般在 100mm 一下。在手机等便携式通信设备, PAD 都可以不用输出滤波器。在一些环境等条件不允许和一些特殊的情况下, 要加入输出滤波器, 加入低通滤波器, 比如 LC 滤波器



输出加贴片铁氧体磁珠滤波器典型应用电路



输出加 LC 滤波器典型应用电路（截止频率为 27KHz）

保护功能模式概述

XPT8871 是一款 D 类音频功率放大器，且内置了过流保护，过热保护及欠压保护等功能。有效地保护芯片在异常工作状况下不被损坏。

过流保护功能

XPT8871 内置了过流保护功能模式，当检测到 VDD 与 VSS 之间有大电流或者是差分输出端出现短路现象。

IC 就会把输出端置为高阻状态。XPT8871 就会进入过流保护模式。重新开关电源后即可取消该模式。

XPT8871 A B 类模式应用说明

XPT8871 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。

外部电阻配置

运算放大器的增益由外部电阻 R_i 决定，其增益为

$$\text{Gain} = \frac{2 \times 50\text{K}\Omega}{R_i}$$

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。

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：

$$P_{\text{DMAX}} = 4 \times (V_{\text{DD}})^2 / (2 \times \Pi^2 \times R_{\text{L}})$$

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结温高于 T_{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。

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 $10\mu\text{F}$ 的电解电容并上 $0.1\mu\text{F}$ 的陶瓷电容。

在 XPT8871 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 $0.1\mu\text{F} \sim 1\mu\text{F}$ 的陶瓷电容。

掉电模式

为了节电，在不使用放大器时，可以关闭放大器，XPT8871 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。

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 XPT8871 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。

XPT8871 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 $1V_{\text{rms}}$ 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，

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 $100\text{Hz} \sim 150\text{Hz}$ 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 $C_{\text{B}}=1\mu\text{F}$ ， $C_{\text{i}}=0.1\mu\text{F} \sim 0.39\mu\text{F}$ ，可以满足系统的性能。

封装尺寸

1、ESOP8

