



3W双声道立体声音频功率放大器

概述

HXJ9006 是一款双路 AB 类桥式音频功率放大器。5V 工作电压时,最大驱动功率为 3W (4Ω 负载, THD<10%), 音频范围内总谐波失真噪声小于 1% (20Hz~20KHz);应用电路简单, 只需极少数外围器件。输出不需要外接耦合电容或上举电容和缓冲网络。采用 SOP16 封装, 特别适合用于小音量、小体重的便携系统。HXJ9006 可以通过控制进入休眠模式, 从而减少功耗。内部具有过热自动关断保护机制。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。

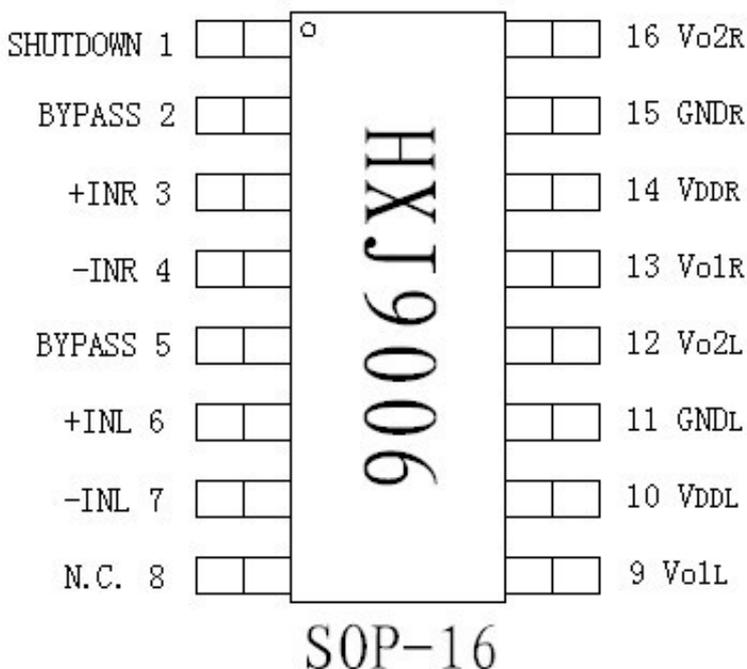
功能特性

- 最大驱动功率为 3W (4Ω 负载, THD<10%)
- 掉电模式漏电流小: 0.6uA (典型)
- 采用 SOP16 封装
- 外部增益可调
- 宽工作电压范围 2.0V—6.5V
- 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

应用领域

- 手提电脑
- 台式电脑
- 低压音响系统

引脚分布





3W双声道立体声音频功率放大器

管脚描述

管脚号	符号	描述
1	SHUTDOWN	掉电控制管脚，高电平有效，
2	BYPASS	右通道内部共模电压旁路电容
3	+INR	右通道模拟输入端，正相
4	-INR	右通道模拟输入端，反相
5	BYPASS	左通道内部共模电压旁路电容
6	+INL	左通道模拟输入端，正相
7	-INL	左通道模拟输入端，反相
8	N.C.	NC
9	VO1L	左 通道模拟输出端 1
10	VDDL	左通道电源正
11	GNDL	左通道电源地
12	VO2L	左通道模拟输出端 2
13	VO1R	右通道模拟输出端 1
14	VDDR	右通道电源正
15	GNDR	右通道电源地
16	VO2R	右通道模拟输出端 2

最大极限值

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
结温	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



