



**XPT4809 用户手册**

2006年12月

XPT4809



## 目 录

<b>1</b>	<b>芯片功能说明</b> .....	<b>4</b>
1.1	芯片主要功能特性 .....	4
1.2	芯片应用场合 .....	4
1.3	XPT4809 典型应用电路 .....	4
1.4	芯片的封装和引脚 .....	5
1.4.1	MSOP封装 .....	5
1.4.2	SOP封装 .....	5
1.4.3	LLP封装(LD) .....	5
1.4.4	LLP封装(LQ) .....	6
1.4.5	XPT4809 管脚描述 .....	6
<b>2</b>	<b>芯片特性说明</b> .....	<b>6</b>
2.1	芯片最大极限值 .....	6
2.2	芯片数字逻辑特性 .....	7
2.3	芯片性能指标特性 .....	7
2.4	XPT4809 的典型参考特性 .....	8
<b>3</b>	<b>XPT4809 应用说明</b> .....	<b>15</b>
3.1	微功耗关断功能 .....	15
3.2	芯片功耗 .....	15
3.3	电源旁路 .....	15
3.4	外围元件的选择 .....	15
3.5	选择输入耦合电容 .....	16
3.6	设计参考实例 .....	16
3.6.1	设计规格 .....	16
<b>4</b>	<b>芯片的封装尺寸</b> .....	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>XPT4809 典型应用电路</b> .....	<b>19</b>



图目录

图 1 XPT4809 典型应用电路 .....	4
图 2 XPT4809 的MSOP封装管脚.....	5
图 3 XPT4809 的SOP封装管脚 .....	5
图 4 XPT4809 的LLP封装 (LD) .....	5
图 5 XPT4809 的LLP封装 (LQ) .....	6
图 6 MSOP封装尺寸图.....	17
图 7 SOP封装尺寸图 .....	18
图 8 LLP封装(LD)尺寸图.....	18
图 9 LLP封装(LQ)尺寸图.....	19
图 10 PCB板参考设计原理图 .....	19

表目录

表 1 外部组件功能描述.....	5
表 2 XPT4809 管脚描述 (MSOP封装) .....	6
表 3 芯片最大物理极限值.....	6
表 4 关断信号数字逻辑特性.....	7
表 5 芯片性能指标 1 ( $V_{DD}=5.0V$ , $T_A=25^{\circ}C$ ) .....	7
表 6 芯片性能指标 2 ( $V_{DD}=3.3V$ , $T_A=25^{\circ}C$ ) .....	7
表 7 芯片性能指标 3 ( $V_{DD}=2.6V$ , $T_A=25^{\circ}C$ ) .....	8
表 8 芯片启动时间与 $C_B$ 值的关系 .....	16

## 1 芯片功能说明

- XPT4809 是一款双声道音频功率放大器。每通道能提供 105mW 的平均功率（5V 工作电压，16Ω 负载，THD+N=0.1%），音频范围内总谐波失真噪声小于 0.1%（20Hz~20KHz）；
- XPT4809 的应用电路简单，只需极少数外围器件；
- XPT4809 输出不需要自举电容或者缓冲网络，采用 MSOP、SOP 封装，节约电路面积，非常适合移动电话及各种移动设备等使用低电压、低功耗应用方案上使用；
- XPT4809 可以通过控制进入休眠模式，从而减少功耗；
- XPT4809 具有内部热敏关断保护机制。
- XPT4809 工作稳定，增益带宽积高达 2.5MHz，并且单位增益稳定。通过外部增益配置电阻进行增益配置，方便应用。

### 1.1 芯片主要功能特性

- 高电源电压抑制比（PSRR），在 217Hz 及 1KHz 时，达到 70dB
- 在 16Ω 负载，输出功率为 105mW 时，噪声及谐波失真（THD+N）<0.1%（f=1KHz）
- 在 32Ω 负载，输出功率为 70mW 时，噪声+谐波失真（THD+N）<0.1%（f=1KHz）
- 掉电模式漏电流小，典型值为 0.4μA
- 封装小，节约电路面积：MSOP，SOP，LLP
- 上电、掉电的“噼啪”声抑制能力好
- 宽工作电压范围 2.0V—5.5V
- 不需自举电容
- 单位增益稳定

### 1.2 芯片应用场合

- 耳机功放
- 个人移动终端 PDA
- 个人电脑
- 话筒前置放大器

### 1.3 XPT4809 典型应用电路

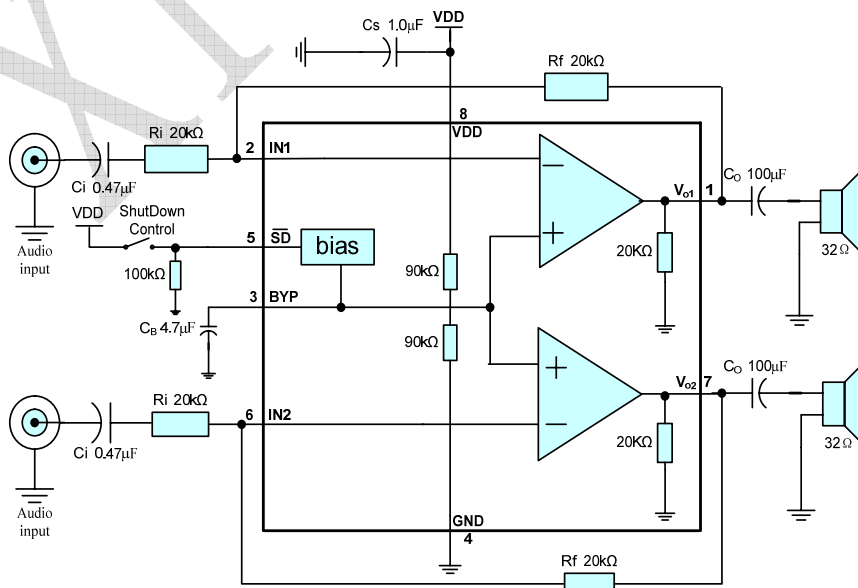


图1 XPT4809 典型应用电路

表1 外部组件功能描述

组件	功能描述
R <sub>i</sub>	反相输入电阻，连接 R <sub>f</sub> 建立闭环增益；与 C <sub>i</sub> 形成高通滤波器， $f_c=1/(2\pi R_i C_i)$
C <sub>i</sub>	输入耦合电容，阻止输入端直流电压，和 R <sub>i</sub> 形成高通滤波器
R <sub>f</sub>	反馈电阻，连接 R <sub>i</sub> 建立闭环增益
C <sub>s</sub>	电源旁路电容，提供电源滤波
C <sub>B</sub>	旁路引脚电容，提供电源中点滤波
C <sub>o</sub>	输出耦合电容，阻止输出端直流电压，与 R <sub>L</sub> 形成高通滤波器， $f_o=1/(2\pi R_L C_o)$

