

## LTK5328内置自适应升压带PBTL模式\_2×8W双声道音频功率放大器

### ■ 概述

**LTK5328** 是一款 2×8W 内置异步升压音频功率放大器, 芯片具有 PBTL 功能、自适应升压、AGC 防破音功能、AB/D 类模式切换、自适应同时具备超低底噪、超低 EMI。PBTL 模式下, 可以提供更大功率, 达到不同客户的需求。自适应升压在输出幅度较小时升压电路不工作, 功放直接由电源供电, 当输出较大时内部自动启动升压电路, 功放供电电压为升压电压, 达到更大的输出功率。LTK5328 有 2 种 ALC 模式可选择, 能满足各种不同的需求, 并且保护扬声器避免过载而损坏。芯片具有 AB/D 类切换功能, AB 类时可减少功放对 FM 干扰。全差分结构有效的提高功放对 RF 噪声抑制。

### ■ 应用

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

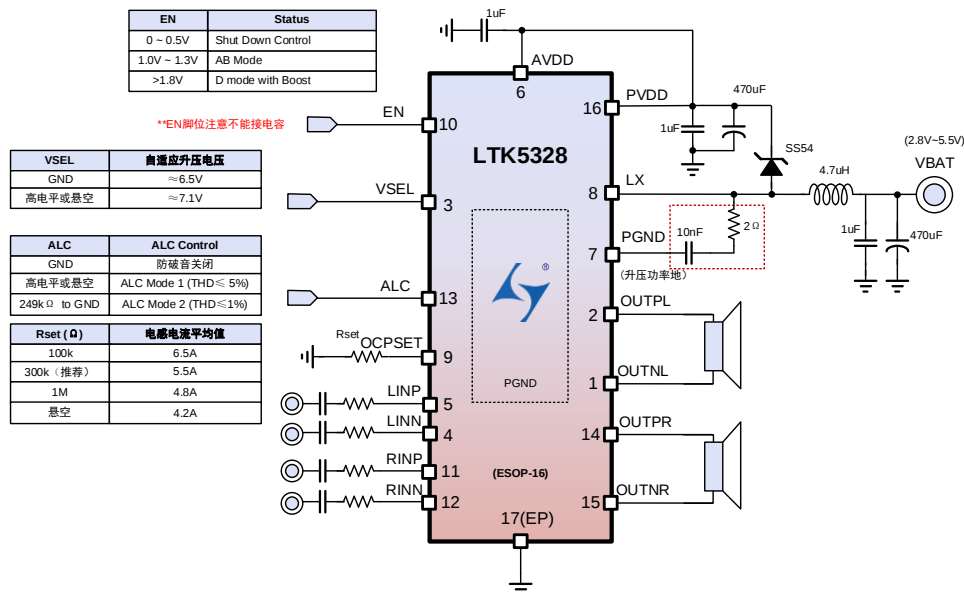
### ■ 特性

- 输入电压范围 2.8V-5.5V
- PBTL 模式
- 两种自动增益控制 (ALC)
- 自适应升压
- BOOST 电感电流可调
- 无需滤波器 D 类放大器、低静态电流和低 EMI
- 超低底噪、超低失真
- THD+N=10%, VBAT=4.2V, 2Ω+33uH 负载下提供高达 2×8W 的输出功率
- THD+N=1%, VBAT=4.2V, 2Ω+33uH 负载下提供高达 2×7.3W 的输出功率
- PBTL 模式: THD+N=10%, VBAT=4.2V, 4Ω+15uH 负载下提供高达 7W 的输出功率
- PBTL 模式: THD+N=1%, VBAT=4.2V, 4Ω+15uH 负载下提供高达 5.7W 的输出功率
- 短路保护、欠压保护、过温保护

### ■ 封装

| 芯片型号    | 封装类型    | 封装尺寸 |
|---------|---------|------|
| LTK5328 | Esop-16 |      |

### ■ 典型应用图





## ■ 管脚说明及定义

| 管脚编号 | 管脚名称   | I/O | 功能说明                 |
|------|--------|-----|----------------------|
| 1    | OUTPL  | O   | 左声道音频输出正端            |
| 2    | OUTNL  | O   | 左声道音频输出负端            |
| 3    | VSEL   | I   | 升压电压选择               |
| 4    | LINN   | I   | 左通道输入反相端             |
| 5    | LINP   | I   | 左通道输入同相端             |
| 6    | AVDD   | I   | 模拟电源输入, 接PVDD        |
| 7    | PGND   | G   | 电源负端                 |
| 8    | LX     | P   | BOOST升压开关切换, 接外部电感   |
| 9    | OCPSET | I   | BOOST电感限流调节          |
| 10   | EN     | I   | 芯片使能控制, 高电平打开, 低电平关闭 |
| 11   | RINP   | I   | 右通道输入同相端             |
| 12   | RINN   | I   | 右通道输入反相端             |
| 13   | ALC    | I   | 防破音控制脚位              |
| 14   | OUTNR  | O   | 右通道输出负端              |
| 15   | OUTPR  | O   | 右通道输出正端              |
| 16   | PVDD   | P   | BOOST升压电压输出          |
| 17   | EP     | G   | 电源负端, 必须接GND         |

