

<A, , ++ 2Ω11W、防破音_F类、单声道音频放大器

■ 概述

<A, , ++ 是一款 2Ω-11W、防破音单端输入单声道 F 类音频功率放大器。<A, , ++ 采用高耐压工艺，耐压可达 7.5V，<A, , ++ 具有一线脉冲功能只需使用一个 I/O 口，可控制功放开启、关闭、D 类防破音模式、D 类普通模式、AB 类模式的随意切换，为用户达到节省 I/O 口的目的，如不使用一线脉冲功能，也可分别控制 EN 和 MODE 管脚，方便地切换为各个工作模式，AB 类模式下能解决传统 D 类功放对 FM 的干扰问题，完全消除 EMI 干扰。在 D 类放大器模式下可以提供高于 90% 的效率，新型的无滤波器结构可以省去传统 D 类放大器的输出低通滤波器。<A, , ++ 采用 ESOP-8 封装。

■ 应用

- 蓝牙音箱、智能音箱
- 导航仪、便携游戏机
- 拉杆音箱、DVD、扩音器、MP3、MP4
- 智能家居等各类音频产品

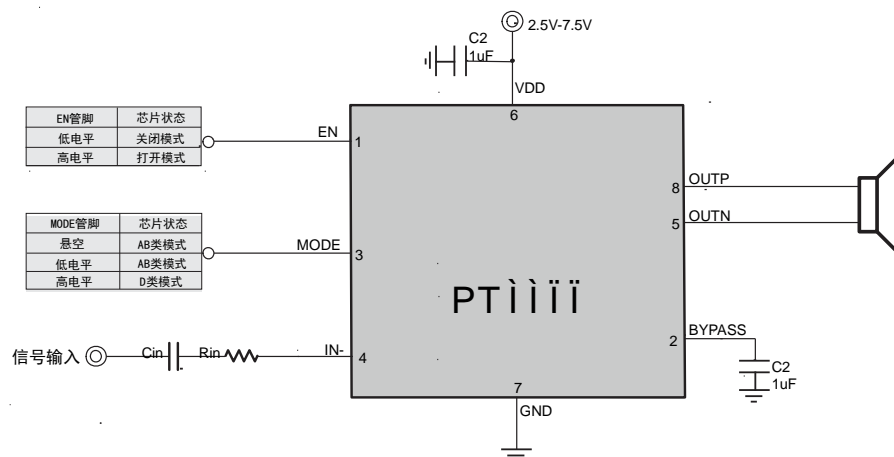
■ 特性

- 输入电压范围 2.5V-7.5V
- 一线脉冲控制
- 2 种防破音模式
- 无滤波的 D 类/AB 类放大器、低静态电流和低 EMI
- FM 模式无干扰
- 优异的爆破声抑制电路
- 超低底噪、超低失真
- 10% THD+N, VDD=7V, 2Ω+15uH 负载下提供高达 11W 的输出功率
- 10% THD+N, VDD=7V, 4Ω+33uH 负载下提供高达 6.5W 的输出功率
- 过温保护、短路保护
- 关断电流 < 1ua