## 1.4 芯片的封装和引脚

### 1.4.1 MSOP 封装

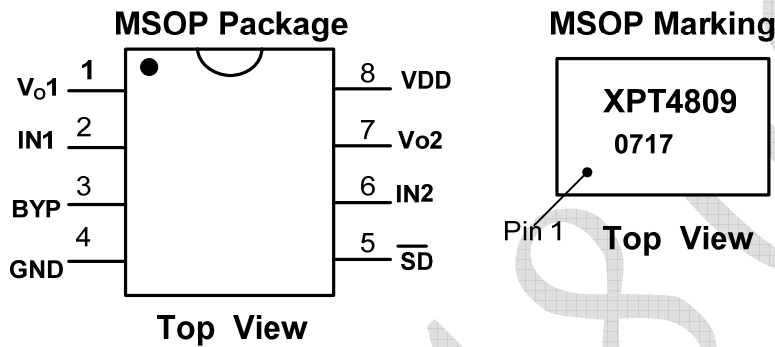


图2 XPT4809 的 MSOP 封装管脚

### 1.4.2 SOP 封装

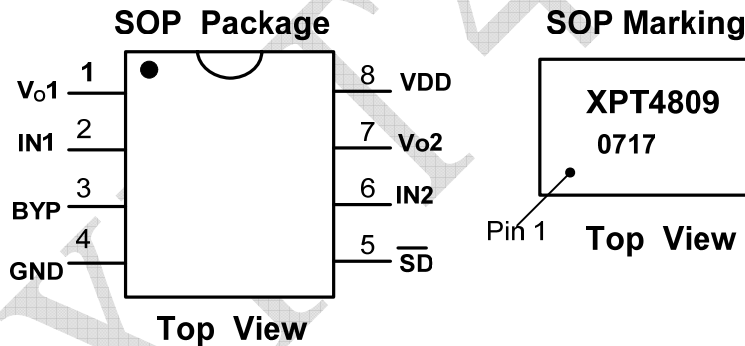


图3 XPT4809 的 SOP 封装管脚

### 1.4.3 LLP 封装(LD)

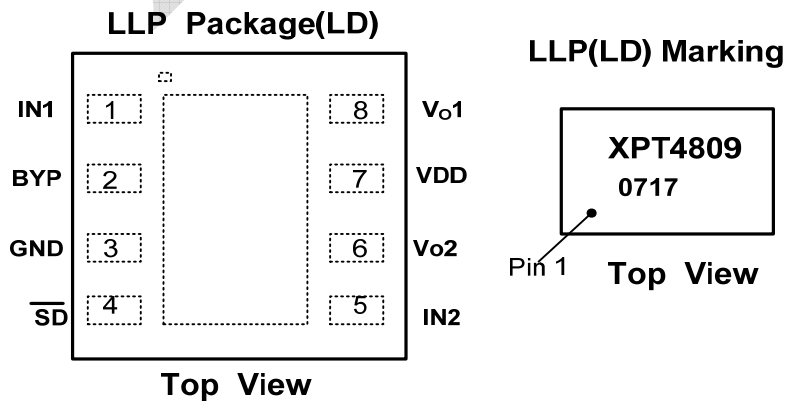


图4 XPT4809 的 LLP 封装 (LD)

## 1.4.4 LLP 封装(LQ)

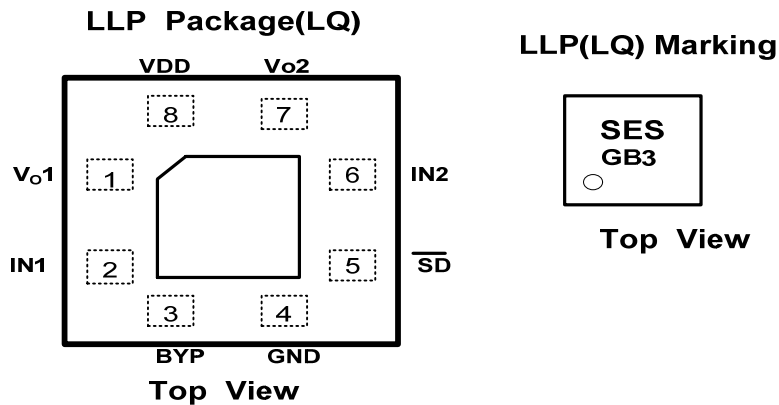


图5 XPT4809 的 LLP 封装 (LQ)

## 1.4.5 XPT4809 管脚描述

表2 XPT4809 管脚描述 (MSOP 封装)

管脚号	符号	描述
1	VO1	1 通道输出端
2	IN1	1 通道输入端
3	BYP	内部共模电压旁路电容。
4	GND	电源地
5	/SD	掉电控制管脚，控制逻辑如下：/SD=0:芯片掉电；/SD=1: 正常工作。
6	IN2	2 通道输入端
7	VO2	2 通道输出端
8	VDD	电源正极

## 2 芯片特性说明

### 2.1 芯片最大极限值

表3 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	
功耗			mW	内部限制
耐 ESD 电压 1	3500		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			°C/W	以下 6 项
$\theta_{JC}(\text{MSOP})$		56	°C/W	
$\theta_{JA}(\text{MSOP})$		210	°C/W	
$\theta_{JC}(\text{LLP})$		15	°C/W	
$\theta_{JA}(\text{LLP})$		150	°C/W	
$\theta_{JA}(\text{SOP})$		170	°C/W	
$\theta_{JC}(\text{SOP})$		35	°C/W	
焊接温度		215	°C	10 秒内



## 2.2 芯片数字逻辑特性

表4 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 <sub>IH</sub>	0.8V <sub>DD</sub>			V	
V <sub>IL</sub>		0.2V <sub>DD</sub>		V	
电源电压为 3.3V					
V <sub>IH</sub>	0.8 V <sub>DD</sub>			V	
V <sub>IL</sub>		0.2 V <sub>DD</sub>		V	
电源电压为 2.6V					
V <sub>IH</sub>	0.8 V <sub>DD</sub>			V	
V <sub>IL</sub>		0.2 V <sub>DD</sub>		V	

## 2.3 芯片性能指标特性

表5 芯片性能指标 1 (V<sub>DD</sub>=5.0V, T<sub>A</sub>=25°C)

符号	参数	测试条件	最小值	标准值	最大值	单位
I <sub>DD</sub>	电源静态电流	V <sub>IN</sub> =0V, I <sub>O</sub> =0A, 无负载		1.4	3	mA
I <sub>OFF</sub>	芯片掉电漏电流	V <sub>IN</sub> =0V, /SD=GND		0.4	2	μA
V <sub>OS</sub>	输出失调电压	V <sub>IN</sub> =0V,		4.0	50	mV
P <sub>O</sub>	输出功率, 16Ω	THD+N<0.1%, f=1KHz		105		mW
	输出功率, 32Ω	THD+N<0.1%, f=1KHz	65	70		mW
Crosstalk	通道分离度	PO=70mW, R <sub>L</sub> =32Ω;		70		dB
THD+N	总谐波失真+噪声	PO=50mW, f=1KHz; R <sub>L</sub> =32Ω; f=20Hz~20KHz		0.3		%
PSRR	电源电压抑制比	C <sub>B</sub> =1.0μF, V <sub>ripple</sub> = 200mV <sub>PP</sub> , 正弦波, f=1KHz, 输入接 50Ω 电阻	60	70		dB

表6 芯片性能指标 2 (V<sub>DD</sub>=3.3V, T<sub>A</sub>=25°C)

符号	参数	测试条件	最小值	标准值	最大值	单位
I <sub>DD</sub>	电源静态电流	V <sub>IN</sub> =0V, I <sub>O</sub> =0A, 无负载		1.1	3	mA
I <sub>OFF</sub>	芯片掉电漏电流	V <sub>IN</sub> =0V, /SD=GND		0.4	2	μA
V <sub>OS</sub>	输出失调电压	V <sub>IN</sub> =0V,		4.0	50	mV
P <sub>O</sub>	输出功率, 16Ω	THD+N<0.1%, f=1KHz		40		mW
	输出功率, 32Ω	THD+N<0.1%, f=1KHz		28		mW
Crosstalk	通道分离度	PO=70mW, R <sub>L</sub> =32Ω;		70		dB
THD+N	总谐波失真+噪声	PO=50mW, f=1KHz; R <sub>L</sub> =32Ω; f=20Hz~20KHz		0.4		%
PSRR	电源电压抑制比	C <sub>B</sub> =1.0μF, V <sub>ripple</sub> = 200mV <sub>PP</sub> , 正弦波, f=1KHz, 输入接 50Ω 电阻	60	70		dB

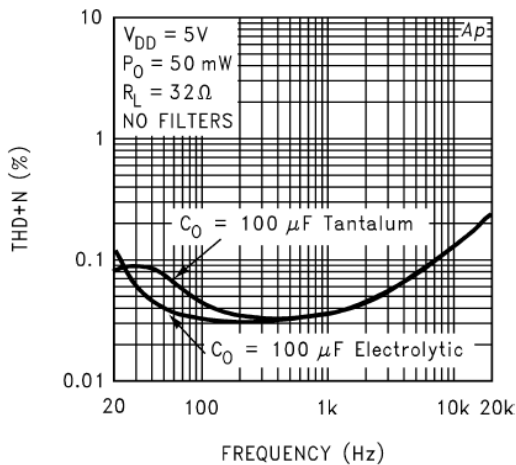


表7 芯片性能指标 3 ( $V_{DD}=2.6V$ ,  $T_A=25^{\circ}C$ )

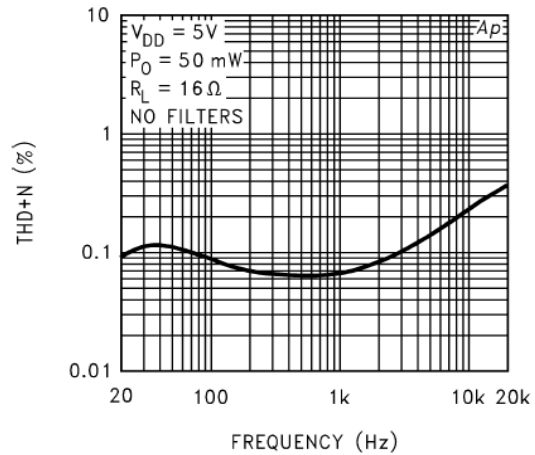
符号	参数	测试条件	最小值	标准值	最大值	单位
$I_{DD}$	电源静态电流	$V_{IN}=0V$ , $I_O=0A$ , 无负载		0.9	3	mA
$I_{OFF}$	芯片掉电漏电流	$V_{IN}=0V$ , $/SD=GND$		0.2	2	$\mu A$
$V_{OS}$	输出失调电压	$V_{IN}=0V$ ,		4.0	50	mV
$P_O$	输出功率, 16 $\Omega$	THD+N<0.1%, f=1KHz		20		mW
	输出功率, 32 $\Omega$	THD+N<0.1%, f=1KHz	65	16		mW
Crosstalk	通道分离度	$P_O=70mW$ , $R_L=32\Omega$ ;		70		dB
THD+N	总谐波失真+噪声	$P_O=50mW$ , f=1KHz; $R_L=32\Omega$ ; f=20Hz~20KHz		0.6		%
PSRR	电源电压抑制比	$C_B=1.0\mu F$ , $V_{ripple}=200mV_{pp}$ , 正弦波, f=1KHz, 输入接 50 $\Omega$ 电阻	60	70		dB