## ■ 最大极限值

| 参数名称 | 符号        | 数值        | 单位       |
|------|-----------|-----------|----------|
| 供电电压 | $V_{BAT}$ | 5.5V(MAX) | V        |
| 存储温度 | $T_{STG}$ | -65℃~150℃ | ℃        |
| 结温度  | $T_J$     | 160℃      | ℃        |
| 负载   | $R_L$     | $\geq 2$  | $\Omega$ |

## ■ 推荐工作范围

| 参数名称   | 符号        | 数值       | 单位 |
|--------|-----------|----------|----|
| 供电电压   | $V_{DD}$  | 3.0~4.2V | V  |
| 工作环境温度 | $T_{STG}$ | -40℃~85℃ | ℃  |
| 结温度    | $T_J$     | 160℃     | ℃  |

## ■ ESD 信息

| 参数名称   | 符号  | 数值         | 单位 |
|--------|-----|------------|----|
| 人体静电   | HBM | $\pm 2000$ | V  |
| 机器模型静电 | CDM | $\pm 300$  | V  |

## ■ 基本电气特性

$A_V=24dB$ ,  $T_A=25^\circ C$ , 无特殊说明的项目均是在 $V_{BAT}=3.7V$ ,  $4\Omega+33\mu H$ 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 | $I_{DD}$   | $V_{BAT}=3.7V$ , D类                       | -   | 8   | -   | mA      |
|      |            | $V_{BAT}=3.7V$ , AB类                      | -   | 7   | -   | mA      |
| 关断电流 | $I_{SHDN}$ | $V_{BAT}=3.7V$                            | -   | 1   | -   | $\mu A$ |
| 静态底噪 | $V_n$      | $V_{BAT}=3.7V$ , $A_V=20DB$ , $A_{wting}$ | -   | 120 | -   | $\mu V$ |

|           |              |                                |          |               |  |     |
|-----------|--------------|--------------------------------|----------|---------------|--|-----|
| D类频率      | $F_{SW}$     | VBAT=3.7V                      |          | 510           |  | kHz |
| 升压LX频率    | $F_{LX}$     | VBAT=3.7V                      |          | 800           |  | kHz |
| BOOST升压电压 | $V_{PVDD}$   | VBAT=3.7V                      |          | $\approx 7.1$ |  | V   |
| 输出失调电压    | $V_{os}$     | $V_{IN}=0V$                    |          | 10            |  | mV  |
| 启动时间      | $T_{start}$  | Vdd=3.7V                       |          | 256           |  | ms  |
| 增益        | $A_v$        | D类模式, $R_{IN}=27k$             |          | $\approx 24$  |  | dB  |
| 电源关闭电压    | $V_{ddEN}$   | -                              |          | $< 2.0$       |  | V   |
| 电源开启电压    | $V_{ddopen}$ | -                              |          | $> 2.8$       |  | V   |
| 过温保护      | $O_{TP}$     | -                              |          | 180           |  | °C  |
| 静态导通电阻    | $R_{DS(on)}$ | $I_{DS}=0.5A$<br>$V_{GS}=4.2V$ | P_MOSFET | 150           |  | mΩ  |
|           |              |                                | N_MOSFET | 120           |  |     |
| 内置输入电阻    | $R_s$        |                                |          | 6.5K          |  | kΩ  |
| 内置反馈电阻    | $R_f$        |                                |          | 416K          |  | kΩ  |
| 效率        | $\eta_c$     | VBAT=4.2V, PVDD=7.1V, PO=6.7W  |          | 76            |  | %   |
| 高电平       | $H_{vsel}$   | -                              |          | $> 3$         |  | V   |
| 低电平       | $L_{vsel}$   | -                              |          | $< 0.5$       |  | V   |

