



NS4990 用户手册 V1.1

矽源特科技
ChipSourceTek

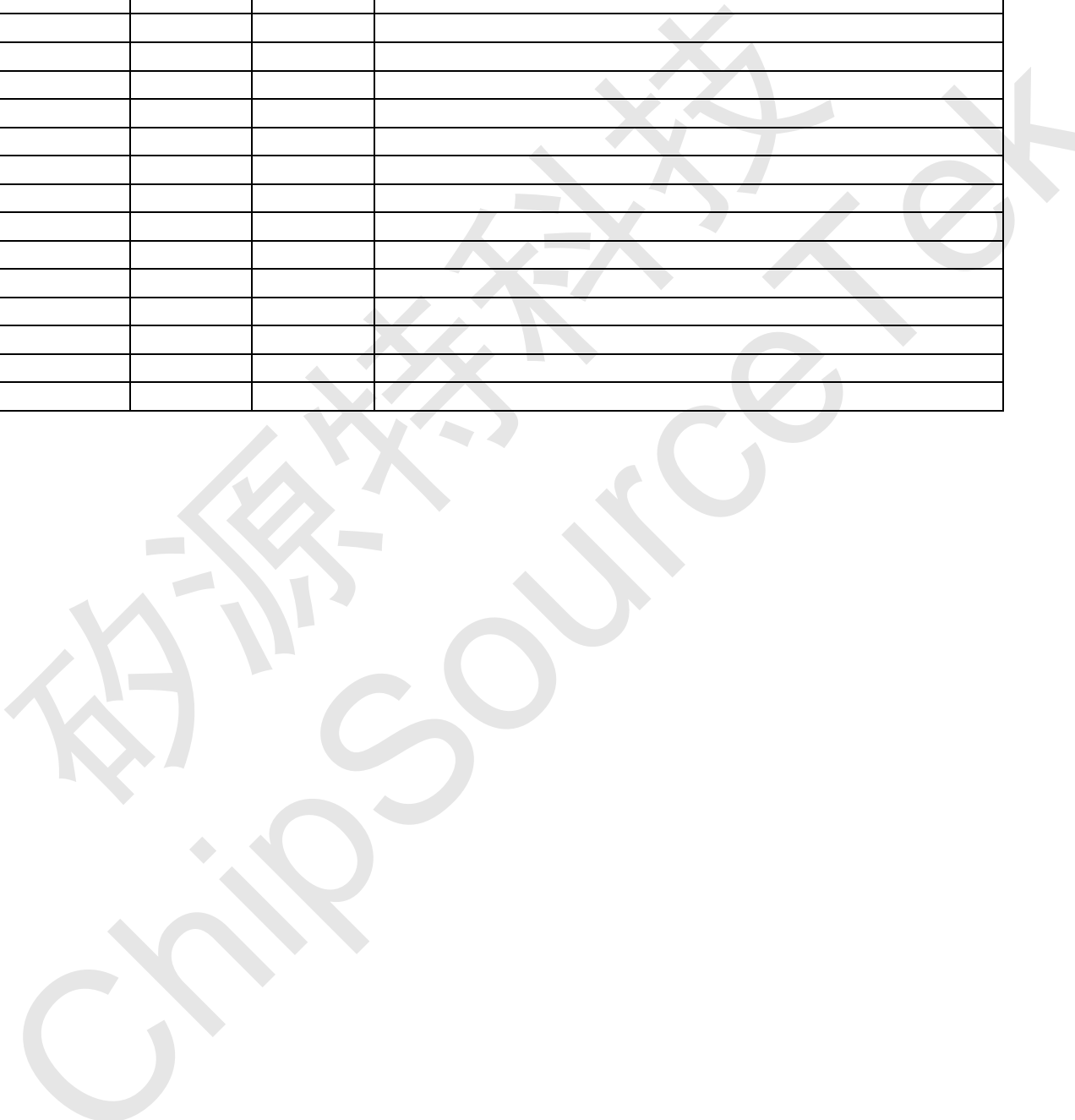
深圳市矽源特科技有限公司

2010年9月



修改历史

| 日期 | 版本 | 作者 | 修改说明 |
|----------|------|----|--|
| 2010, 09 | V1.1 | | 第 18 页 “DFN(3×3)-8 封装尺寸图” 第 19 页 “DFN(2×2)-8 封装尺寸图” |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |





目 录

| | | |
|------|---|----|
| 1 | 功能说明 | 5 |
| 2 | 主要特性 | 5 |
| 3 | 应用领域 | 5 |
| 4 | 典型应用电路..... | 5 |
| 5 | 极限参数 | 6 |
| 6 | 电气特性 | 6 |
| 7 | 芯片管脚描述..... | 8 |
| 7.1 | 管脚分配图 | 8 |
| 7.2 | 引脚功能描述 | 8 |
| 8 | NS4990 典型参考特性..... | 9 |
| 8.1 | 总谐波失真 (THD), 失真+噪声 (THD+N), 信噪比 (S/N) | 9 |
| 8.2 | 电源电压抑制比 (PSRR) | 11 |
| 8.3 | 芯片功耗 (Power Dissipation) | 12 |
| 8.4 | 关断滞回 (Shut Down Hysteresis) | 13 |
| 8.5 | 输出功率(Output Power) | 14 |
| 9 | NS4990 应用说明..... | 15 |
| 9.1 | 芯片基本结构描述 | 15 |
| 9.2 | 芯片数字逻辑特性 | 16 |
| 9.3 | 外部电阻配置 | 16 |
| 9.4 | 芯片功耗 | 16 |
| 9.5 | 电源旁路 | 16 |
| 9.6 | 掉电模式 | 16 |
| 9.7 | 外围元件的选择 | 16 |
| 9.8 | 选择输入耦合电容 | 17 |
| 9.9 | 设计参考实例 | 17 |
| 9.10 | 其它注意事项 | 17 |
| 10 | 芯片的封装 | 18 |
| 10.1 | DFN(3×3)-8 封装尺寸图 | 18 |
| 10.2 | DFN(2×2)-8 封装尺寸图 | 19 |



图目录

| | |
|--|----|
| 图 1 NS4990 典型应用电路 | 5 |
| 图 2 DFN(2×2)-8,DFN(3×3)-8 的封装的管脚分配图(top view)..... | 8 |
| 图 3 NS4990 原理框图 | 15 |
| 图 4 DFN(3×3)-8 封装尺寸图 | 18 |
| 图 5 DFN(2×2)-8 封装尺寸图 | 19 |