## 2.4 XPT4809 的典型参考特性

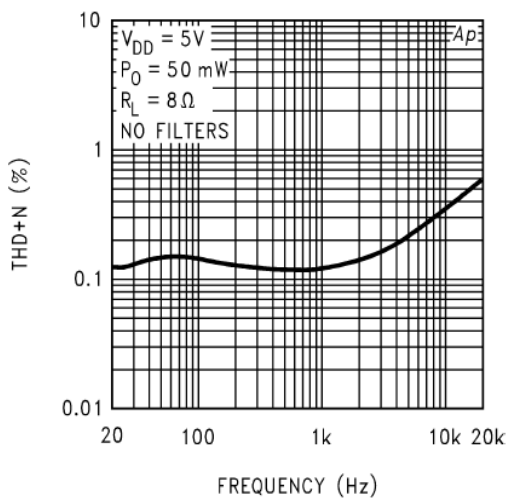
THD+N vs Frequency



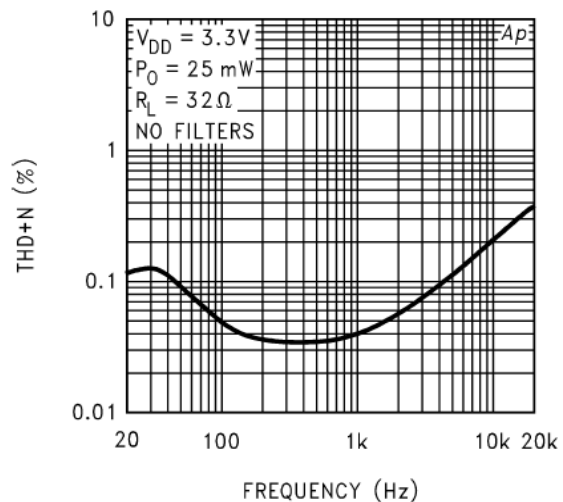
THD+N vs Frequency



THD+N vs Frequency



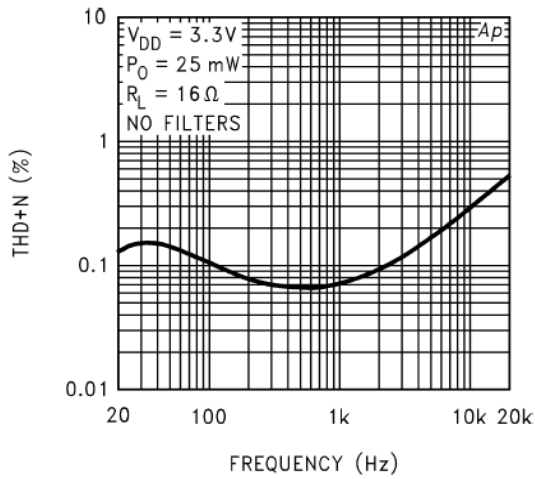
THD+N vs Frequency



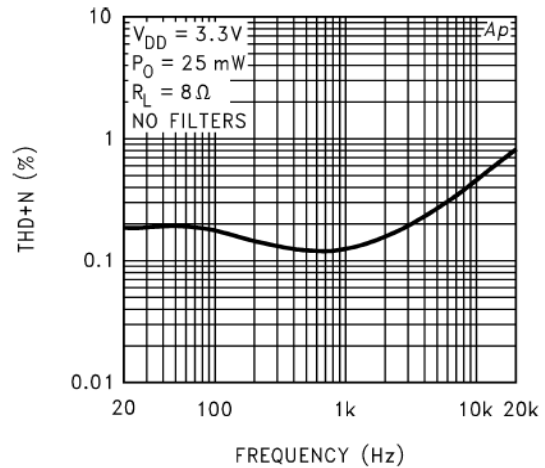




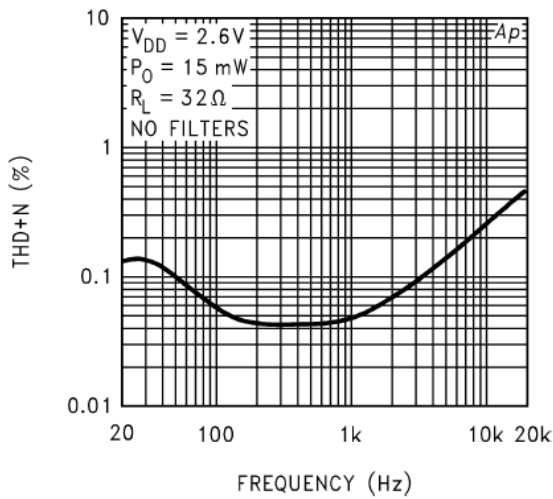
THD+N vs Frequency



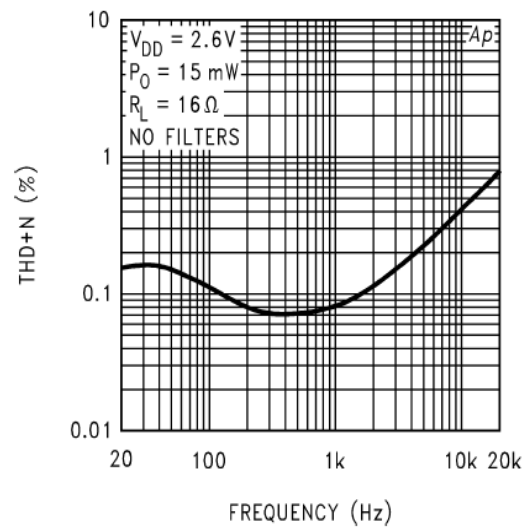
THD+N vs Frequency



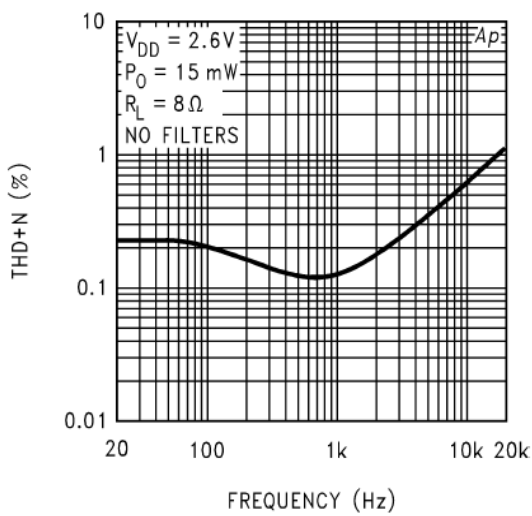
THD+N vs Frequency



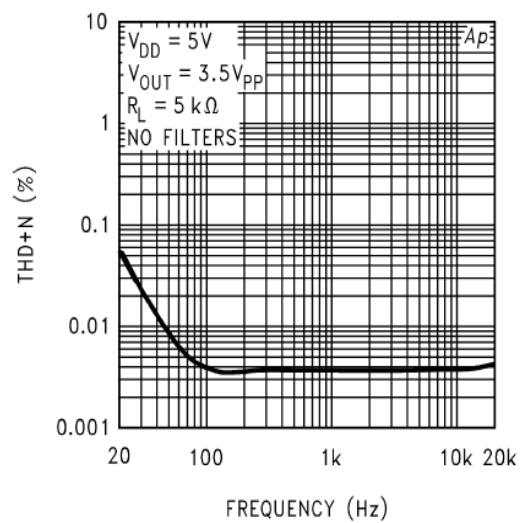
THD+N vs Frequency



THD+N vs Frequency

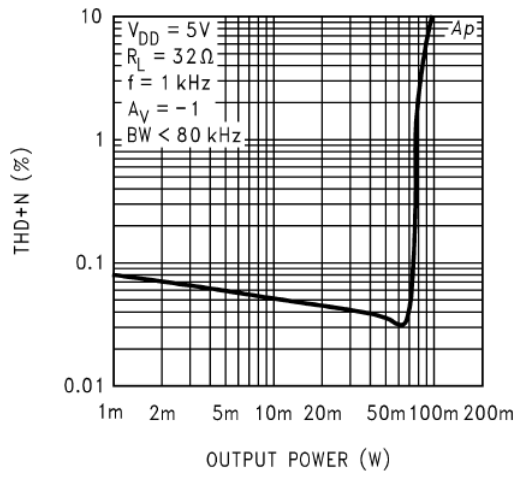


THD+N vs Frequency

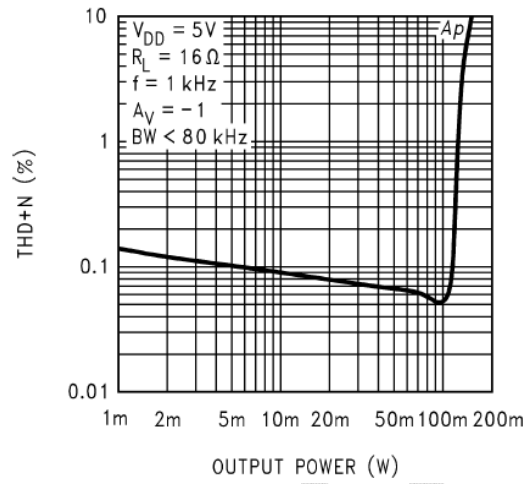




THD+N vs Output Power



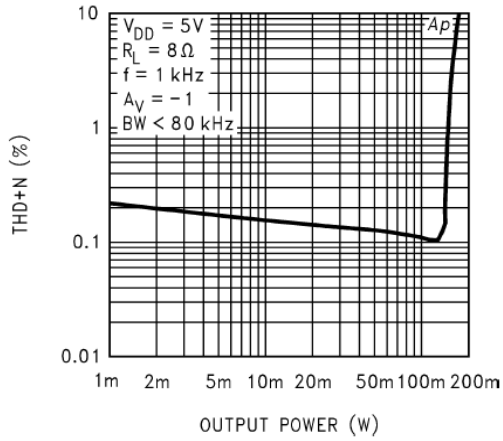
THD+N vs Output Power



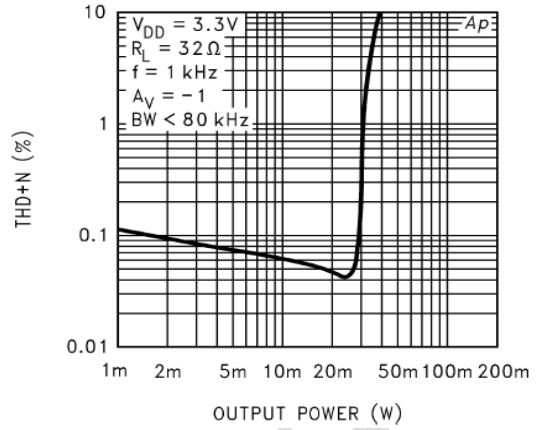
XPT4809



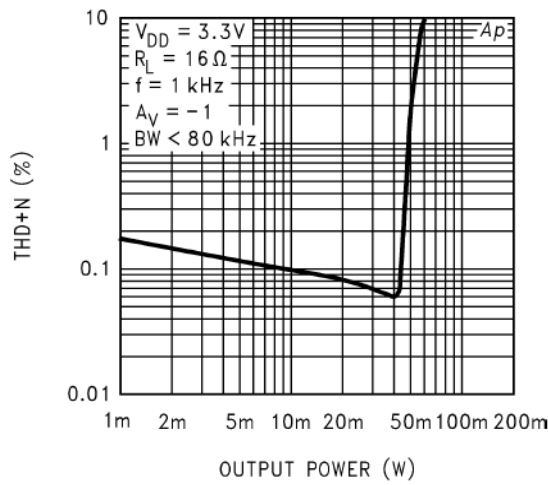
THD+N vs Output Power



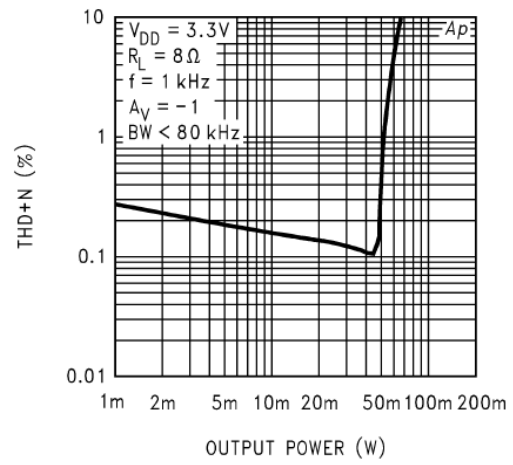
THD+N vs Output Power



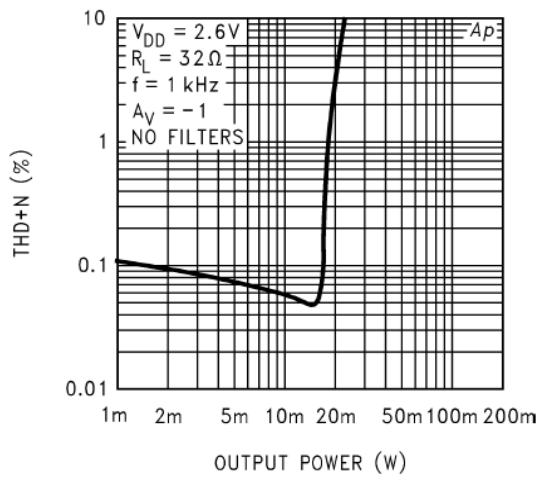
THD+N vs Output Power



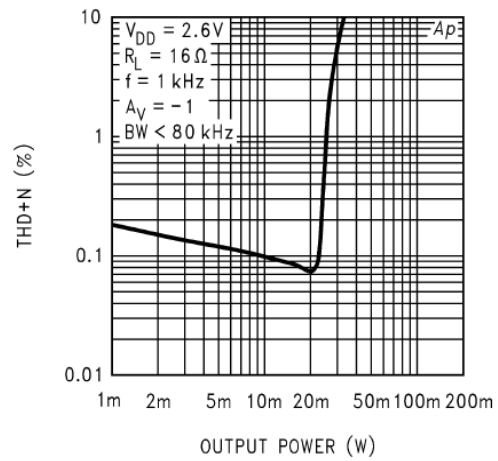
THD+N vs Output Power



THD+N vs Output Power