### ● Class\_D功率

$A_v=24dB$ ,  $T_A=25^\circ C$ , 无特殊说明均是双通道同时加载下测试:

| 参数       | 符号                                             | 测试电压                                            | 测试条件                              | 典型值  | 单位 |
|----------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------|------|----|
| 输出功率     | $P_o$                                          | VBAT=4.2V,<br>PVDD=7.1V<br>OCP=GND              | $f=1kHz, R_L=2\Omega, THD+N=10\%$ | 8    | W  |
|          |                                                |                                                 | $f=1kHz, R_L=2\Omega, THD+N=1\%$  | 7.3  |    |
|          |                                                |                                                 | $f=1kHz, R_L=3\Omega, THD+N=10\%$ | 7.4  |    |
|          |                                                |                                                 | $f=1kHz, R_L=3\Omega, THD+N=1\%$  | 6    |    |
|          |                                                |                                                 | $f=1kHz, R_L=4\Omega, THD+N=10\%$ | 6.4  |    |
|          |                                                |                                                 | $f=1kHz, R_L=4\Omega, THD+N=1\%$  | 5.1  |    |
|          | VBAT=4.2V,<br>PBTTL模式:<br>PVDD=7.1V<br>OCP=GND |                                                 | $f=1kHz, R_L=2\Omega, THD+N=10\%$ | 13.2 |    |
|          |                                                |                                                 | $f=1kHz, R_L=2\Omega, THD+N=1\%$  | 10.9 |    |
|          |                                                |                                                 | $f=1kHz, R_L=3\Omega, THD+N=10\%$ | 8.9  |    |
|          |                                                |                                                 | $f=1kHz, R_L=3\Omega, THD+N=1\%$  | 7.3  |    |
|          |                                                |                                                 | $f=1kHz, R_L=4\Omega, THD+N=10\%$ | 7    |    |
|          |                                                |                                                 | $f=1kHz, R_L=4\Omega, THD+N=1\%$  | 5.7  |    |
| 总谐波失真加噪声 | THD+N                                          | $V_{DD}=4.2V, PVDD=7.1V, P_o=4.8W, R_L=4\Omega$ |                                   | 0.15 | %  |

### ■ 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  |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----|
| Output Power VS. THD+N _Class_D             | $R_L=2\Omega+15uH, A_v=24dB, Class\_D$                            | 图1  |
|                                             | $R_L=4\Omega+33uH, A_v=24dB, Class\_D$                            | 图2  |
| Output Power VS. THD+N _Class_AB            | $R_L=4\Omega, A_v=24dB, Class\_AB$                                | 图3  |
| Frequency VS. THD+N                         | $V_{BAT}=4.2V, R_L=4\Omega, A_v=24dB, P_o=1.5W, Class\_D\_Awting$ | 图4  |
| Input Voltage VS. Power Crrent              | $V_{BAT}=3.0V-5V, Class\_D$                                       | 图5  |
| Input Voltage VS. Maximum Output Power      | $R_L=4\Omega+33uH, THD=10\%, Class\_D$                            | 图6  |
| Frequency Response                          | $V_{BAT}=4.2V, R_L=4\Omega+33uH, Class\_D$                        | 图7  |
| Output Power VS Efficiency                  | $V_{BAT}=4.2V, R_L=4\Omega+33uH, Class\_D$                        | 图8  |
| PBLT_MODE : Output Power VS. THD+N _Class_D | $R_L=2\Omega+15uH, A_v=24dB, Class\_D$                            | 图9  |
| Boost Limiting VS. Ocpset Resistor          | $V_{BAT}=4.2V$                                                    | 图10 |

● 特性曲线图 ( $T_A=25^{\circ}\text{C}$ )