表目录

| | |
|---|----|
| 表 1 芯片最大物理极限值 | 6 |
| 表 2 NS4990 电气特性 1 (VDD=5.0V, TA=25oC) | 6 |
| 表 3 NS4990 电气特性 2 (VDD=3.6V, TA=25oC) | 7 |
| 表 4 NS4990 电气特性 3 (VDD=2.5V, TA=25oC) | 7 |
| 表 5 NS4990 管脚描述 | 8 |
| 表 6 关断信号数字逻辑特性 | 16 |





1 功能说明

NS4990 是适用于移动电话及便携通讯设备的音频功率放大器。5V 电压时，最大驱动功率为 1.30W (8Ω 负载) 和 2W (4Ω 负载)，音频范围内总谐波失真噪声小于 0.1% (1~20KHz)。NS4990 的应用电路简单，只需要极少数外围器件。NS4990 输出不需要外接耦合电容或上举电容，采用 DFN(2×2)-8, DFN(3×3)-8 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。NS4990 可以通过控制进入休眠模式，从而降低功耗。NS4990 通过创新的“开关/切换噪声”抑制技术，杜绝了上电、掉电出现的噪声。NS4990 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。

2 主要特性

- 高电源电压抑制比 (PSRR)，在 217Hz 及 1KHz 时，达到 70dB
- 低噪声及谐波失真 (THD+N)，小于 0.1% (5V, 4Ω, 2W 时)
- 输出功率高 (THD+N<1%): 5V-2W (4Ω负载), 5V-1.3W (8Ω负载), 3.6V-950mW (4Ω负载), 3.6V-650mW (8Ω负载)
- 掉电模式漏电流小，小于 0.1μA
- 封装小，节约电路面积: DFN(2×2)-8, DFN(3×3)-8
- 上电、掉电噪声抑制
- 宽工作电压范围 2.2V-5.5V
- 不需驱动输出耦合电容
- 单位增益稳定
- 用户可选的高、低电平控制休眠模式

3 应用领域

- 手提电脑
- 台式电脑
- 低压音响系统

4 典型应用电路

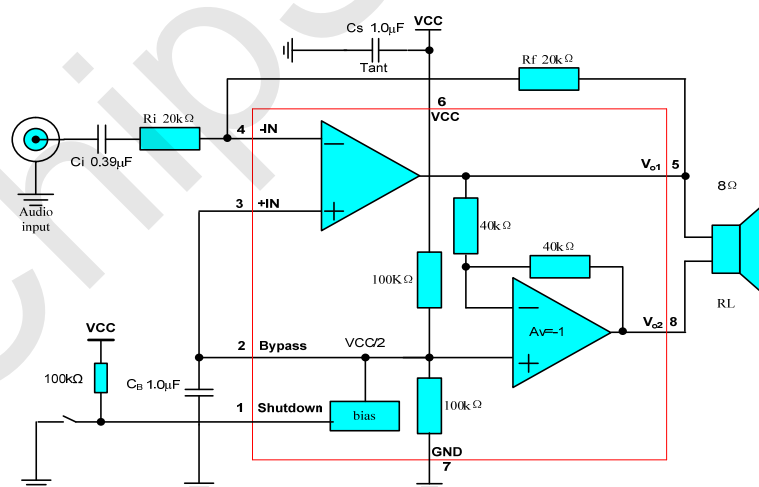


图1 NS4990 典型应用电路



5 极限参数

表1 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 | | | | |
| $\theta_{JC}(\text{DFN})$ | | 35 | °C/W | |
| $\theta_{JA}(\text{DFN})$ | | 140 | °C/W | |
| 焊接温度 | | 220 | °C | 15 秒内 |

注：在极限值之外或任何其他条件下，芯片的工作性能不予保证。

6 电气特性

表2 NS4990 电气特性 1 (VDD=5.0V, TA=25°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 | | 2.4 | 5 | mA |
| | 电源静态电流 | V _{IN} =0V, I _O =0A, 负载 8Ω | | 2.6 | 6 | mA |
| I _{OFF} | 芯片掉电漏电流 | | | 0.1 | 1.5 | μA |
| V _{OS} | 输出失调电压 | | | 3.7 | 20 | mV |
| R _O | 输出电阻 | | 7 | 8.5 | 10 | KΩ |
| P _O | 输出功率, 8Ω | THD+N<1%, f=1KHz | 0.80 | 1.30 | | W |
| | 输出功率, 4Ω | THD+N<1%, f=1KHz | 0.75 | 2.00 | | W |
| T _D | 芯片唤醒时间 | | | 100 | | mS |
| THD+N | 总谐波+失真噪声 | PO=0.5W _{rms} ; f=1KHz | | 0.1 | 0.2 | % |
| PSRR | 电源电压抑制比 | V _{ripple} =200mV _{P-P} , 正弦波, 输入接 10Ω电阻 | 60 | 63 (f = 217Hz) 67 (f = 1kHz) | | dB |



表3 NS4990 电气特性 2 (VDD=3.6V, TA=25oC)

| 符号 | 参数 | 测试条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|------------------|----------|--|-----|---------------------------------|-----|----|
| I _{DD} | 电源静态电流 | V _{IN} =0V, I _O =0A, 无负载 | | 1.8 | 5 | mA |
| | 电源静态电流 | V _{IN} =0V, I _O =0A, 负载 8Ω | | 2.2 | 6 | mA |
| I _{OFF} | 芯片掉电漏电流 | | | 0.1 | 1.5 | μA |
| V _{OS} | 输出失调电压 | | | 3.7 | 20 | mV |
| R _O | 输出电阻 | | 7 | 8.2 | 10 | KΩ |
| P _O | 输出功率, 8Ω | THD+N<1%, f=1KHz | | 650 | | mW |
| | 输出功率, 4Ω | THD+N<1%, f=1KHz | | 950 | | mW |
| T _D | 芯片唤醒时间 | | | 75 | | mS |
| THD+N | 总谐波失真+噪声 | P _O =0.425W _{rms} , f=1KHz | | 0.1 | 0.2 | % |
| PSRR | 电源电压抑制比 | V _{ripple} = 200mV _{P-P} , 正弦波, 输入接 10Ω 电阻 | 55 | 63 (f = 217Hz) 68 (f = 1kHz) | | dB |