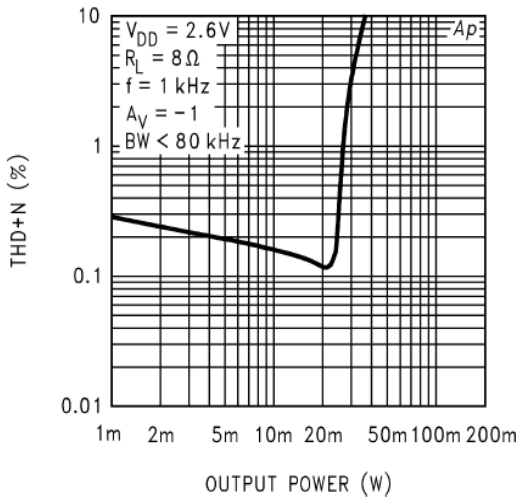


THD+N vs Output Power

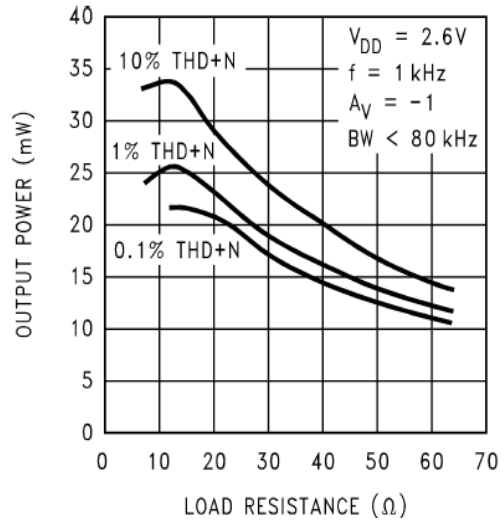




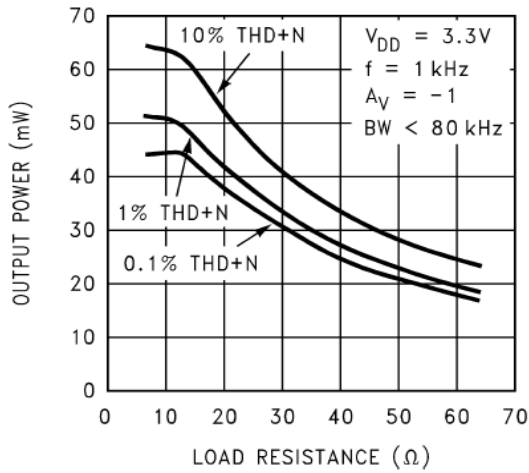
THD+N vs Output Power



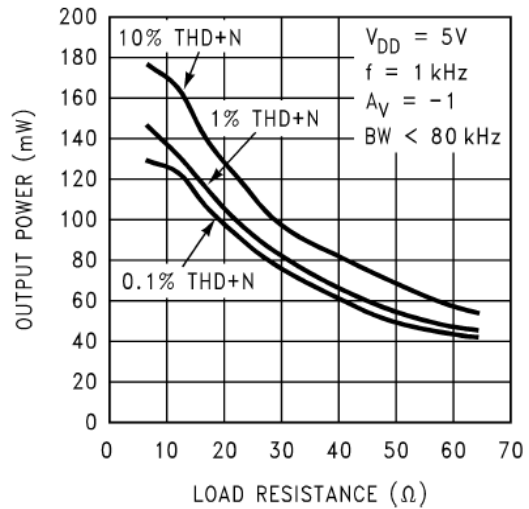
Output Power vs Load Resistance



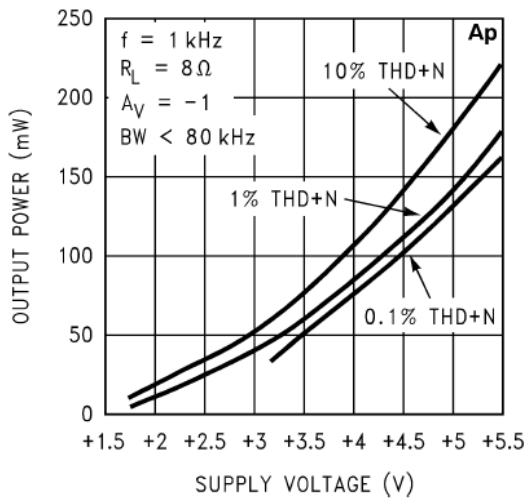
Output Power vs Load Resistance



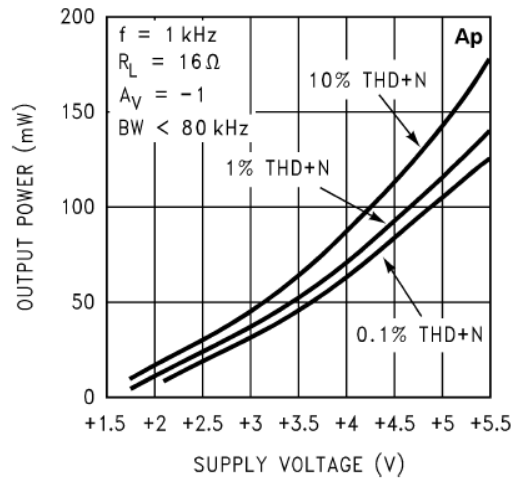
Output Power vs Load Resistance



Output Power vs Supply Voltage

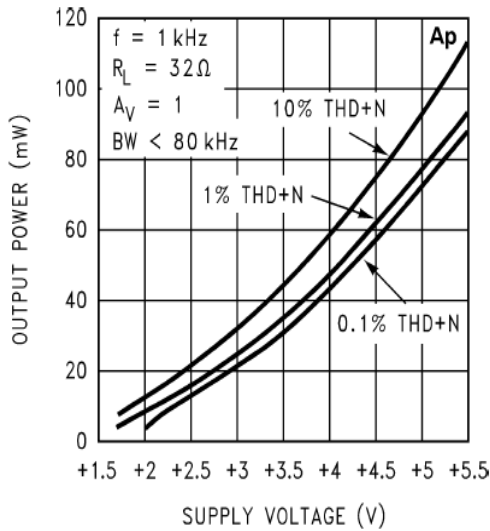


Output Power vs Power Supply

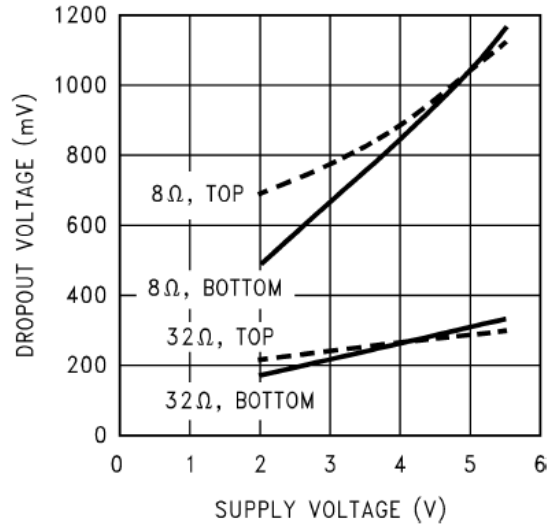




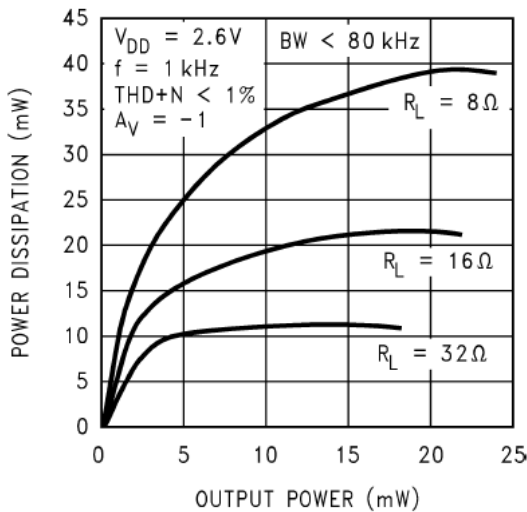
**Output Power vs Power Supply**



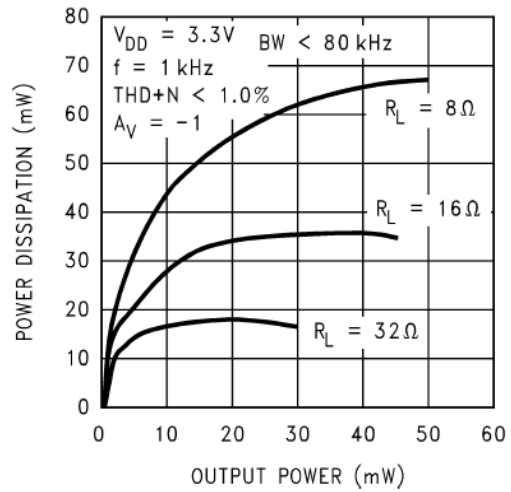
**Dropout Voltage vs Supply Voltage**



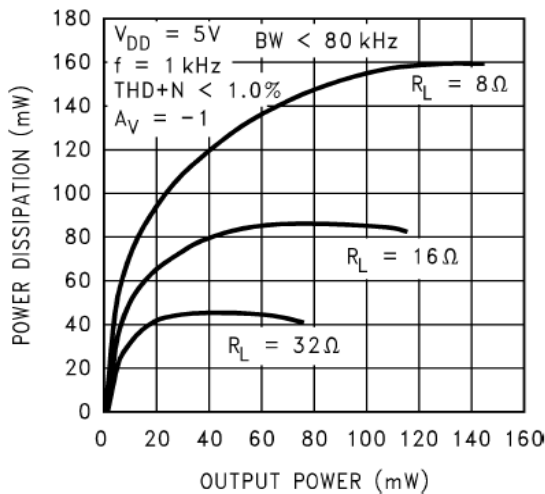
**Power Dissipation vs Output Power**



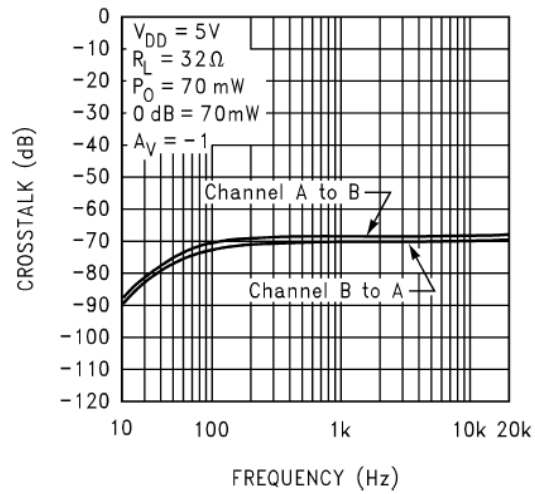
**Power Dissipation vs Output Power**



**Power Dissipation vs Output Power**

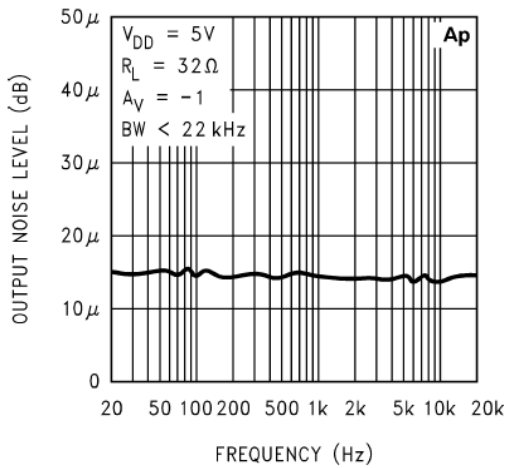


**Channel Separation**

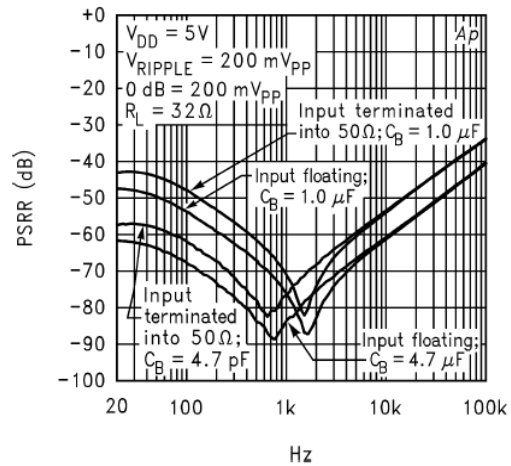




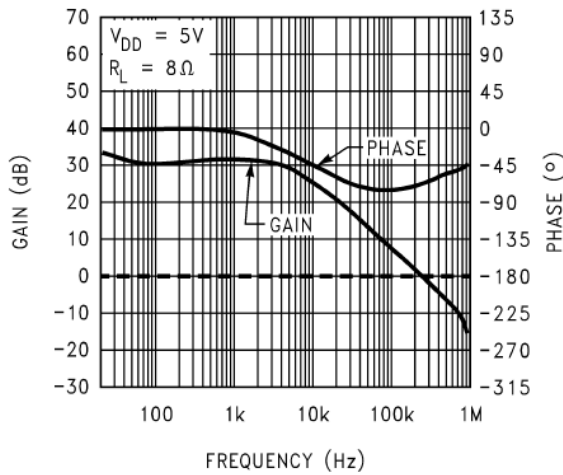