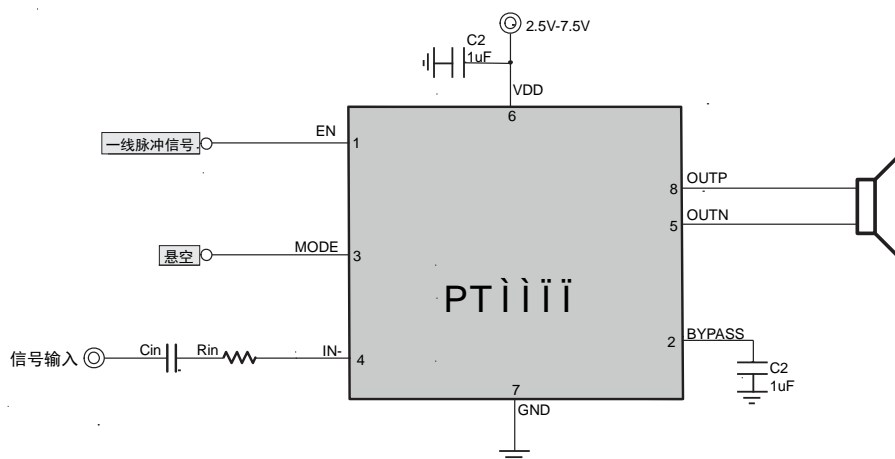
■ 封装

| 芯片型号 | 封装类型 | 封装尺寸 |
|----------|--------|------|
| <A, , ++ | ESOP-8 | |

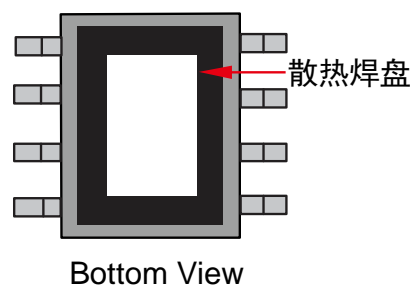
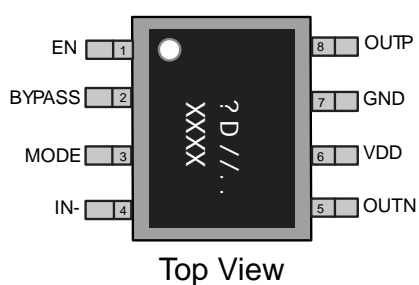
■ 典型应用图_硬件控制



■ 典型应用图_一线脉冲控制



■ 管脚说明及定义



| 管脚编号 | 管脚名称 | IO | 功 能 |
|------|--------|----|----------------------------|
| 1 | EN | I | 关断控制。高电平开启，低电平关闭。一线脉冲控制管脚 |
| 2 | BYPASS | IO | 内部共模参考电压，接电容下地 |
| 3 | MODE | I | 模式切换。高电平D类，低电平AB类。悬空默认为AB类 |
| 4 | IN | I | 模拟输入端，反相 |
| 5 | OUTN | O | 输出端负极 |
| 6 | VDD | IO | 电源正端 |
| 7 | GND | IO | 电源负端 |
| 8 | OUTP | O | 输出端正极 |

■ 最大极限值

| 参数名称 | 符号 | 数值 | 单位 |
|------|-----------|-------------|----|
| 供电电压 | V_{DD} | 7.5V (MAX) | V |
| 存储温度 | T_{STG} | -65°C~150°C | °C |
| 结温度 | T_J | 160°C | °C |

■ 推荐工作范围

| 参数名称 | 符号 | 数值 | 单位 |
|--------|-----------|--------------|----|
| 供电电压 | V_{DD} | 3~7V | V |
| 工作环境温度 | T_{STG} | 20°C to 35°C | °C |
| 结温度 | T_J | — | °C |

■ ESD 信息

| 参数名称 | 符号 | 数值 | 单位 |
|--------|-----|-------|----|
| 人体静电 | HBM | ±2000 | V |
| 机器模型静电 | CDM | ±300 | °C |

■ 基本电气特性

$A_v=20dB$, $T_A=25^{\circ}C$, 无特殊说明的项目均是在 $V_{DD}=5V$, Class_D类4 Ω +33 μH 条件下测试:

| 描述 | 符号 | 测试条件 | | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|------------|--------------------|--|----------|-----|--------------|-----|------------|
| 静态电流 | I_{DD} | $V_{DD}=5V$, D类 | | — | 6 | — | mA |
| | | $V_{DD}=4.2V$, AB类 | | | 8 | | mA |
| 关断电流 | I_{SHDN} | $V_{DD}=3V$ to 5 V | | — | <5 | | μA |
| 静态底噪 | V_n | $V_{DD}=5V$, $A_v=20DB$, A_{wting} | | | 120 | | μV |
| D类频率 | F_{SW} | $V_{DD}=5V$ | | | 470 | | kHz |
| 输出失调电压 | V_{os} | $V_{IN}=0V$ | | | 10 | | mV |
| 启动时间 | T_{start} | $V_{dd}=5V$, Bypass=1 μF | | | 150 | | MS |
| 增益 | A_v | D类模式, $R_{IN}=22k$ | | | ≈ 20 | | DB |
| 电源关闭电压 | V_{ddEN} | EN=1 | | | <1.7 | | V |
| 电源开启电压 | V_{ddopen} | EN=1 | | | >2.5 | | V |
| EN开启电压 | EN_{open} | | | | >2.0 | | V |
| EN关断电压 | EN_{sd} | | | | <0.9 | | V |
| MODE_D类电压 | $MODE_{class_D}$ | | | | >2.0 | | V |
| MODE_AB类电压 | $MODE_{class_AB}$ | | | | <0.9 | | V |
| 过温保护 | O_{TP} | | | | 180 | | °C |
| 静态导通电阻 | $R_{DS(on)}$ | $I_{DS}=0.5A$ | P_MOSFET | | 150 | | m Ω |
| | | $V_{GS}=4.2V$ | N_MOSFET | | 120 | | |

| | | | | | | |
|--------|----------|--|--|------|--|------------|
| 内置输入电阻 | R_s | | | 7.5K | | K Ω |
| 内置反馈电阻 | R_f | | | 195K | | K Ω |
| 效率 | η_c | | | 91 | | % |

● Class_D功率

$A_v=20dB$, $T_A=25^\circ C$, 无特殊说明的项目均是在VDD=5V, 4 Ω 条件下测试:

| 参数 | 符号 | 测试条件 | | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----------|-------|--|---------------|-----|------|-----|----|
| 输出功率 | P_o | THD+N=10%, $f=1kHz$, $R_L=2\Omega$; | $V_{DD}=7V$ | — | 11 | — | W |
| | | | $V_{DD}=6V$ | — | 8.1 | — | |
| | | | $V_{DD}=5V$ | | 5.8 | | |
| | | | $V_{DD}=4.2V$ | | 4 | | |
| | | THD+N=10%, $f=1kHz$, $R_L=4\Omega$; | $V_{DD}=7V$ | — | 6.4 | — | W |
| | | | $V_{DD}=6V$ | | 4.9 | | |
| | | | $V_{DD}=5V$ | | 3.3 | | |
| | | | $V_{DD}=4.2V$ | — | 2.4 | — | |
| 总谐波失真加噪声 | THD+N | $V_{DD}=5V$, $P_o=1.0W$, $R_L=4\Omega$ | $f=1kHz$ | — | 0.03 | — | % |

● Class_AB类功率

$A_v=20dB$, $T_A=25^\circ C$, 无特殊说明的项目均是在VDD=5V, 4 Ω 条件下测试:

| 参数 | 符号 | 测试条件 | | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----------|-------|--|---------------|-----|------|-----|---------|
| 输出功率 | P_o | THD+N=10%, $f=1kHz$, $R_L=4\Omega$; | $V_{DD}=5V$ | — | 3.1 | — | W |
| | | | $V_{DD}=4.2V$ | — | 2.3 | — | |
| 静态底噪 | V_n | VDD=5V, $A_v=20DB$, A_{wting} | | | 80 | | μV |
| 总谐波失真加噪声 | THD+N | $V_{DD}=5V$, $P_o=1.0W$, $R_L=4\Omega$ | $f=1kHz$ | — | 0.08 | — | % |

■ 性能特性曲线

● 特性曲线测试条件 ($T_A=25^\circ C$)