表4 NS4990 电气特性 3 (VDD=2.5V, TA=25oC)

| 符号 | 参数 | 测试条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|------------------|----------|--|-----|---------------------------------|-----|----|
| I _{DD} | 电源静态电流 | V _{IN} =0V, I _O =0A, 无负载 | | 1.7 | 5 | mA |
| | 电源静态电流 | V _{IN} =0V, I _O =0A, 负载 8Ω | | 2 | 6 | mA |
| I _{OFF} | 芯片掉电漏电流 | | | 0.1 | 2 | μA |
| V _{OS} | 输出失调电压 | | | 3.7 | 20 | mV |
| R _O | 输出电阻 | | 7 | 8.5 | 10 | KΩ |
| P _O | 输出功率, 8Ω | THD+N<1%, f=1KHz | | 280 | | mW |
| | 输出功率, 4Ω | THD+N<1%, f=1KHz | | 360 | | mW |
| T _D | 芯片唤醒时间 | | | 70 | | mS |
| THD+N | 总谐波失真噪声 | P _O =0.15W _{rms} , f=1KHz | | 0.1 | 0.2 | % |
| PSRR | 电源电压抑制比 | V _{ripple} = 200mV _{P-P} , 正弦波, 输入接 10Ω 电阻 | 60 | 63 (f = 217Hz) 68 (f = 1kHz) | | dB |



7 芯片管脚描述

7.1 管脚分配图

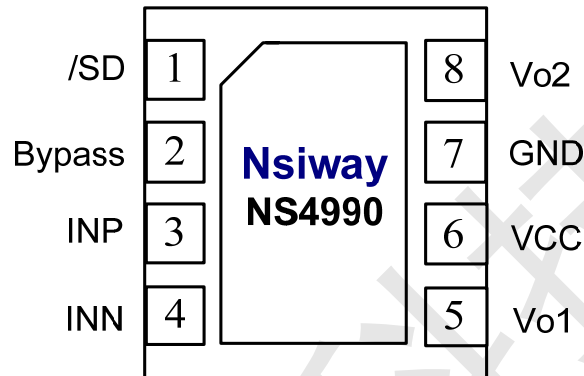


图2 DFN(2×2)-8,DFN(3×3)-8 的封装的管脚分配图(top view)

7.2 引脚功能描述

表5 NS4990 管脚描述

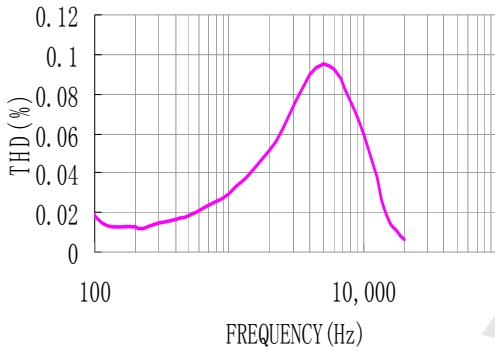
| 管脚号 | 符号 | 描述 |
|-----|--------|---------------|
| 1 | /SD | 掉电控制管脚，低电平有效， |
| 2 | BYPASS | 内部共模电压旁路电容 |
| 3 | +IN | 模拟输入端，正相 |
| 4 | -IN | 模拟输入端，反相 |
| 5 | VO1 | 模拟输出端 1 |
| 6 | VDD | 电源正 |
| 7 | GND | 电源地 |
| 8 | VO2 | 模拟输出端 2 |



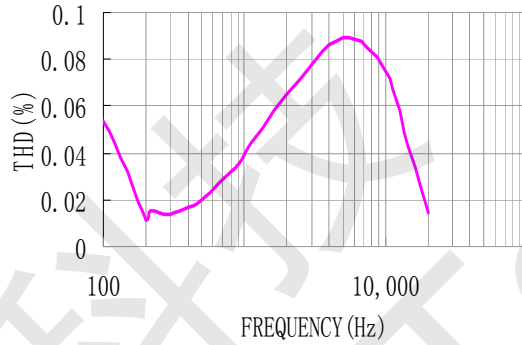
8 NS4990 典型参考特性

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

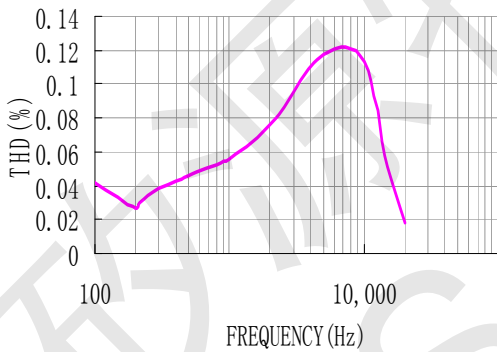
THD vs Frequency
T=25°C, Vdd=5V, RL=8Ω, and Po=500mW



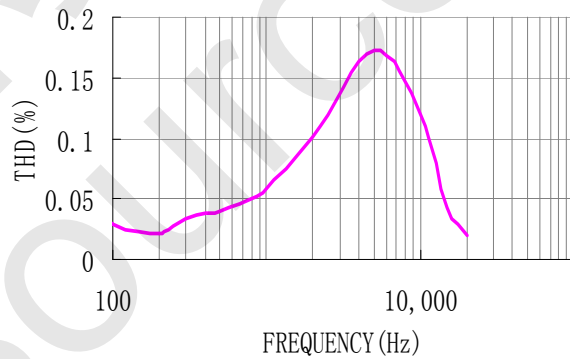
THD vs Frequency
T=25°C, Vdd=3.3V, RL=8Ω, and Po=425mW



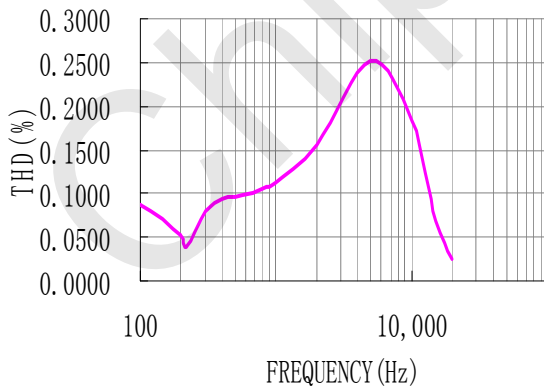
THD vs Frequency
T=25°C, Vdd=2.5V, RL=8Ω, and Po=150mW



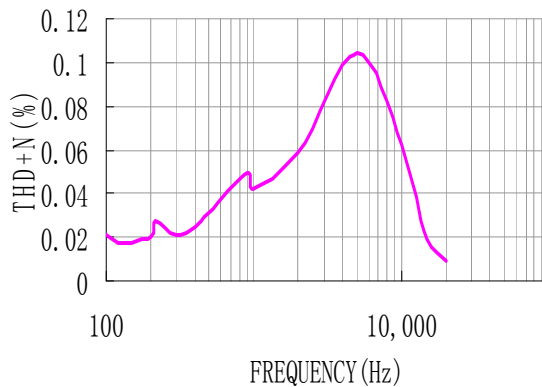
THD vs Frequency
T=25°C, Vdd=3.3V, RL=4Ω, and Po=425mW