Noise Floor



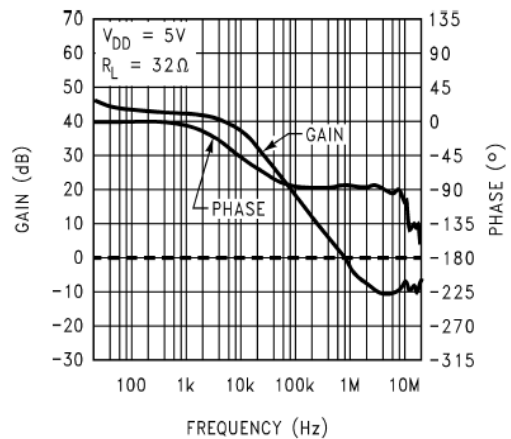
Power Supply Rejection Ratio



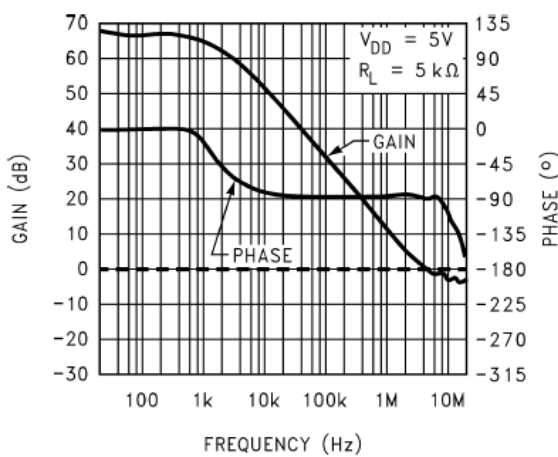
Open Loop Frequency Response



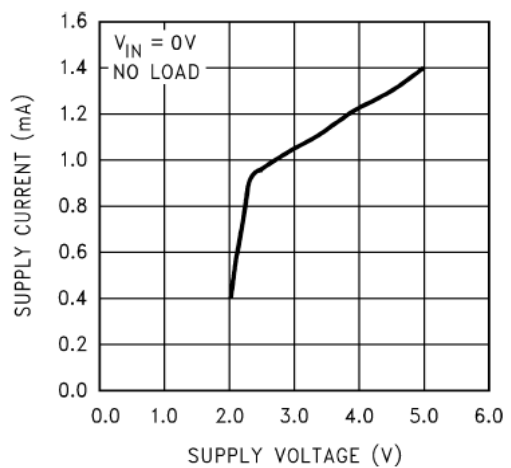
Open Loop Frequency Response



Open Loop Frequency Response



Supply Current vs Supply Voltage



### 3 XPT4809 应用说明

#### 3.1 低功耗关断功能

为了降低非工作期间的功耗，XPT4809 用一个关断引脚从外部关断运放的偏置电路。当一个逻辑低电平加在关断引脚上时，关断功能块就会将运放关掉。逻辑低和逻辑高电平的触发点通常是电源中点。在地和电源之间的关断最好能够最大限度的满足器件的性能要求。

将关断引脚/SD 切换到 GND 时，XPT4809 电源电流在关断模式下将被最小化。当器件被关断且关断引脚电压大于  $0.2V_{DD}$  时，关断电流可能比典型值  $0.4\mu A$  更大。另外，关断引脚应该连接到一个确定的电位上，因为关断引脚悬空可能导致放大器工作的不可预测。

在许多应用中，用一个微控制器或者微处理器用来控制关断电路，以使电路迅速、平滑的转向关断状态。另外一种方法是使用一个带外部上拉电阻的单刀单掷开关，当开关闭合时，引脚/SD 被连接到地而禁止放大器工作；如果开关不闭合，外部的上拉电阻将使能 XPT4809。这种方案确保关断引脚不会被悬空，以避免不可预测的状态变化。

#### 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结温高于  $T_{J\text{MAX}}$  ( $150^\circ\text{C}$ )，根据芯片的热阻  $\Theta_{JA}$  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  $10\mu F$  的电解电容并上  $0.1\mu F$  的陶瓷电容。

在 XPT4809 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。具体要求请参考后面的旁路电容选择部分。