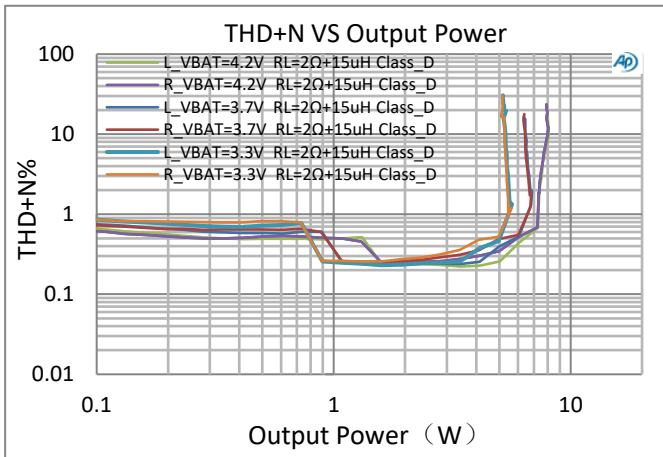


图1: THD+N VS .Output Power Class\_D

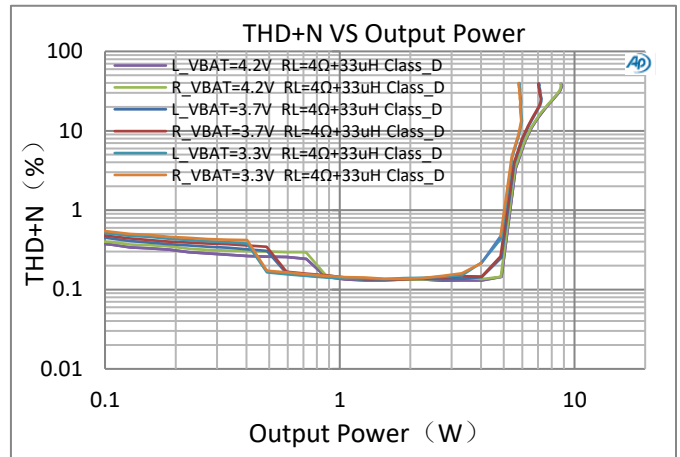


图2: THD+N VS .Output Power Class\_D

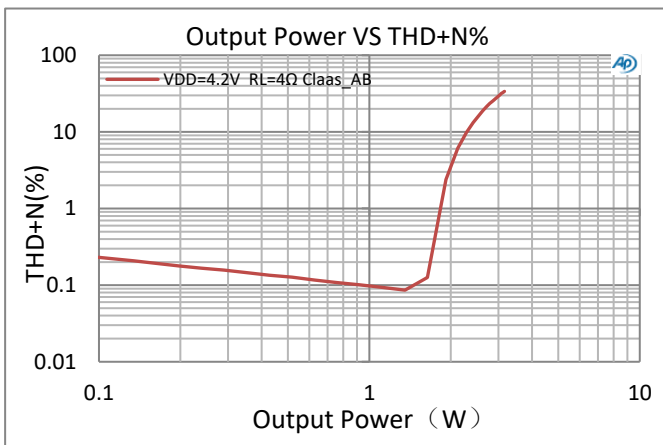


图3: THD+N VS. Output Power Class\_AB

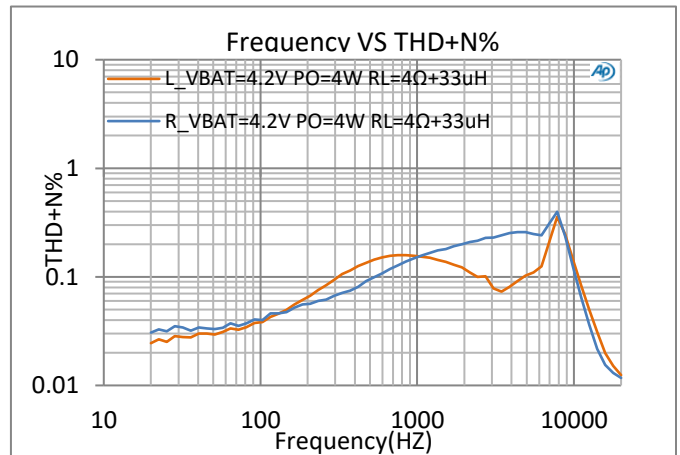


图4: Frequency VS THD+N

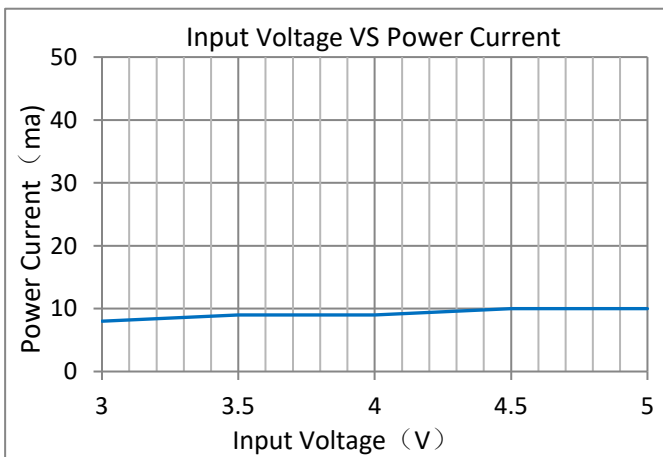


图5: Power Crent VS. Supply Voltage

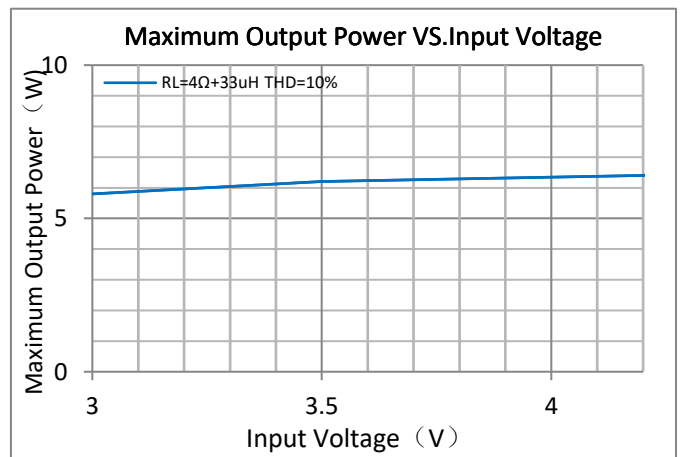


图6: Input Voltage VS. Maximum Output Power