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

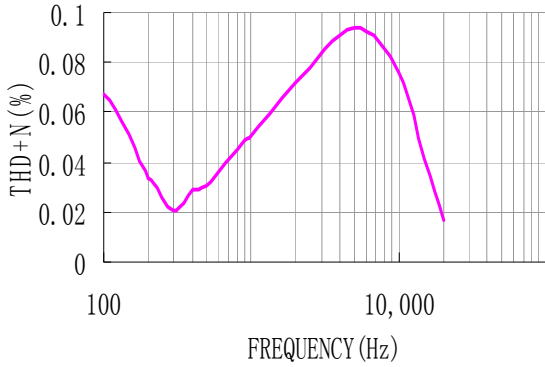


THD+N vs Frequency
T=25°C, Vdd=5V, RL=8Ω, and Po=500mW

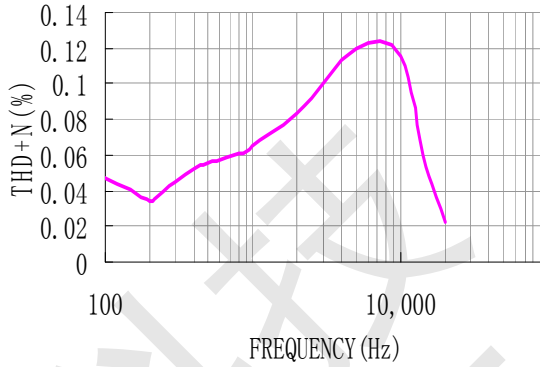




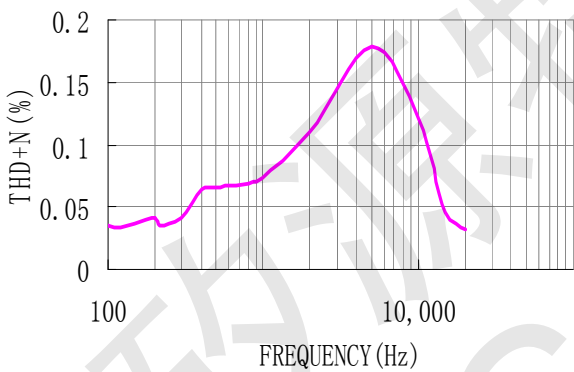
THD+N vs Frequency
T=25°C, Vdd=3.3V, RL=8Ω, and Po=425mW



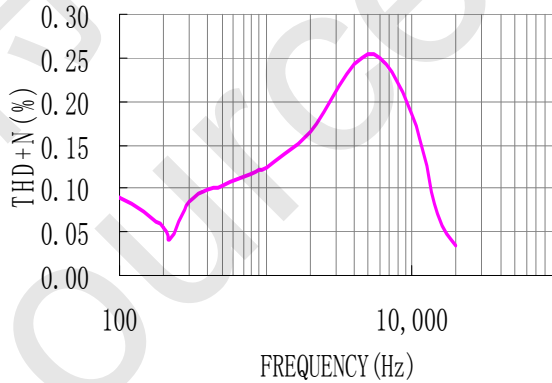
THD+N vs Frequency
T=25°C, Vdd=2.5V, RL=8Ω, and Po=150mW



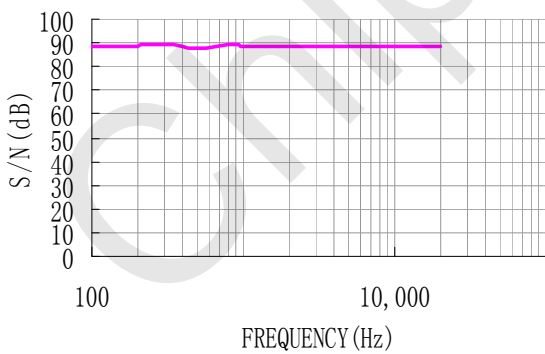
THD+N vs Frequency
T=25°C, Vdd=3.3V, RL=4Ω, and Po=425mW



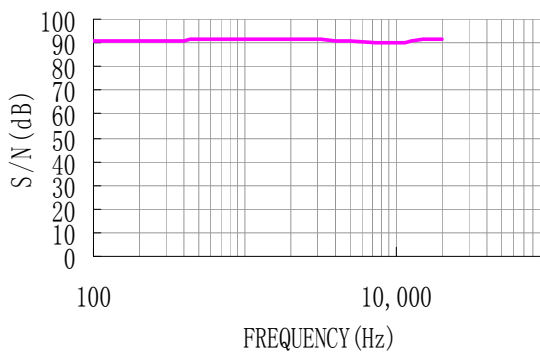
THD+N vs Frequency
T=25°C, Vdd=2.5V, RL=4Ω, and Po=150mW



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

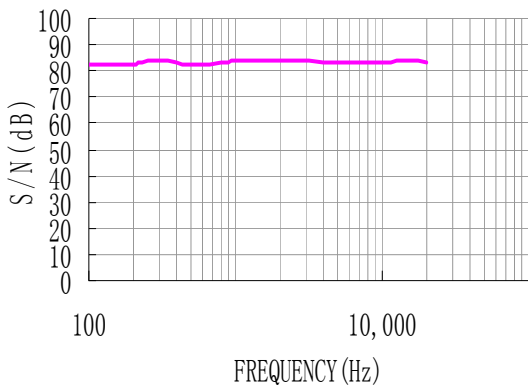


S/N vs Frequency
T=25°C, Vdd=3.3V, RL=8Ω, and Po=425mW

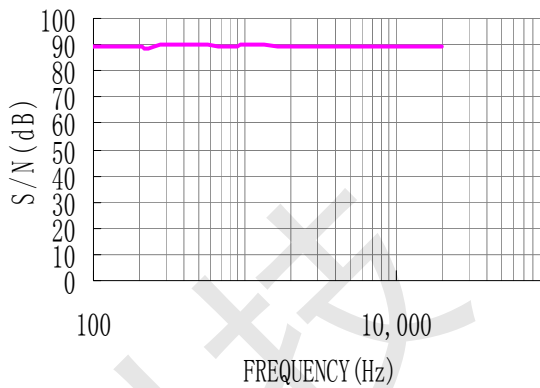




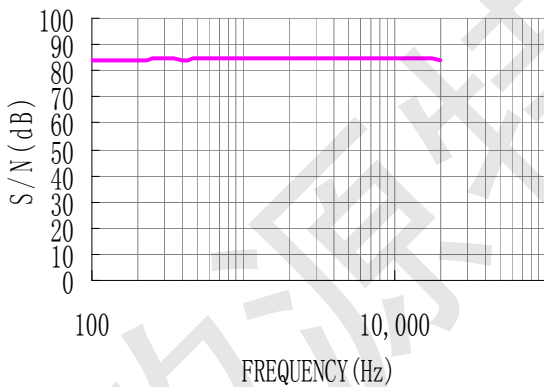
S/N vs Frequency
T=25°C, Vdd=2.5V, RL=8Ω, and Po=150mW