3W双声道立体声音频功率放大器

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	

性能指标特性

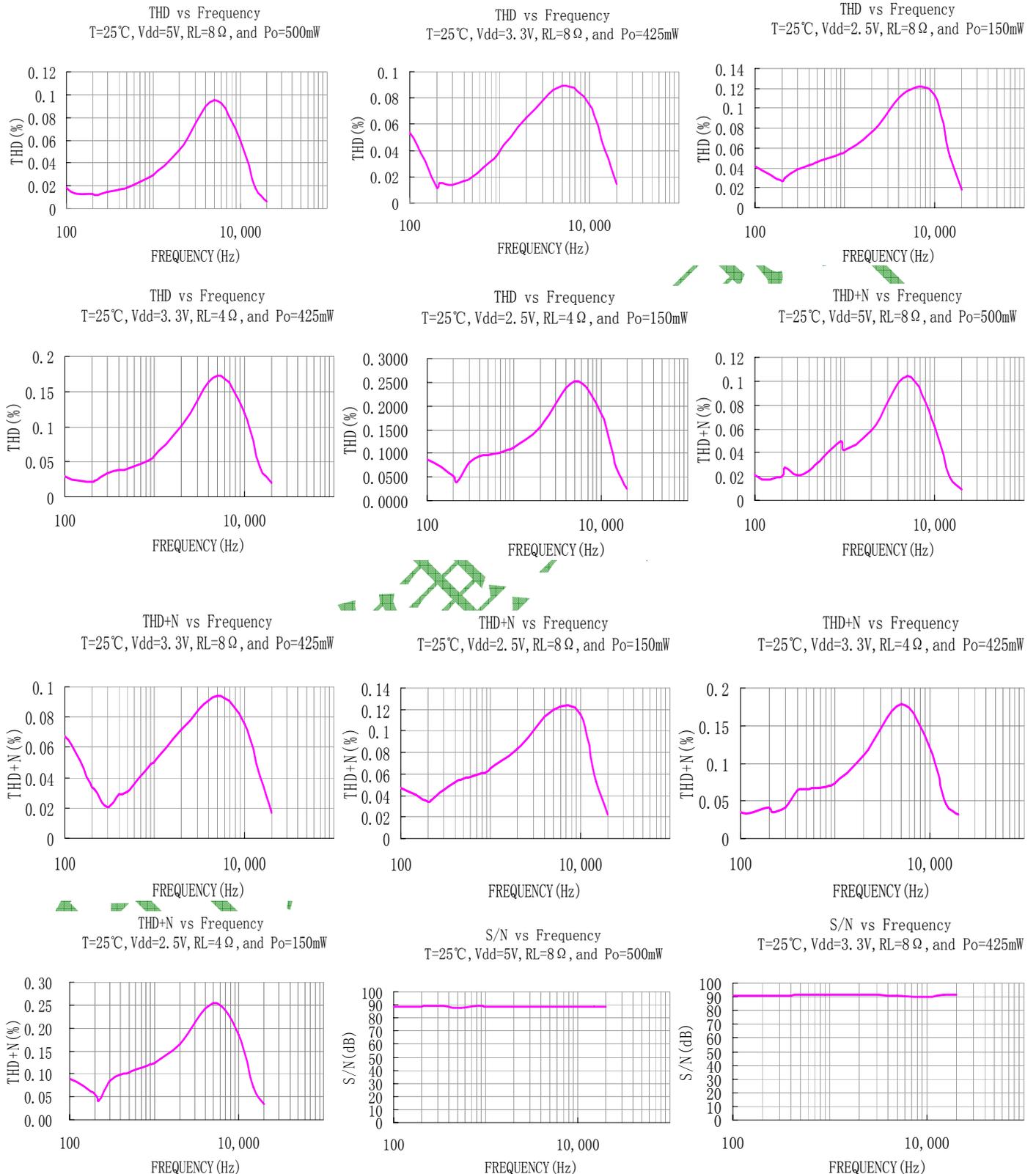
符号	参数	测试条件	最小值	标准值	最大值	单位
V _{DD}	电源电压		2.0		5.5	V
I _{DD}	电源静态电流	V _{IN} =0V, I _O =0A,		6	10	mA
I _{SD}	关断漏电流			0.8	2	μA
V _{OS}	输出失调电压			5.7	50	mV
R _O	输出电阻		7	8.5	10	KΩ
P _O	输出功率	THD=1%, f=1KHz LLP封装, R _L =3Ω LLP封装, R _L =4Ω 其他封装, R _L =8Ω		2.35 2 1.2		W
		THD+N=10%, f=1KHz LLP封装, R _L =3Ω LLP封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



3W双声道立体声音频功率放大器

典型参考特性

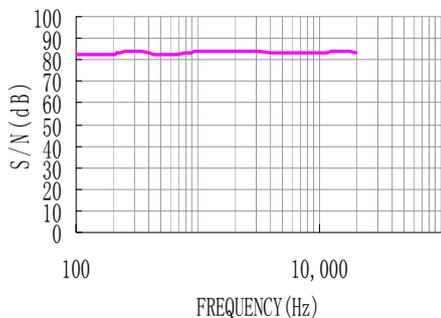
总谐波失真 (THD), 失真+噪声 (THD+N), 信噪比 (S/N)