| 描述 | 测试条件 | 编号 |
|---------------------------------|--|----|
| Input Amplitude VS. OutputPower | VDD=5V, $R_L=4\Omega+33UH$, $R_L=4\Omega$, Class_D | 图1 |
| THD+N VS. Output Power Class_D | VDD=7V, $R_L=2\Omega+15UH$, $A_v=20DB$, Class_D | 图2 |
| | VDD=6V, $R_L=2\Omega+33UH$, $A_v=20DB$, Class_D | 图3 |
| | VDD=5V, $R_L=2\Omega+33UH$, $A_v=20DB$, Class_D | |
| | VDD=4.2V, $R_L=2\Omega+33UH$, $A_v=20DB$, Class_D | |
| | VDD=7V, $R_L=4\Omega+33UH$, $A_v=20DB$, Class_D | |
| | VDD=6V, $R_L=4\Omega+33UH$, $A_v=20DB$, Class_D | |
| | VDD=5V, $R_L=4\Omega+33UH$, $A_v=20DB$, Class_D | |
| | VDD=4.2V, $R_L=4\Omega+33UH$, $A_v=20DB$, Class_D | |
| THD+N VS. Output Power Class_AB | VDD=5V, $R_L=4\Omega$, $A_v=20DB$, Class_AB | 图4 |
| | VDD=4.2V, $R_L=4\Omega$, $A_v=20DB$, Class_AB | |
| OutputPower VS. Supply Voltage | $R_L=2\Omega+15UH$, THD=10%, Class_D | 图5 |
| | $R_L=4\Omega+33UH$, THD=10%, THD=1%, Class_D | 图6 |
| Frequency VS. THD+N | VDD=5V, $R_L=4\Omega+33UH$, $A_v=20DB$, $P_o=1W$, Class_D | 图7 |
| Frequency Response | $R_L=4\Omega+33UH$, Class_D | 图8 |