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

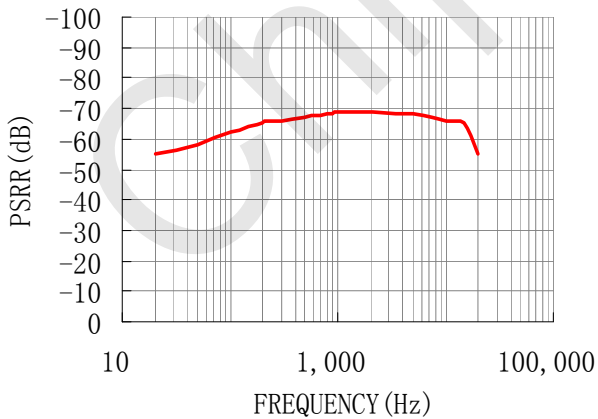


S/N vs Frequency
T=25°C, Vdd=2.5V, RL=4Ω, and Po=150mW

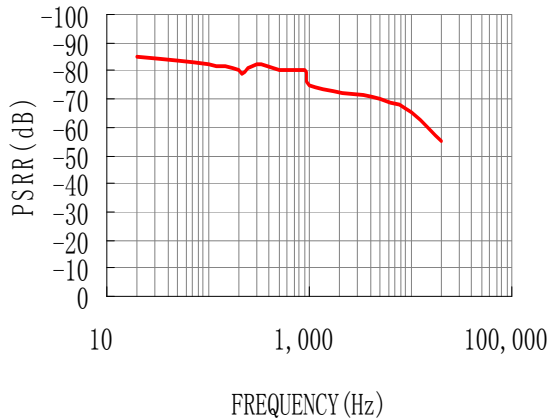


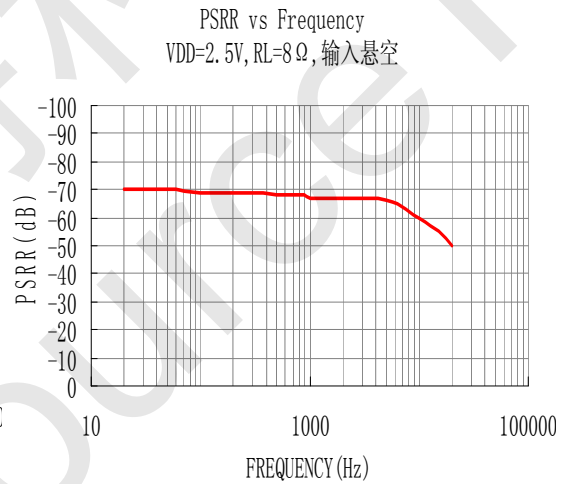
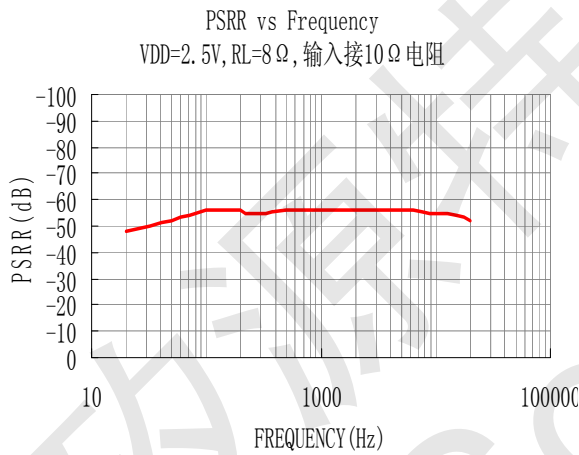
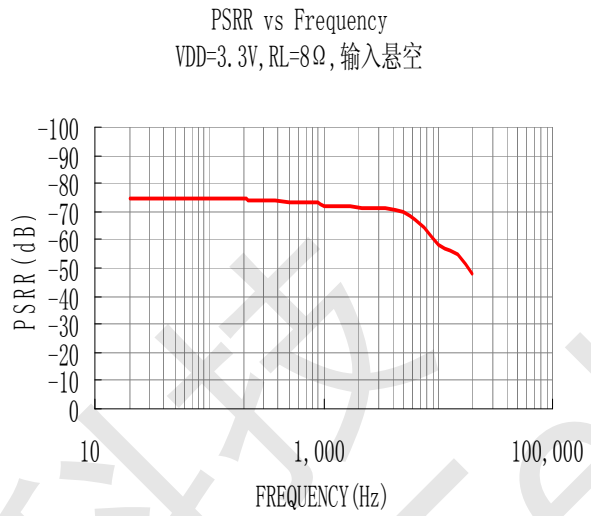
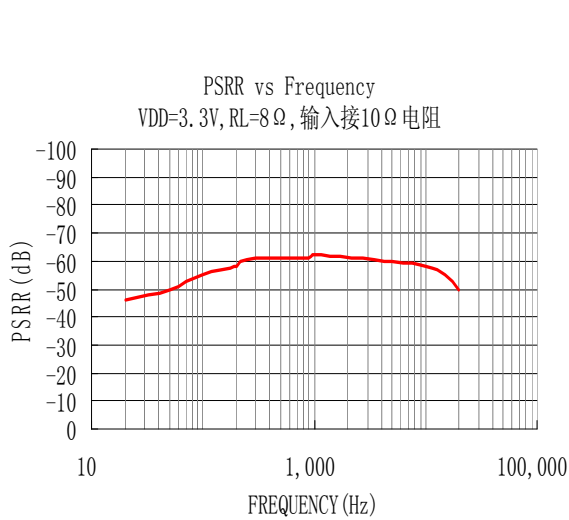
8.2 电源电压抑制比 (PSRR)