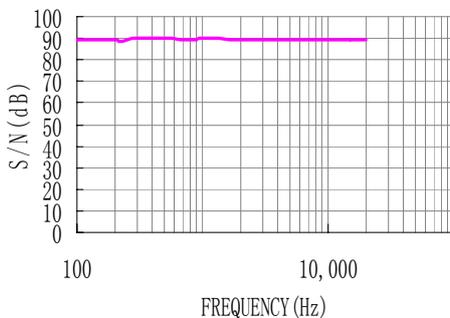


3W双声道立体声音频功率放大器

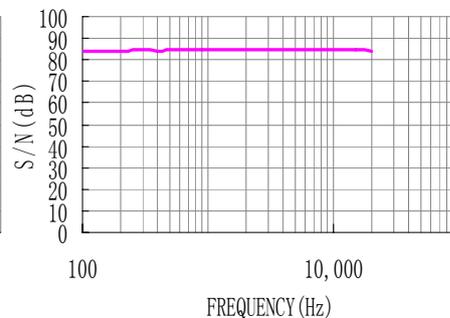
S/N vs Frequency
T=25°C, Vdd=2.5V, RL=8Ω, and Po=150mW



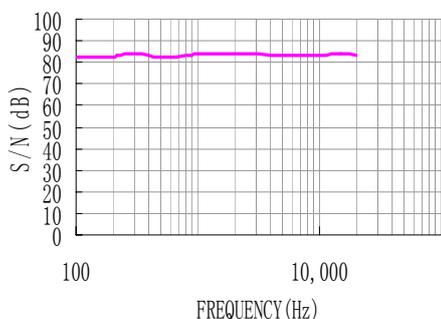
S/N vs Frequency
T=25°C, Vdd=3.3V, RL=4Ω, and Po=425mW



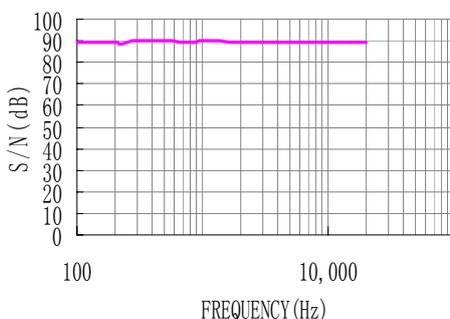
S/N vs Frequency
T=25°C, Vdd=2.5V, RL=4Ω, and Po=150mW



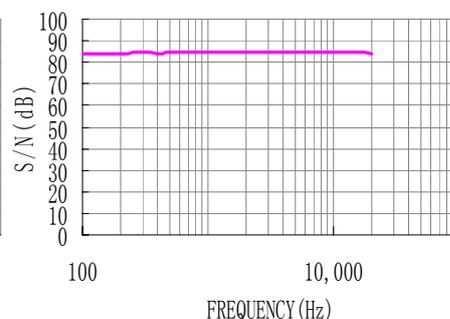
S/N vs Frequency
T=25°C, Vdd=2.5V, RL=8Ω, and Po=150mW



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

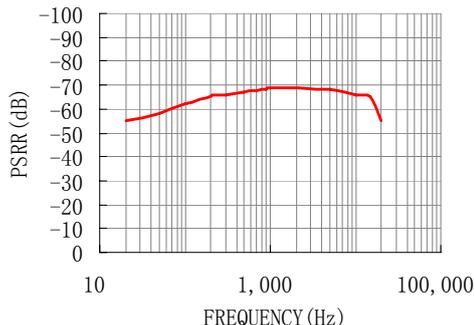


S/N vs Frequency
T=25°C, Vdd=2.5V, RL=4Ω, and Po=150mW

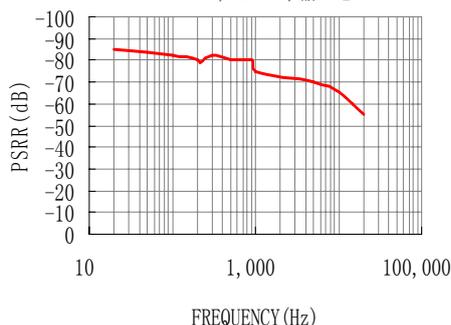


电源电压抑制比

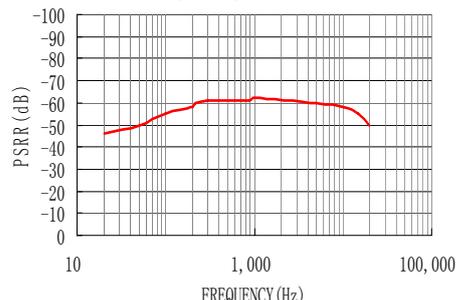
PSRR vs Frequency
VDD=5V, RL=8Ω, 输入接10Ω电阻