● 特性曲线图

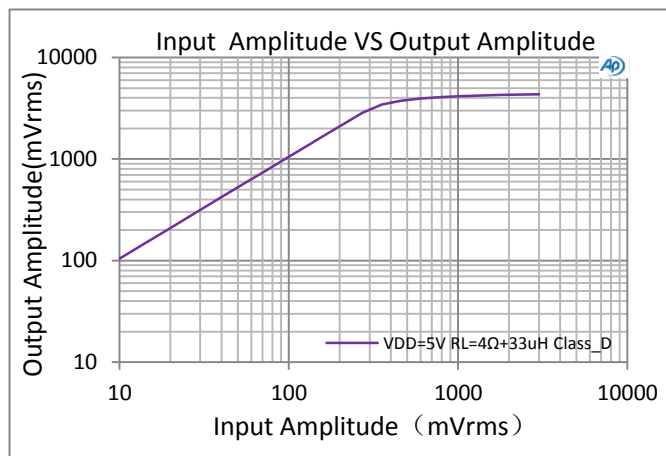


图1: Input Amplitude VS. Output Amplitude

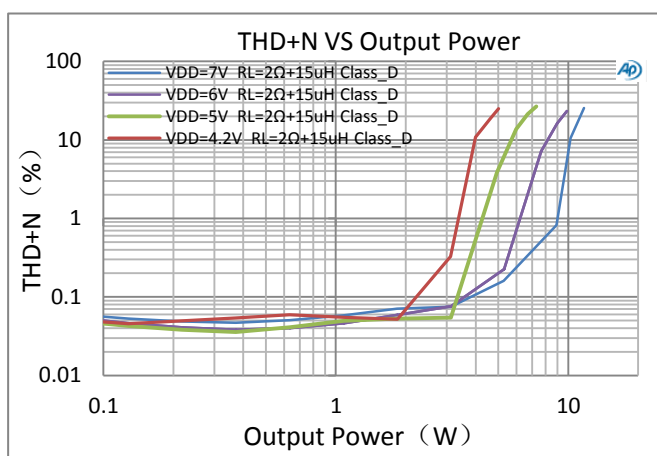


图2: THD+N VS. Output Power Class_D

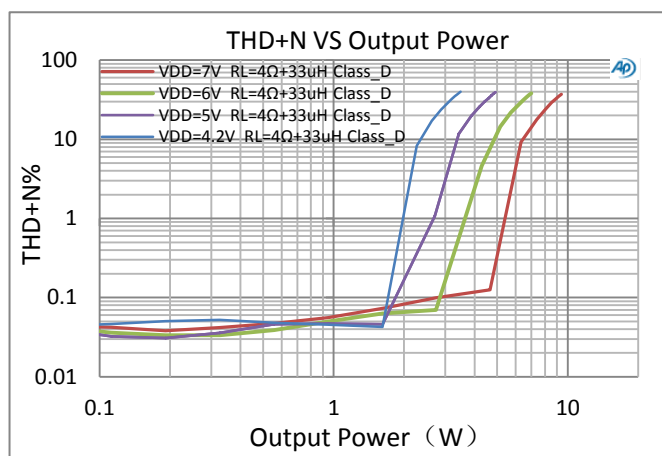


图3: THD+N VS. Output Power Class_D

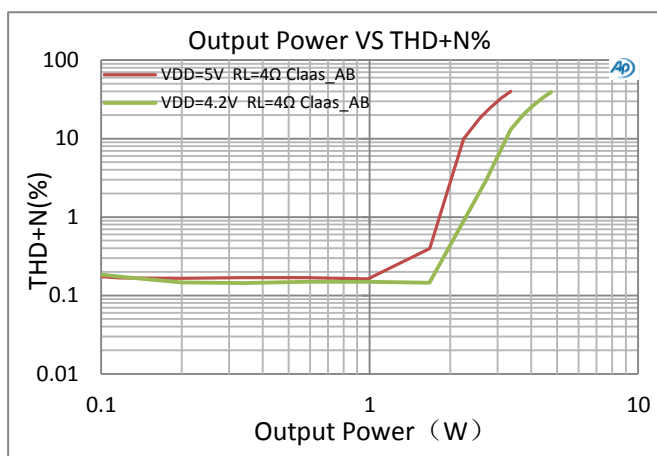


图4: THD+N VS. Output Power Class_AB

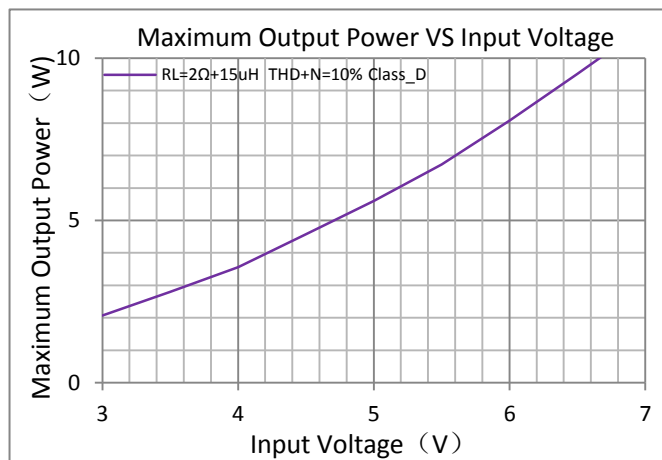


图5: OutputPower VS. Supply Voltage

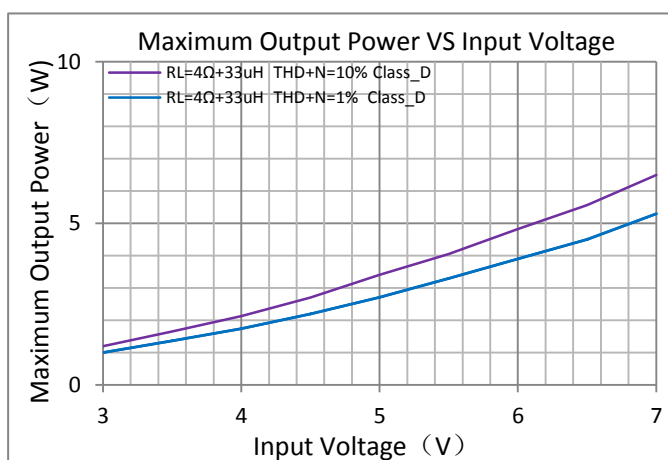


图6: OutputPower VS. Supply Voltage

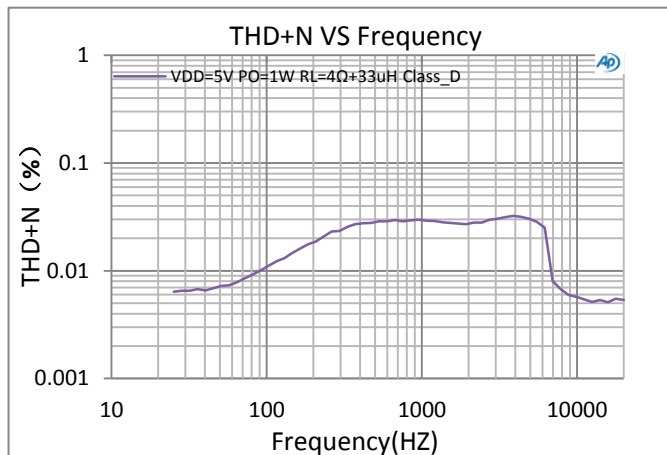


图7: Frequency VS.TH D+N

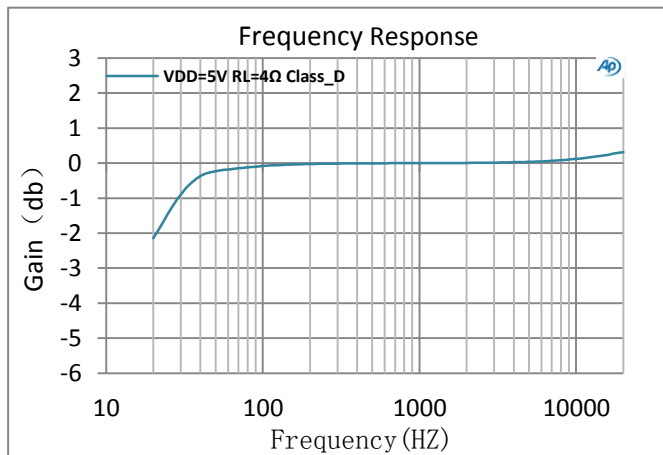


图8: Frequency Response

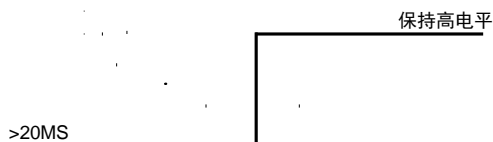
应用说明

● EN管脚控制

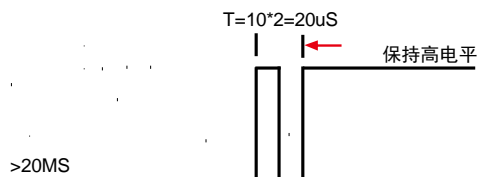