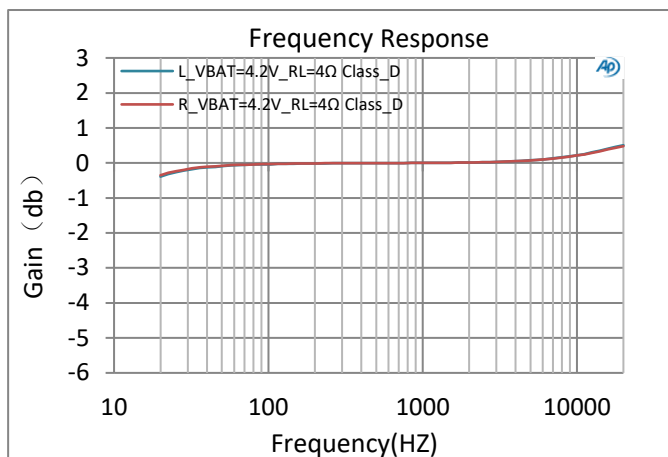


图7: Frequency Response

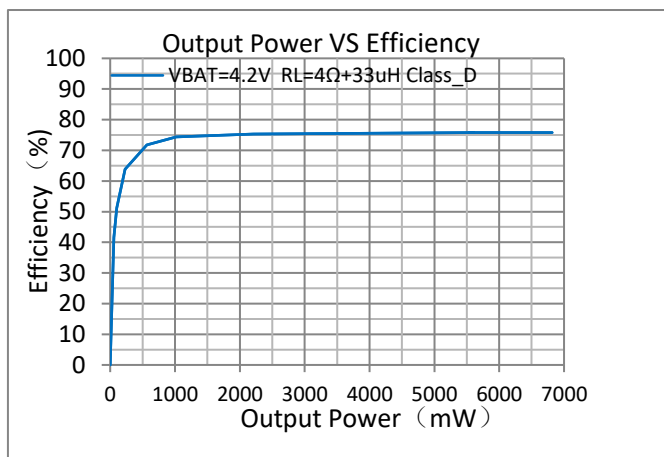


图8: Output Power VS Efficiency

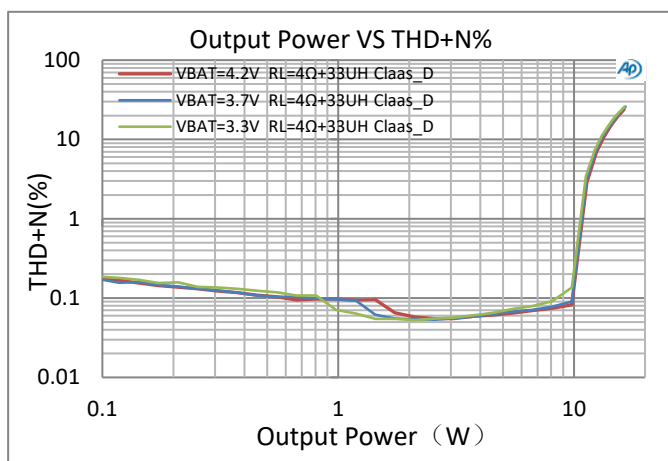


图 9: PBLT\_MODE : Output Power VS. THD+N\_Class\_D

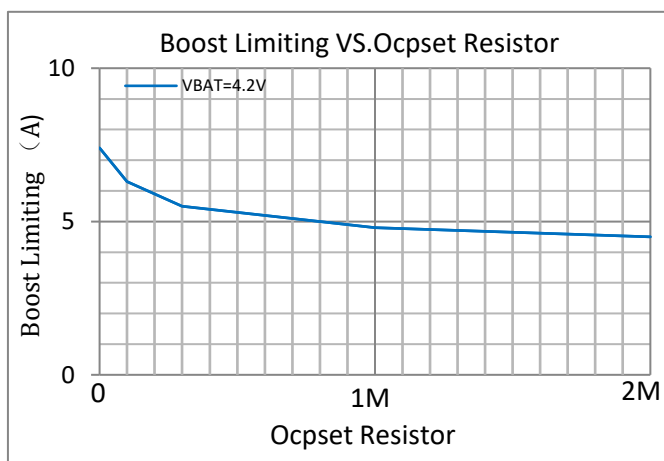


图 10: Boost Limiting VS.Ocpset Resistor

## ■ 应用说明

### ● EN管脚控制

EN脚是芯片使能端,控制芯片的工作模式, EN脚控制切换D类模式、AB类模式、和关断模式。

| EN管脚     | 芯片状态  |
|----------|-------|
| <0.5V    | 关断    |
| 1.0-1.3V | AB类模式 |
| 1.8-3.3V | D类模式  |