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

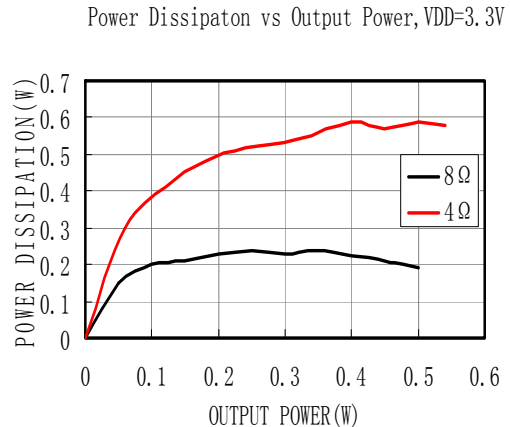
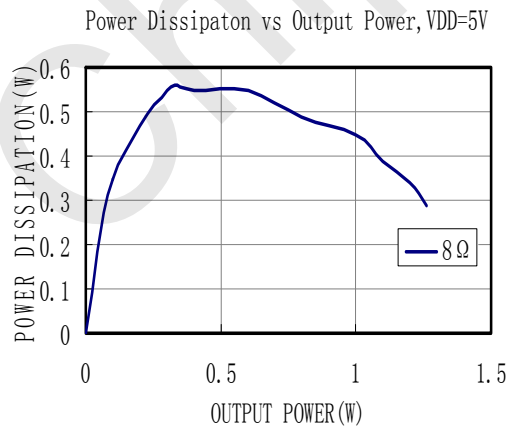


PSRR vs Frequency
VDD=5V, RL=8Ω, 输入悬空



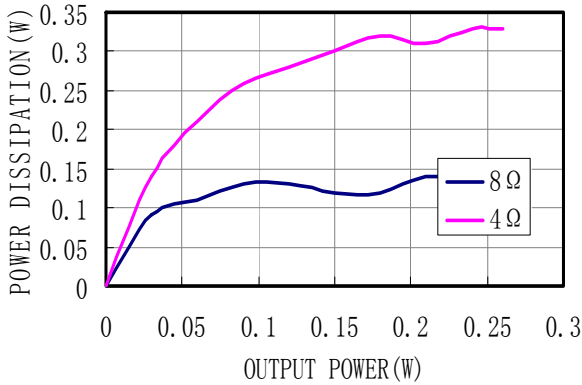


8.3 芯片功耗 (Power Dissipation)



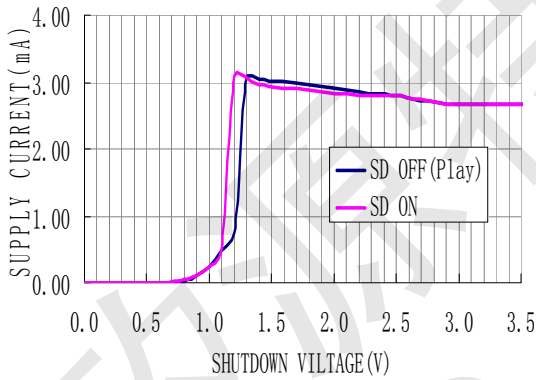


Power Dissipation vs Output Power, VDD=2.5V

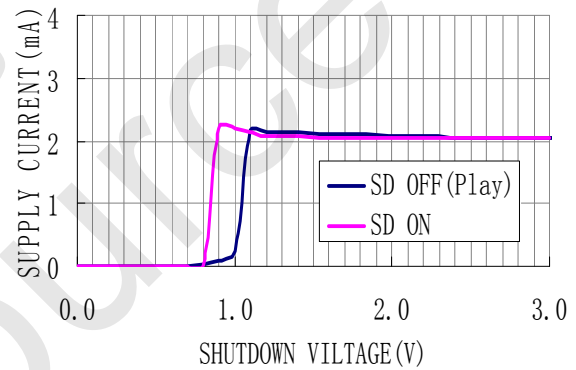


8.4 关断滞回 (Shut Down Hysteresis)