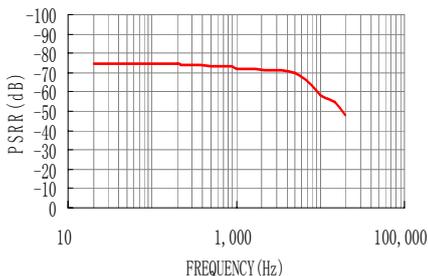
PSRR vs Frequency
VDD=5V, RL=8Ω, 输入悬空



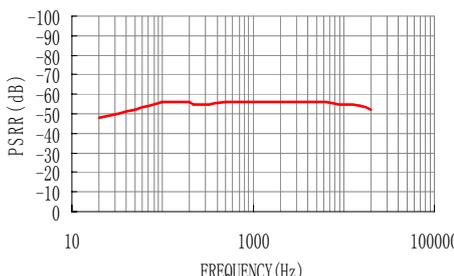
PSRR vs Frequency
VDD=3.3V, RL=8Ω, 输入接10Ω电阻



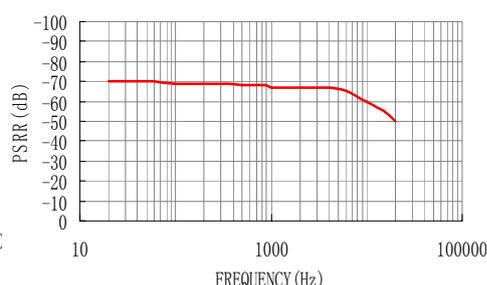
PSRR vs Frequency
VDD=3.3V, RL=8Ω, 输入悬空



PSRR vs Frequency
VDD=2.5V, RL=8Ω, 输入接10Ω电阻

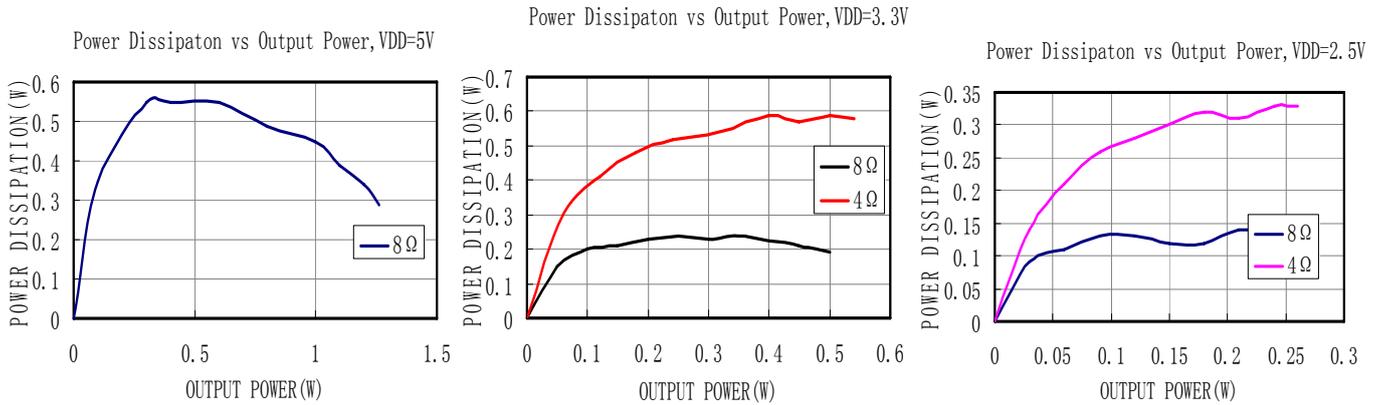


PSRR vs Frequency
VDD=2.5V, RL=8Ω, 输入悬空

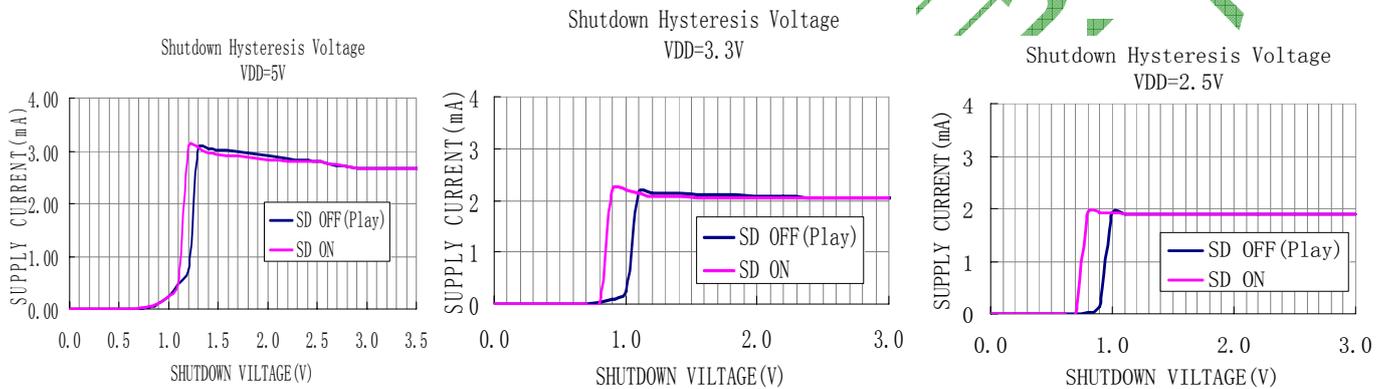
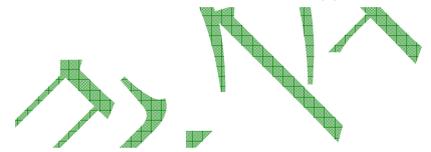