### ● VSEL管脚控制

该脚位控制芯片的升压最高电压, 当接为高电平时升压值为7.1V, 当接低电平升压值为6.5V

| VSEL管脚 | 升压电压 |
|--------|------|
| 高电平或悬空 | 7.1V |
| GND    | 6.5V |

### ● ALC管脚控制

ALC控制芯片的防破音开启与关闭, LTK5328内置两种防破音:

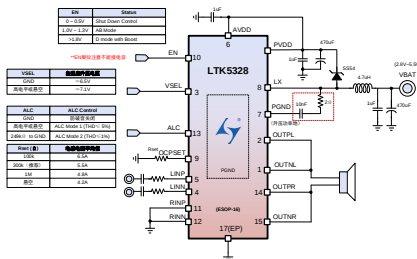
D类防破音1 (ALC1: THD≈5%)

D类防破音2 (ALC2: THD≈1%)

| ALC管脚   | 防破音状态                 |
|---------|-----------------------|
| 低电平     | 无防破音                  |
| 高电平或悬空  | 防破音1<br>(ALC1:THD≈5%) |
| 接249K下地 | 防破音2<br>(ALC2:THD≈1%) |

### ● PBT模式

LTK5328内置PBT模式, 该模式在较小阻抗的负载下可以输出较大的功率, 极大程度的提高效率, PBT应用如下图:



### ● 功放增益控制

D类模式时输出为(PWM信号)数字信号, AB类输出模拟信号, 其增益均可通过R<sub>IN</sub>调节。

$$A_v = \frac{513K}{5.3K + R_{IN}}$$

A<sub>v</sub>为增益, 通常用dB表示, 上述计算结果单位为倍数、20Log倍数=dB。

R<sub>IN</sub>电阻的单位为kΩ、513kΩ为内部反馈电阻

(R<sub>F</sub>), 5.3kΩ为内置串联电阻(R<sub>S</sub>), R<sub>IN</sub>由用户根据实际供电电压、输入幅度、和失真度定义。如R<sub>IN</sub>=27k时, ≈15.9倍、A<sub>v</sub>≈24dB  
 输入电容(C<sub>IN</sub>)和输入电阻(R<sub>IN</sub>)组成高通滤波器, 其截止频率为:

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

C<sub>in</sub>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POPO

### ● OCPSET电阻限流功能

OCP功能是通过该脚位接下地电阻, 限制电感电流大小, 下表给出了的OCP不同电阻时对应的参考电感电流

| OCPSET管脚 | 电感电流平均值 |
|----------|---------|
| 100K     | 6.5A    |
| 300K     | 5.5A    |
| 1M       | 4.8A    |
| 2.2M     | 4.5A    |

### ● BOOST电感

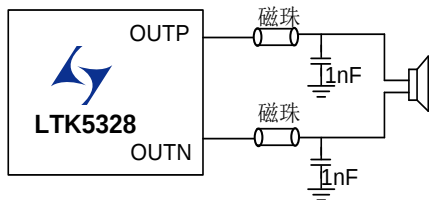
电感是BOOST电路中最重要元器件, 电感选择不合适会对BOOST电路的影响非常大。选择的电感一定要有足够大的额定电流和饱和电流。并且电感的DRC(直流电阻)越小越好。电感的DRC要小于50mΩ, 饱和电流不小于5A.对于电感量的选择电感量小会有较大的电流纹波, 但是能提供较好的瞬态响应, 同时会降低BOOST电路的工作效率。而选用电感量大的是可以降低电流纹波, 同时对于工作效率会有所提高, 但瞬态响应会差, 所以让功放工作在正常状态, 要选用合适电感量, 推荐使用4.7UH的电感。