<A, ++有两种控制方式：软件控制（一线脉冲）和硬件控制（高低电平控制），一线脉冲控制的好处是可以节省主控IO，仅使用一个IO口即可切换功放多种工作模式。

EN管脚软件控制（一线脉冲）：EN管脚输入不同脉冲信号切换功放：D类防破音1（AGC1:THD≤1%）、D类防破音2（AGC2:THD≤5%）AB类和D类模式。使用一线脉冲控制时 MODE管脚必须悬空

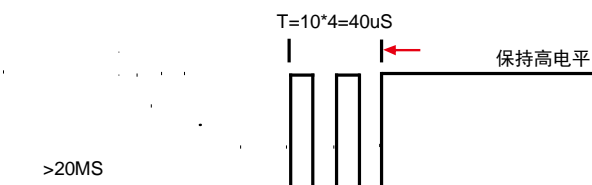
1. 芯片切换到AB类模式波形：



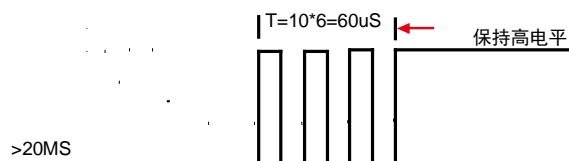
2. 芯片切换到D类防破音1模式波形（THD≤1%）：



3. 芯片切换到D类防破音2模式波形（THD≤5%）



4. 芯片切换到D类普通模式波形：



硬件控制（高低电平控制）：<A, ++ EN管脚为高电平时，功放芯片打开，正常工作，此时默认为防破音1模式（AGC1: THD≤1%）。EN管脚为低电平时，功放芯片关断。EN管脚不能悬空。

| EN管脚 | 芯片状态 |
|------|------|
| 低电平 | 关闭状态 |
| 高电平 | 打开状态 |

● MODE管脚控制

<A, ++在不使用一线脉冲控制AB/D类切换时，可以使用MODE管脚高低电平控制功放AB/D类的模式切换。建议在FM模式时切换为AB类。

| MODE管脚 | 芯片状态 |
|--------|-------|
| 高电平 | D类模式 |
| 低电平 | AB类模式 |
| 悬空 | AB类模式 |