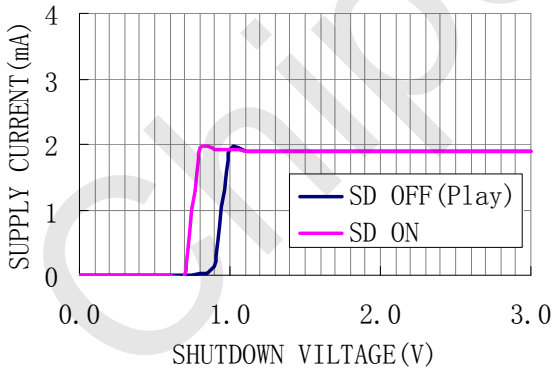
Shutdown Hysteresis Voltage
VDD=5V



Shutdown Hysteresis Voltage
VDD=3.3V

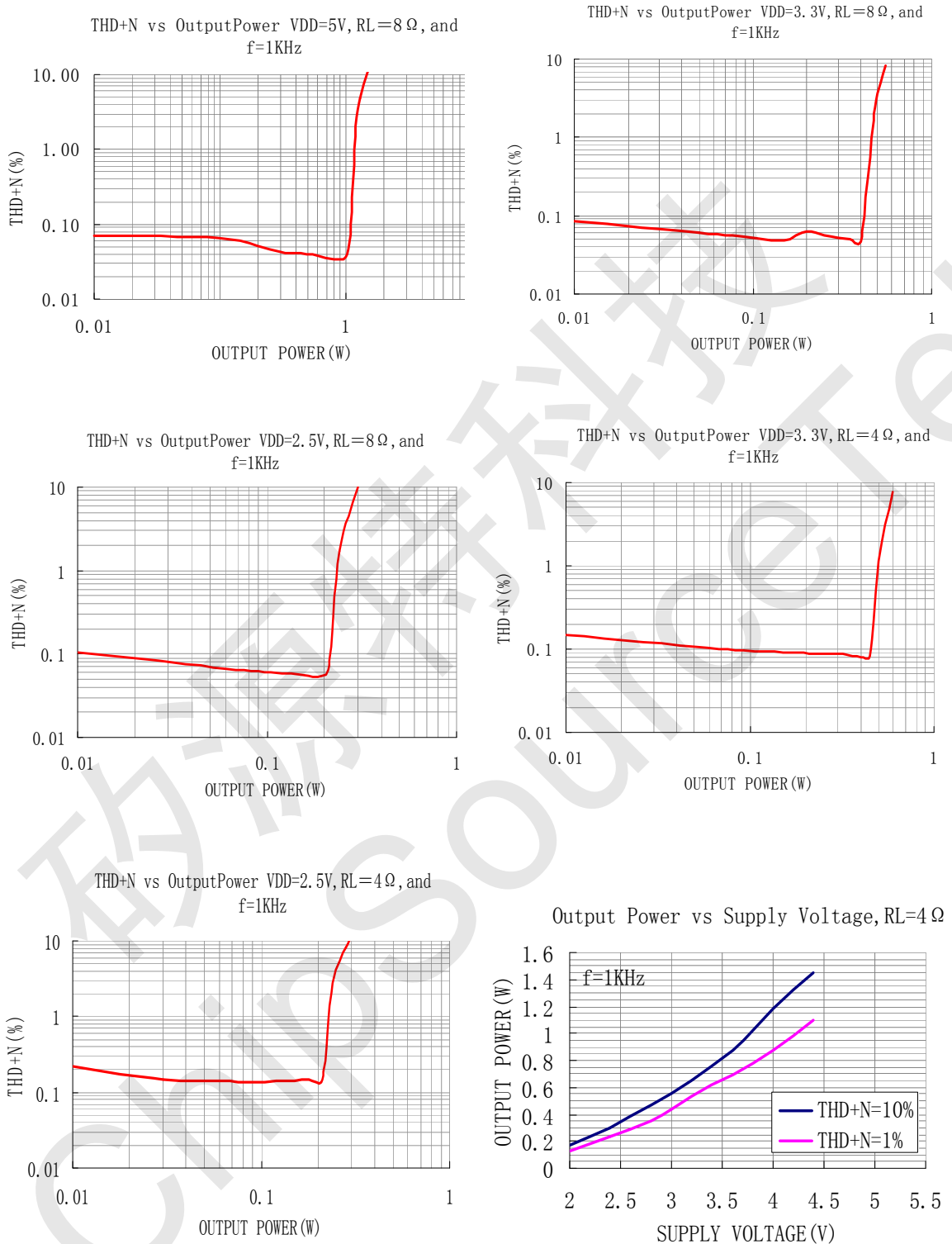


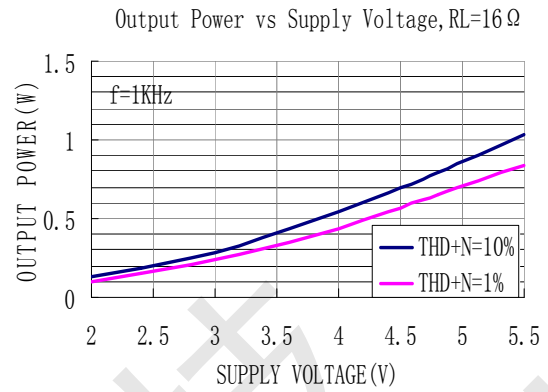
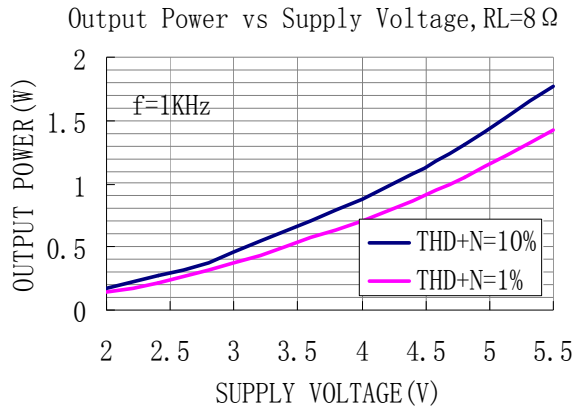
Shutdown Hysteresis Voltage
VDD=2.5V





8.5 输出功率(Output Power)





9 NS4990 应用说明

9.1 芯片基本结构描述

NS4990 是双端输出的音频功率放大器，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，其原理框图为：

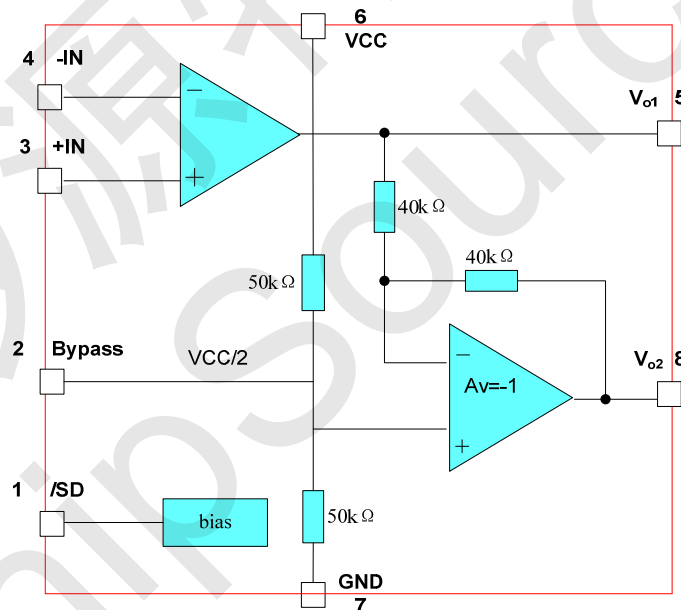


图3 NS4990 原理框图



9.2 芯片数字逻辑特性

表6 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 | |

9.3 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 VO1、VO2 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。

9.4 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_{JMAX}（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。

9.5 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 NS4990 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。

9.6 掉电模式

为了节电，在不使用放大器时，可以关闭放大器，NS4990 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，而不能够进入掉电模式，其自功耗没有降低，达不到节电目的。

9.7 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 NS4990 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。

NS4990 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，



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

9.9 设计参考实例

设计规格

- 输出功率 $1W_{\text{rms}}$
- 负载阻抗 8 欧姆
- 输入电平 $1V_{\text{rms}}$
- 输入电阻 $20K\Omega$
- 带宽 $100\text{Hz}\sim 20\text{KHz}\pm 0.25\text{dB}$

①首先确定最小工作电压

根据 NS4990 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。

②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 $R_i=20K\Omega$ ， $R_f=30K\Omega$ 。