## ● BOOST输出电容

LTK5328是BOOST升压功放，需要足够的电源电容以保证输出电压稳定，纹波小和噪音小。PVDD端的滤波电容最重要，其次是VBAT电容，PVDD端的电容是用来稳定升压电压降低输出电压纹波，并且保证PWM开关控制的工作正常,这个电容对BOOST输出电压的纹波和稳定性有很大影响,可以选择一个大电容再并联一小陶瓷电容,大电容的值在470uF以上耐压不低于16V,小的陶瓷电容在0.1uF-10uF之间,尽量靠近管脚放置，VBAT管脚建议放置一个大电容和一个陶瓷电容来更好的滤波，典型值470uF并联1uF，放置在尽可能靠近器件VBAT管脚处，可以得到最好的性能

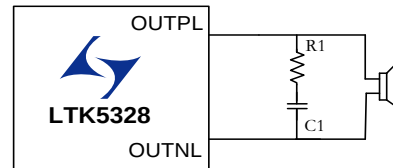
## ● EMI处理

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。



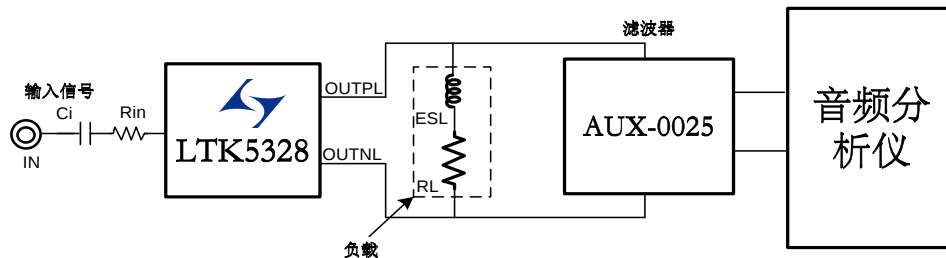
## ● RC缓冲电路

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。

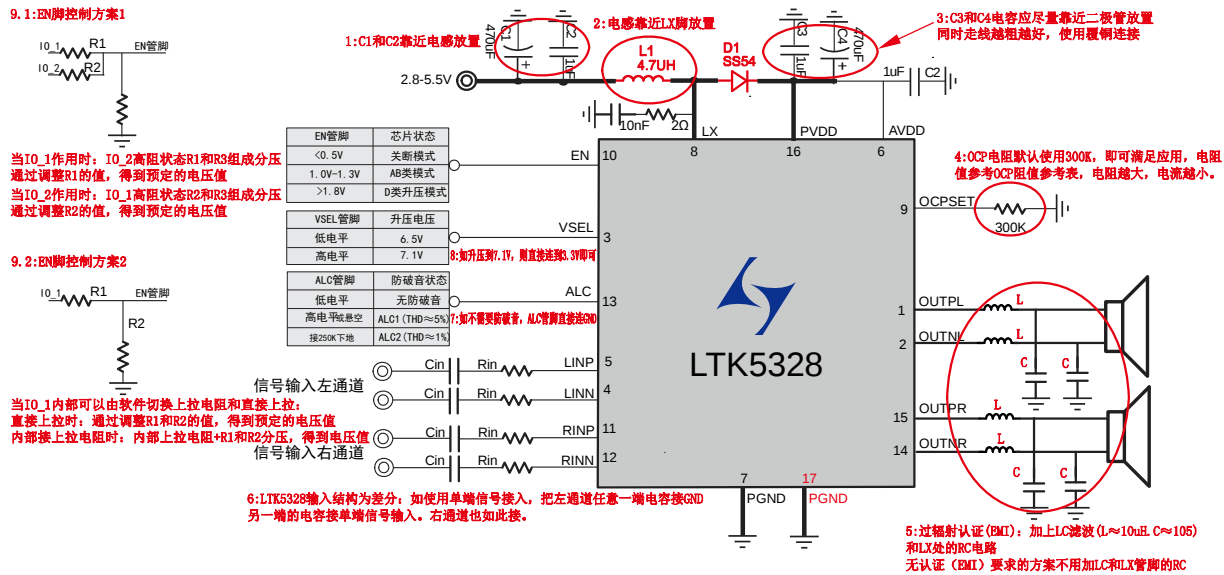


## ■ 测试方法

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。

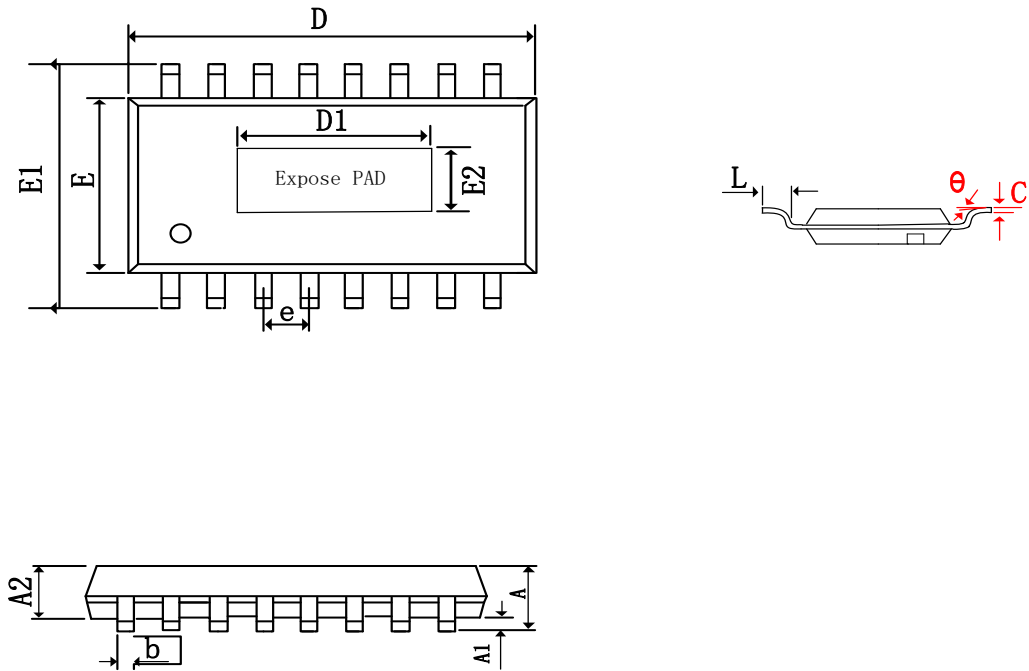


## ■ 芯片外围设计及PCB布局、走线建议事项



- PVDD 端选用 470uF/16V 插件电容和 1uF 的陶瓷电容并联, 电容尽量靠近 PVDD 管脚。VBAT 端同样选用 470uF/16V 插件电容和 1uF 的陶瓷电容并联, 电容尽量靠近电感放置。
- BOOST 升压电感尽量靠近芯片 LX 管脚放置
- 供电脚 (SW、PVDD) 走线尽量粗, 最好使用敷铜来连接网络, 如走线或敷铜中必须打过孔应使用多孔连接, 并加大过孔内径, 不可使用单个过孔直接将电源走线连接, 因为大电流会引起较大的压降, 会导致压降比较大, 对输出功率有较大影响, 电源中如存在较大的阻抗甚至影响声音会出现卡顿情况。
- 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。
- LTK5328 的底部是芯片功率 PGND 焊盘, 必须接地有良好的接触, 建议 PCB 在芯片底部使用大面积开窗敷铜, 对芯片散热有很大的帮助, LTK5328 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 0.5mm 以上。
- 芯片底部焊盘必须与 PCB 露铜 GND 部分连接, 因芯片底部和芯片脚位高度存在 0.1mm (±0.05mm) 的误差高度, 在贴片时需要注意适当增加钢网厚度, 建议将芯片底部处的钢网增加 0.1mm 左右的填充物来增加锡膏厚度, 并定期抽测检查锡膏厚度是否能使芯片底部和 PCB 露铜部分完全贴合。
- 使能管脚 EN 不能接电容。

■ 芯片封装 (Esop-16)