● 功放增益控制

D类模式时输出为（PWM信号）数字信号，AB类输出为模拟信号，其增益均可通过 R_{IN} 调节。

$$A_v = 2 \times \frac{195K\Omega}{(R_{IN} + 7.5K\Omega)}$$

A_v 为增益，通常用DB表示，上述计算结果单位为倍数、 $20\log$ 倍数=DB。

R_{IN} 电阻的单位为 $K\Omega$ 、 $195K\Omega$ 为内部反馈电阻（ R_F ）， $7.5K\Omega$ 为内置串联电阻（ R_S ）， R_{IN} 由用户根据实际供电电压、输入幅度、和失真度定义。
如 $R_{IN}=27K$ 时， $=11.3$ 倍、 $A_v=21.06DB$
输入电容（ C_{IN} ）和输入电阻（ R_{IN} ）组成高通滤，

其截止频率为：

$$f_c = \frac{1}{2\pi \times (R_{IN} + 7.5K) \times C_{IN}}$$

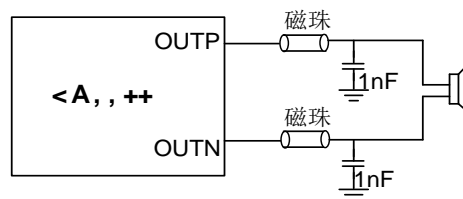
C_{in} 电容选取较小值时，可以滤除从输入端耦合入的低频噪声，同时有助于减小开启时的POP声

● Bypass电容

Byp电容是非常重要的，该电容的大小决定了功放芯片的开启时间，同时Byp电容的大小会影响芯片的电源抑制比、噪声、以及POP等重要性能。建议将该电容设置为 $1\mu f$ ，因该Byp的充电速度比输入信号端的充电速度越慢，POP声越小。

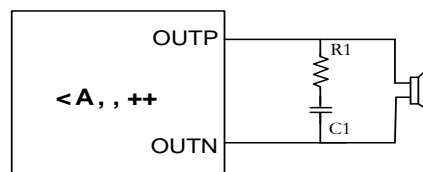
● EMI处理

对于输出走线较长或靠近敏感器件时，建议加上磁珠和电容，能有效减小EMI。器件靠近芯片放置



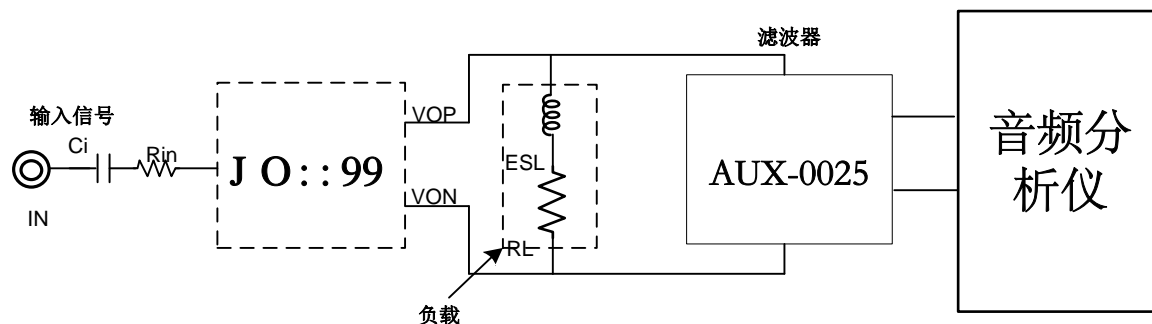
● RC缓冲电路

如喇叭负载阻抗值较小时，建议在输出端并一个电阻和一个电容来吸收电压尖峰，防止芯片工作异常。电阻推荐使用： 2Ω – 5Ω ，电容推荐： $500PF$ – $10NF$