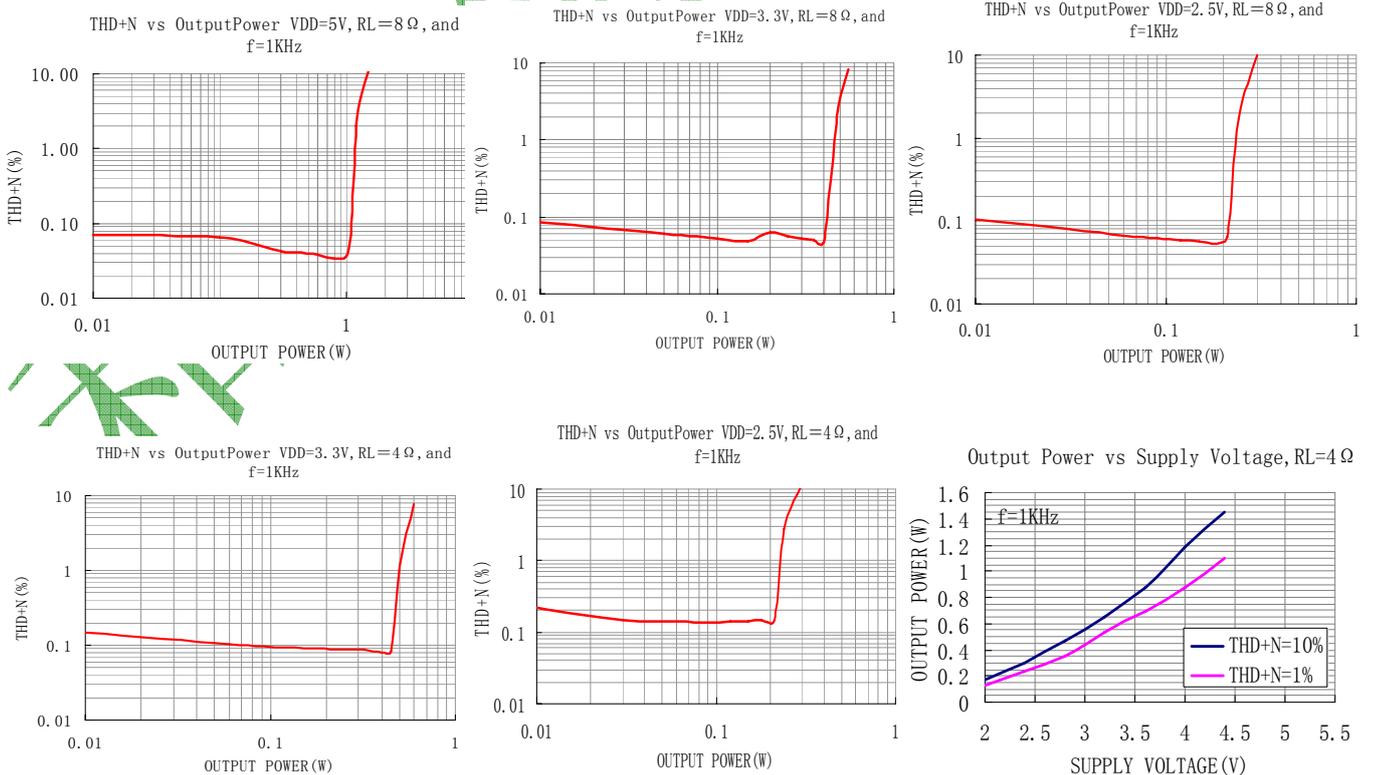
3W双声道立体声音频功率放大器



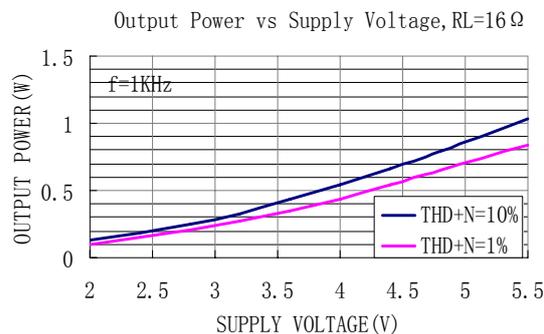
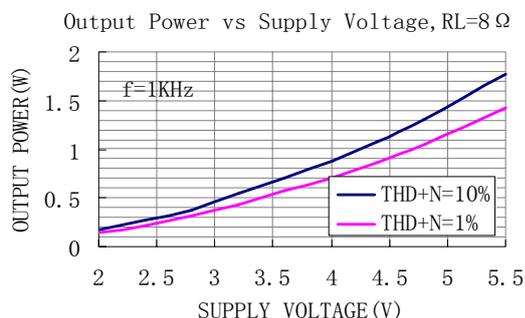
关断滞回



输出功率



3W双声道立体声音频功率放大器



应用说明

HXJ9006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_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。

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：

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

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°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10uF的电解电容并上0.1uF的陶瓷电容。在HXJ9006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0.1uF~1uF的陶瓷电容。

掉电模式

为了省电，在不使用放大器时，可以关闭放大器，HXJ9006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，达不到省电目的。

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HXJ9006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。HXJ9006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，



3W双声道立体声音频功率放大器

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 $C_B=1\mu F$ ， $C_i=0.1\mu F\sim 0.39\mu F$ ，可以满足系统的性能。

设计参考实例

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	$20K\Omega$
带宽	$100Hz\sim 20KHz\pm 0.25dB$

最小工作电压

根据 HXJ9006 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 2.6W 的功率而不失真。选择电压后，然后考虑功耗的问题。

电压增益

要求 A_{VD} 大于 $\sqrt{P_O \times R_L} / V_{IN}$ ，即 V_{orms} / V_{irms} ，而 $R_f / R_i = AVD/2$ ，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 $R_i=20K\Omega$ ， $R_f=30K\Omega$ 。