③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 NS4990 的 2.5MHz。

9.10 其它注意事项

NS4990 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。



10 芯片的封装

10.1 DFN(3×3)-8 封装尺寸图

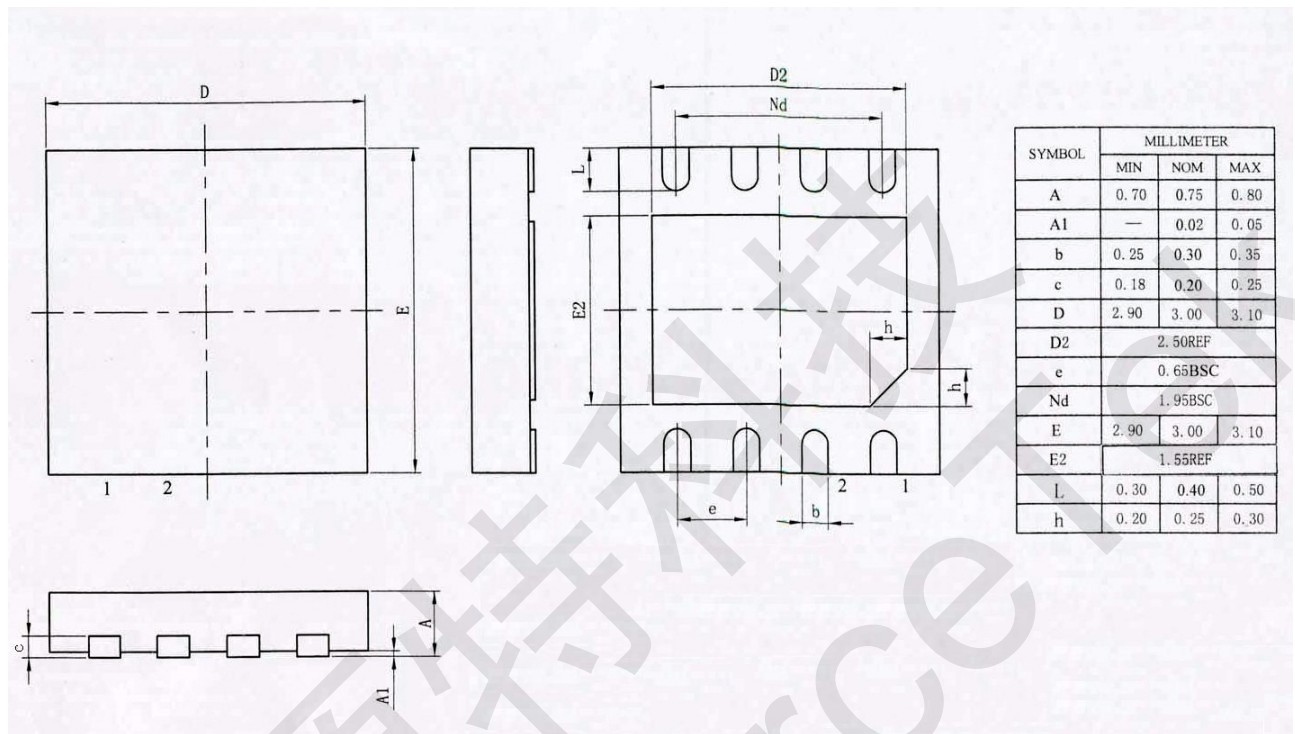


图4 DFN(3×3)-8 封装尺寸图



10.2 DFN(2×2)-8 封装尺寸图

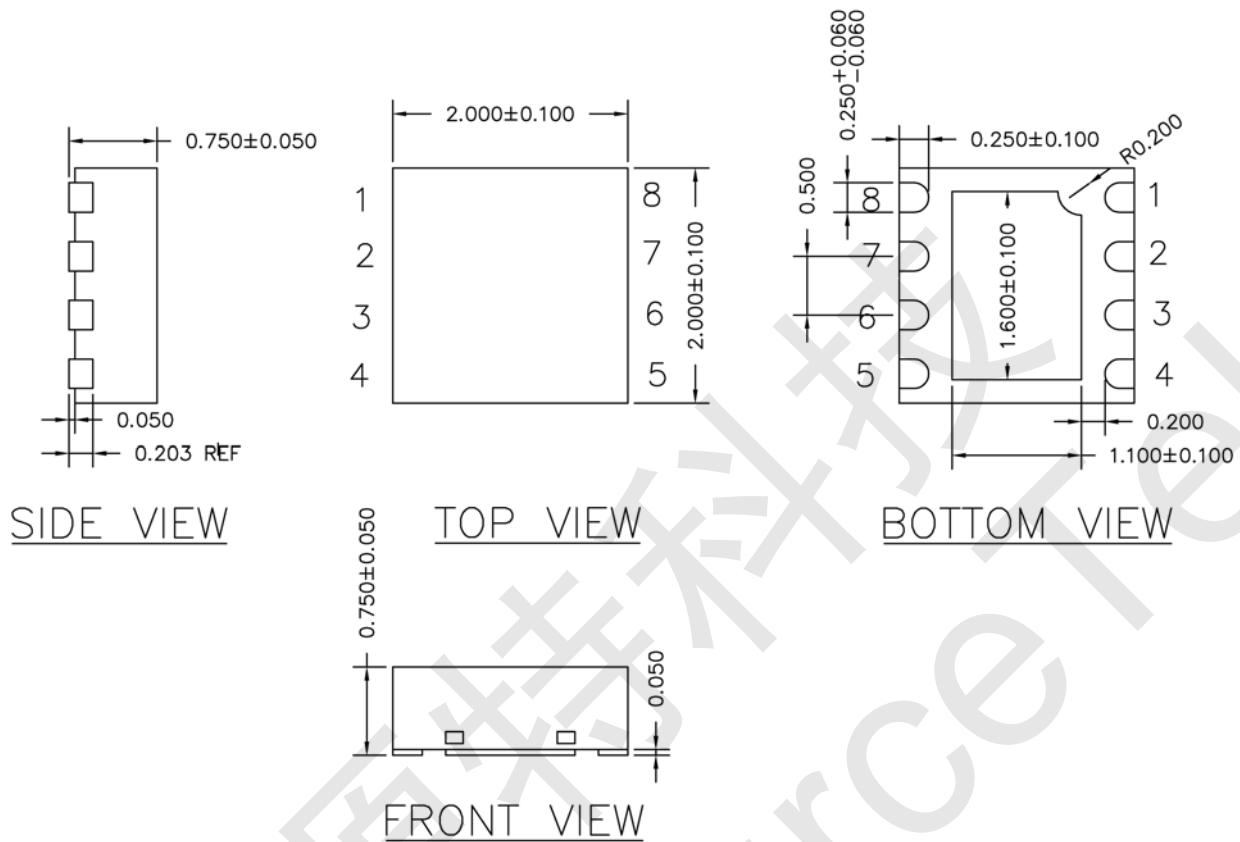


图5 DFN(2×2)-8 封装尺寸图