■ 测试方法

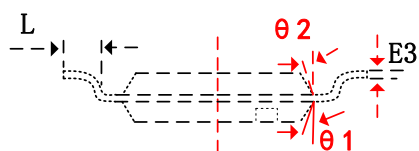
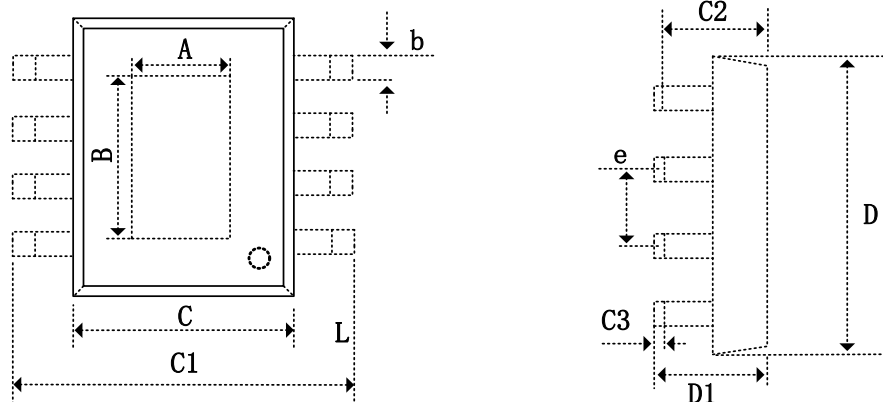
在测试D类模式时必须加滤波器测试。AUX-0025为滤波器，为了测试数据精准并符合实际应用，在RL负载端串联一个电感，模拟喇叭中的寄生电感。



■ PCB设计注意事项

- 电源供电脚（VDD）走线网络中如有过孔必须使用多孔连接，并加大过孔内径，不可使用单个过孔直接连接。
- 输入电容（Cin）、输入电阻（Rin）尽量靠近功放芯片管脚放置，走线最好使用包地方式，可以有效的抑制其他信号耦合的噪声。
- ~~A, , ++~~ A, , ++ 的底部散热片建议焊接在 PCB 板上，用于芯片散热，建议 PCB 使用大面积敷铜来连接芯片中间的散热片，并有一定范围的露铜，帮助芯片散热。
- ~~A, , ++~~ A, , ++ 输出连接到喇叭的管脚走线管脚尽可能的短，并且走线宽度需在 0.4mm 以上。

■ 芯片封装 ESOP-8



ESOP-8

| 字符 | Dimensions In Millimeters | | | Dimensions In Inches | | |
|----|---------------------------|------|------|----------------------|-------|-------|
| | Min | Nom | Max | Min | Nom | Max |
| A | 2.31 | 2.40 | 2.51 | 0.091 | 0.094 | 0.098 |
| B | 3.20 | 3.30 | 3.40 | 0.126 | 0.129 | 0.132 |
| b | 0.33 | 0.42 | 0.51 | 0.013 | 0.017 | 0.020 |
| C | 3.8 | 3.90 | 4.00 | 0.150 | 0.154 | 0.157 |
| C1 | 5.8 | 6.00 | 6.2 | 0.228 | 0.235 | 0.244 |
| C2 | 1.35 | 1.45 | 1.55 | 0.053 | 0.058 | 0.061 |
| C3 | 0.05 | 0.12 | 0.15 | 0.004 | 0.007 | 0.010 |
| D | 4.70 | 5.00 | 5.1 | 0.185 | 0.190 | 0.200 |
| D1 | 1.35 | 1.60 | 1.75 | 0.053 | 0.06 | 0.069 |
| e | 1.270 (BSC) | | | 0.050 (BSC) | | |
| L | 0.400 | 0.83 | 1.27 | 0.016 | 0.035 | 0.050 |