| Symbol | Dimensions In Milli meters |      | Dimensions In Inches |       |
|--------|----------------------------|------|----------------------|-------|
|        | Min                        | Max  | Min                  | Max   |
| A      | 1.35                       | 1.75 | 0.053                | 0.069 |
| A1     | 0.10                       | 0.25 | 0.004                | 0.010 |
| A2     | 1.35                       | 1.55 | 0.053                | 0.061 |
| b      | 0.33                       | 0.51 | 0.013                | 0.020 |
| c      | 0.17                       | 0.25 | 0.007                | 0.010 |
| D      | 9.80                       | 10.2 | 0.386                | 0.402 |
| D1     | 3.50                       | 4.50 | 0.138                | 0.177 |
| E      | 3.80                       | 4.00 | 0.150                | 0.157 |
| E1     | 5.80                       | 6.20 | 0.228                | 0.244 |
| E2     | 2.00                       | 3.00 | 0.079                | 0.118 |
| e      | 1.27(BSC)                  |      | 0.050(BSC)           |       |
| L      | 0.40                       | 1.27 | 0.016                | 0.050 |
| θ      | 0°                         | 8°   | 0°                   | 8°    |

ESOP-16

声明：深圳联辉科电子技术有限公司保留在任何时间、不另行通知的情况下对规格书的更改权。  
 深圳联辉科电子技术有限公司提醒：请务必严格应用建议和推荐工作条件使用。如超出推荐工作条件以及不按应用建议使用，本公司不保证产品后续的任何售后问题。