#### 3.4 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 XPT4809 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。

XPT4809 整体增益稳定，为设计者提供了最大灵活性。XPT4809 应该用于低增益配置中以最小化 THD+N 的值、最小化信噪比。低增益配置需要大的输入信号来获取给定的输出功率，来自诸如音频编解码器的输入信号需要等于或者大于  $1V_{\text{rms}}$ 。参考音频功率放大器设计一节以获得正确增益选择的更多完整解释。

除增益之外，一个主要的设计考虑是放大器的闭环带宽，对于一个大范围而言，通过选择图 1 中的外部元件确定带宽。输入耦合电容  $C_i$  和输出耦合电容  $C_o$  形成第一级高通滤波器，这限制了低频响应。这些值应该基于频率响应的需要进行选择。



XPT4809 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CODEC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，

### 3.5 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。

除了系统的成本和尺寸外，噪声性能被输入耦合电容大小影响，一个大的输入耦合电容需要更多的电荷以达到静态直流电压（通常为电源中点电压即  $1/2V_{DD}$ ），这些电荷来自于反馈的输出，往往在器件使能时产生噪声。因此，基于所需要的低频响应的基础上最小化输入电容，开启噪声能够被最小化。

除了最小化输入输出电容尺寸，旁路电容的尺寸也应该详细考虑。旁路电容  $C_B$  是最小化开启噪声的最要的元器件，它决定了 XPT4809 开启的快慢，XPT4809 的输出达到静态直流电压（通常为电源中点电压即  $1/2V_{DD}$ ）的过程越缓慢（见表 8），开启噪声越小。选择  $1.0\mu F$  的  $C_B$  和一个小的  $C_i$ （在  $0.1\mu F \sim 0.39\mu F$ ）将实现实质上没有噪声的关断功能。在器件功能正常（没有振荡或者噼啪声）且  $C_B$  为  $0.1\mu F$  时，器件会更多的受到开启噪声的影响。因此，在所有的除了最高成本敏感的设计中推荐使用  $1.0\mu F$  或者更大的  $C_B$ 。