根据带宽要求确定输入电容

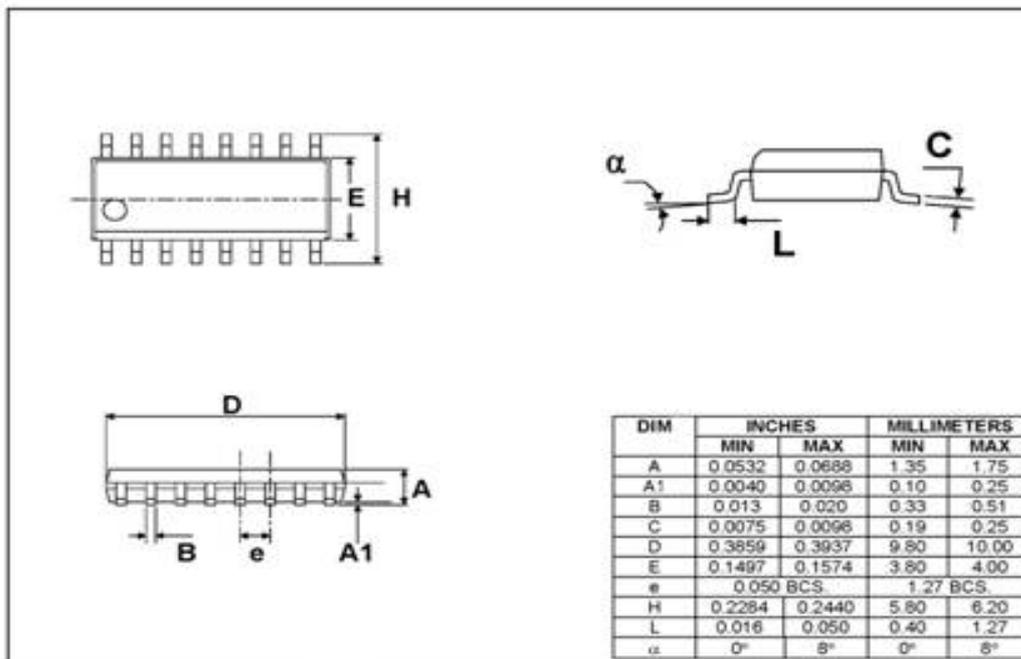
输入低频的 -3dB 带宽为 100Hz, 1/5 低频点低于 -3dB 约 0.17dB 及 5 倍高频点), 在规格要求以内, 取 $f_L=20Hz$, $f_H=100KHz$, 因此可得 C_i 约 0.39uF。高频点 f_H 由放大器的 GBW 决定, 至少要求 GBW 大于 $A_{VD} \times f_H=300KHz$, 远小于 HXJ9006 的 2.5MHz。

注意事项

HXJ9006 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。

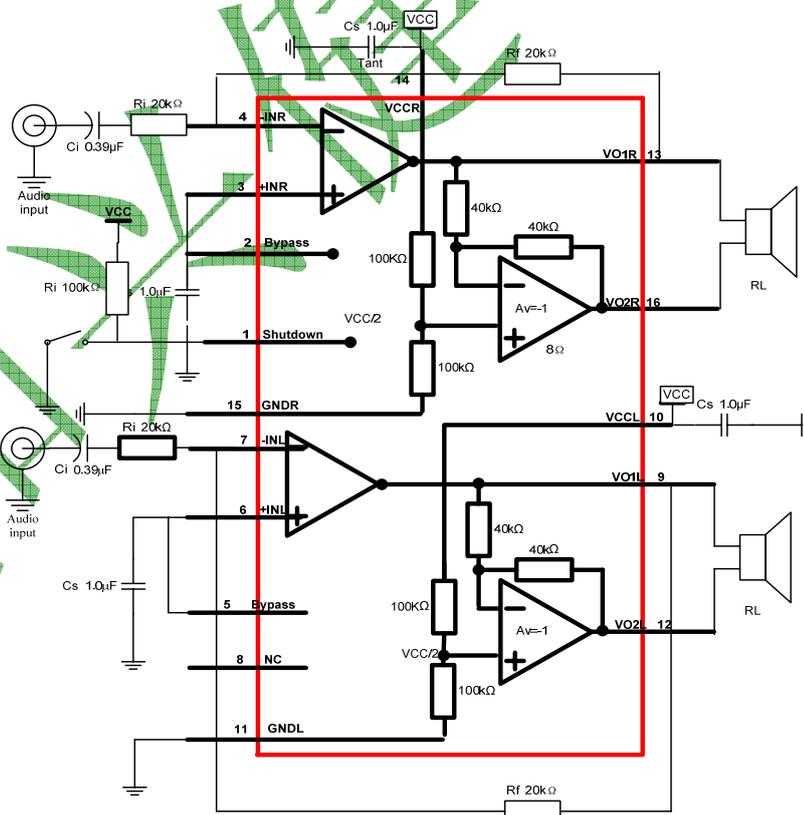
3W双声道立体声音频功率放大器

封装尺寸



HXJ9006封装尺寸图

应用电路



3W双声道立体声音频功率放大器

结构描述

HXJ9006 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：