表8 芯片启动时间与  $C_B$  值的关系

$C_B$	$T_{ON}$
$0.1 \mu F$	80ms
$0.22 \mu F$	170ms
$0.33 \mu F$	270ms
$0.47 \mu F$	370ms
$0.68 \mu F$	490ms
$1.0 \mu F$	920ms
$2.2 \mu F$	1.8sec
$3.3 \mu F$	2.8sec
$4.7 \mu F$	3.4sec
$10 \mu F$	7.7sec

### 3.6 设计参考实例

设计一个双 70mW/32  $\Omega$  的音频放大器

#### 3.6.1 设计规格

- 输出功率 70mW<sub>rms</sub>
- 负载阻抗 32  $\Omega$
- 输入电平  $1V_{rms}$ （最大值）
- 输入电阻 20K $\Omega$
- 带宽 100Hz~20KHz+/-0.25dB

##### 3.6.1.1 首先确定最小工作电压

根据 XPT4809 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 70mW 的功率而不失真。

##### 3.6.1.2 考虑自身功耗

参考前面的芯片功耗说明。



### 3.6.1.3 确定电压增益

要求 $A_{VD}$ 大于 $\text{SQRT}(P_O \times R_L) / V_{IN}$ , 即 $V_{\text{orms}}/V_{\text{inrms}}$ , 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 $R_i=20\text{K}\Omega$ ,  $R_f=30\text{K}\Omega$ 。

### 3.6.1.4 最后根据带宽要求来确定输入电容

根据带宽要求: 必须用一对-3dB 频率点来表示, 在距离通频带下-3dB 点 5 倍远处是 0.17dB。Ri 与 Ci、Co 与 RL 构成第一级高通滤波器。因此为获得希望的 $\pm 0.5\text{dB}$  衰减的 100Hz 低频响应的频率, 两个极点都必须加以考虑。两个相同频率的单级滤波器的组成了第二级的响应。这会起一个信号, 这个信号在距离单级滤波器-3dB 点五倍远处下降 0.34dB。因此, 一个 20Hz 的频率被用在下列方程中以确保响应比 100Hz 下的 0.5dB 衰减的情况好。

$$C_i \geq 1/(2\pi * 20\text{K}\Omega * 20\text{Hz}) = 0.397\mu\text{F}; \text{取 } 0.39\mu\text{F}$$

$$C_o \geq 1/(2\pi * 32\Omega * 20\text{Hz}) = 249\mu\text{F}; \text{取 } 330\mu\text{F}$$

高频极点是由所需的高频极点 $f_H$ 和闭环增益 $A_V$ 的乘积所决定的。如果闭环增益 $A_V=1.5$ 且 $f_H=100\text{kHz}$ , 那么则 $\text{GBWP}=150\text{kHz}$ , 它远小于 XPT4809 的 2.5MHz 的 GBWP。这表明如果设计者需要高端设计一个更高增益的放大器, 则 XPT4809 仍可使用而不受带宽范围的限制。

## 4 芯片的封装尺寸

如没特别提示, 所有尺寸标注均为: 英寸 (毫米)。

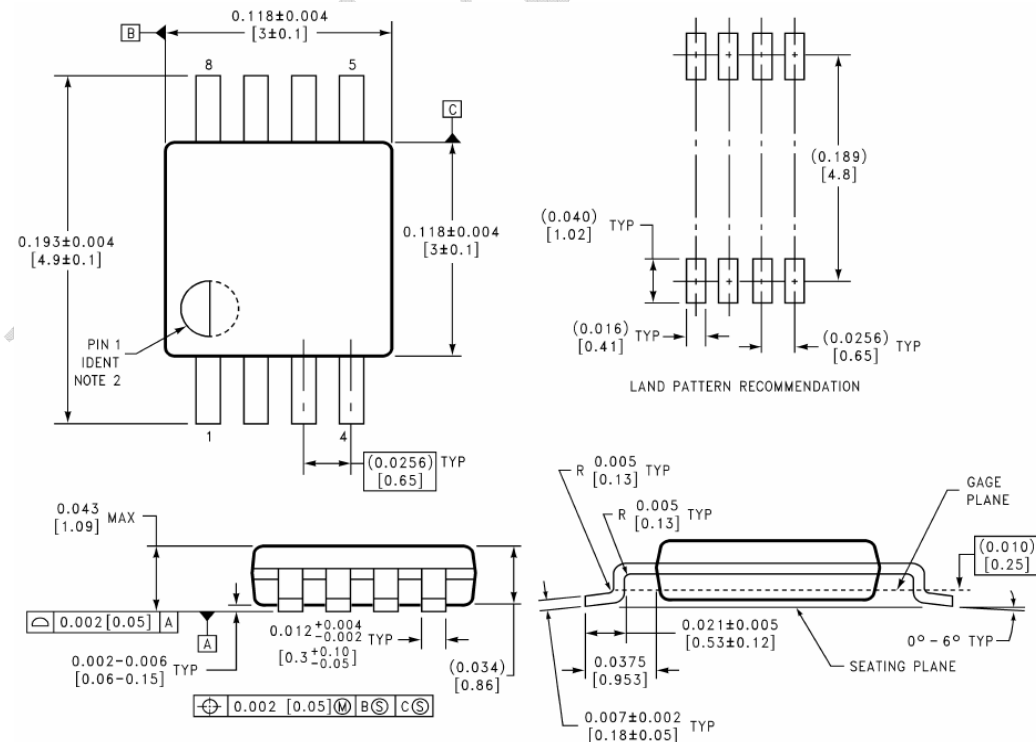


图6 MSOP 封装尺寸图

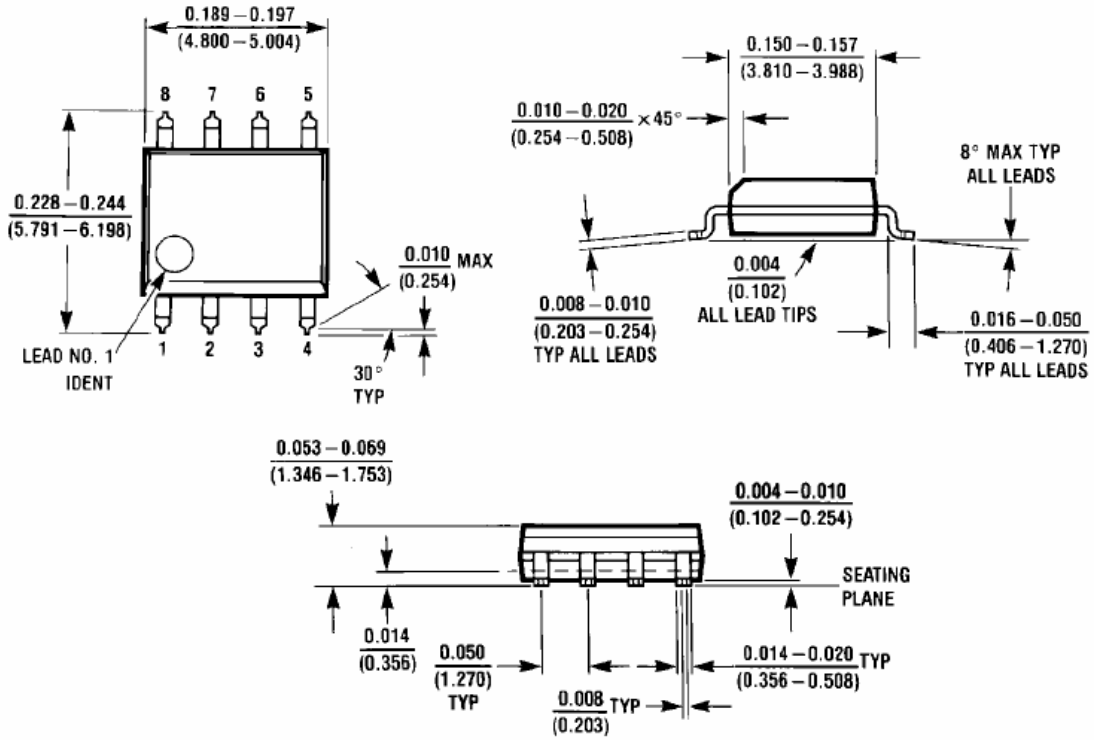


图7 SOP封装尺寸图

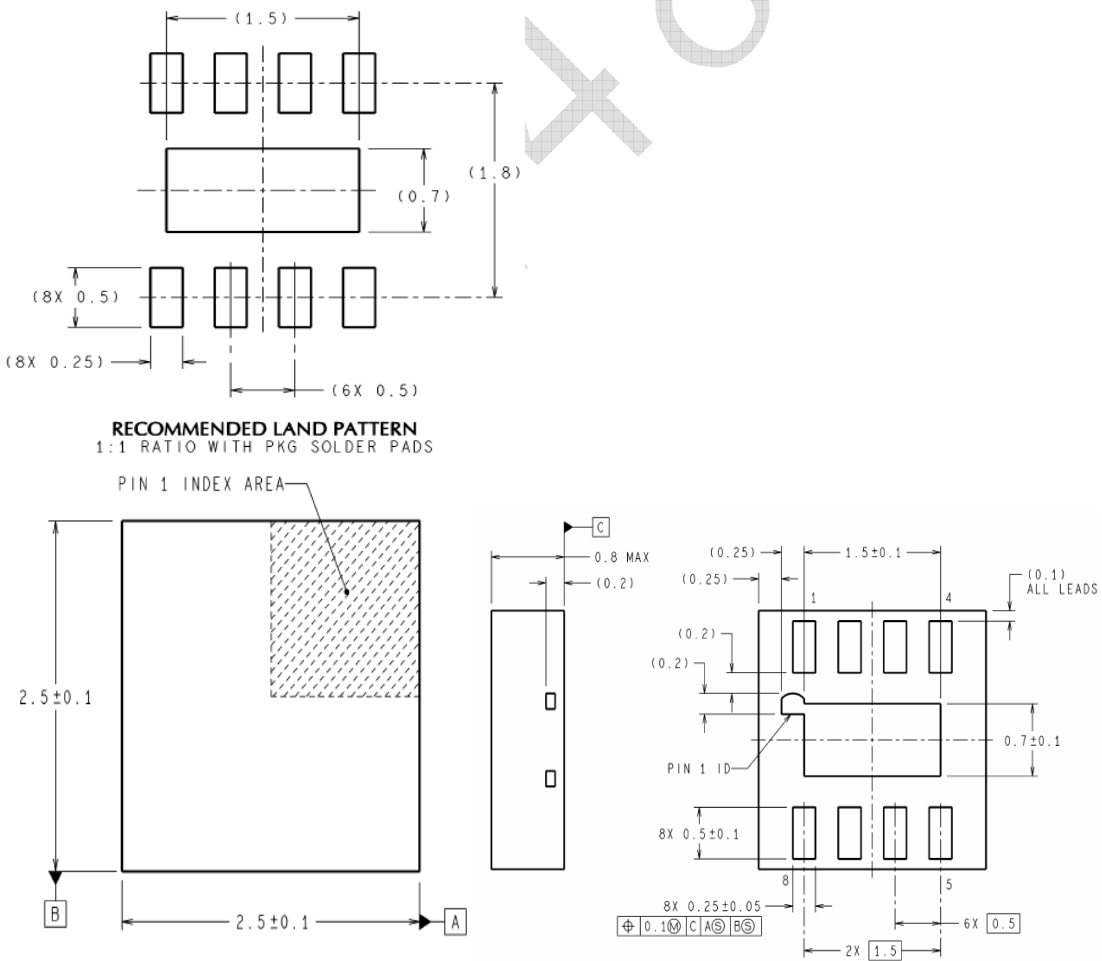


图8 LLP封装(LD)尺寸图

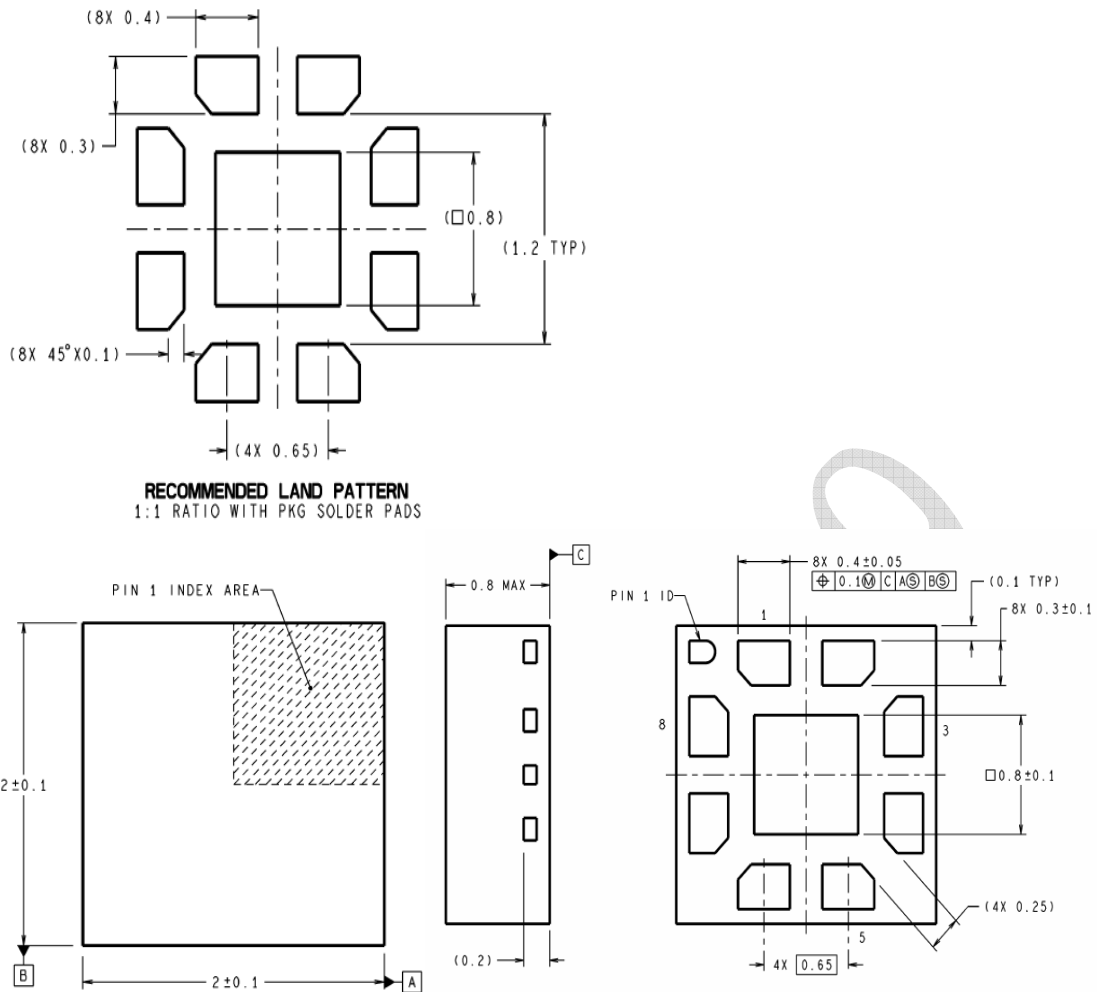


图9 LLP封装(LQ)尺寸图

## 5 XPT4809 典型应用电路

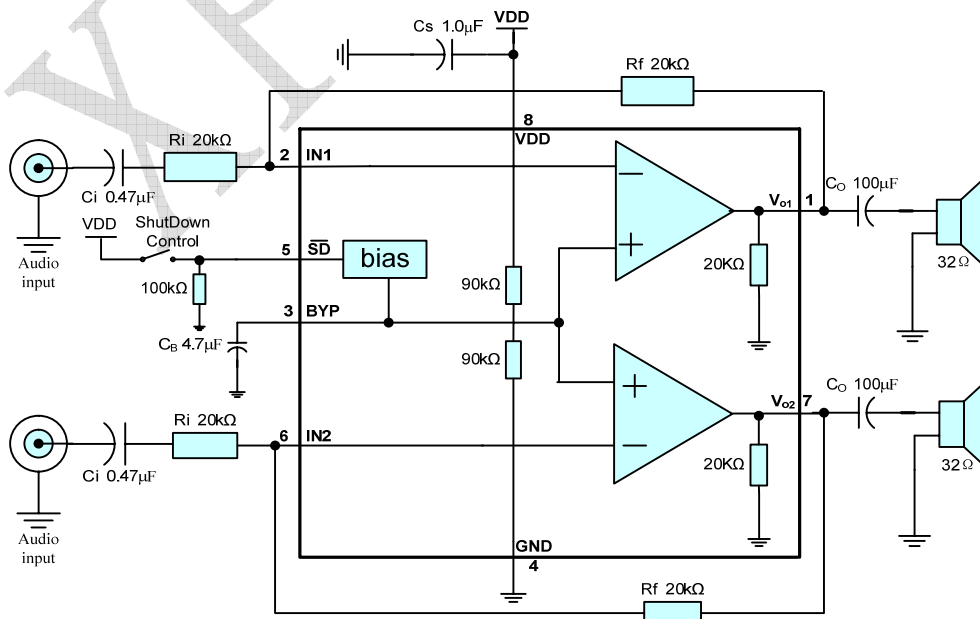


图10 PCB板参考设计原理图