

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 AGC 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

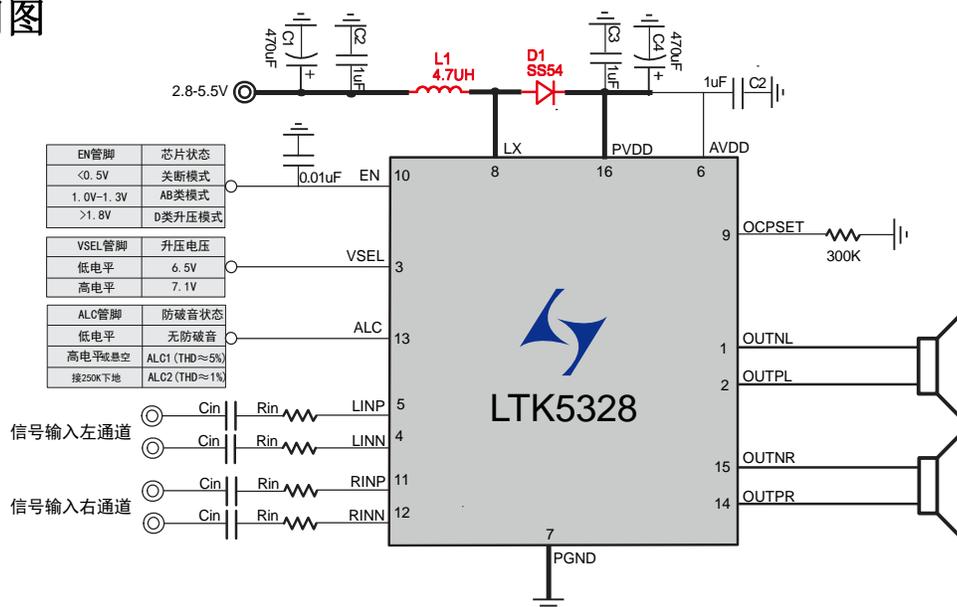
■ 特性

- 输入电压范围 2.8V-5.5V
- PBTL 模式
- 两种自动增益控制 (AGC)
- 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，2Ω+15UH 负载下提供高达 13W 的输出功率
- 短路保护、欠压保护、过温保护

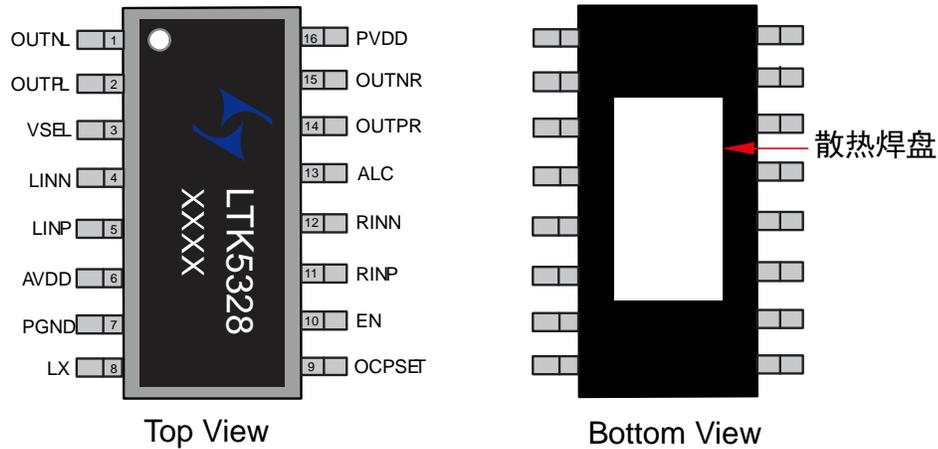
■ 封装

芯片型号	封装类型	封装尺寸
LTK5328	ESOP16	

■ 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	OUTNL	O	左声道音频输出负端
2	OUTPL	O	左声道音频输出正端
3	VSEL	I	升压电压选择
4	LINN	I	左通道输入负端
5	LINP	I	左通道输入正端
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	右通道输入正端
12	RINN	I	右通道输入负端
13	ALC	I	防破音控制脚位
14	OUTPR	O	右通道输出正端
15	OUTNR	O	右通道输出负端
16	PVDD	P	BOOST升压电压输出

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°C~150°C	°C
结温度	T_J	160°C	°C
负载	R_L	≥ 2	Ω

推荐工作范围

参数名称	符号	数值	单位
供电电压	V_{DD}	3~4.2V	V

工作环境温度	T_{STG}	-40°C to 85°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

$A_V=24dB$, $T_A=25^\circ C$, 无特殊说明的项目均是在VBAT=3.7V, 4Ω +33uH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}	VBAT =3.7V, D类	-	8	-	mA
		VBAT =3.7V, AB类		7	-	mA
关断电流	I_{SHDN}	VBAT=3.7V	-	1		uA
静态底噪	V_n	VBAT=3.7V, AV=20DB, Awting		120		uV
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		≈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, $R_{IN}=27k$		≈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_{DSON}	$I_{DS}=0.5A$ $V_{GS}=4.2V$	P_MOSFET	150		mΩ
			N_MOSFET	120		
内置输入电阻	R_s			5K		KΩ
内置反馈电阻	R_f			513K		KΩ
效率	η_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, PVDD=7.1V 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, PBTL模式: PVDD=7.1V 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			

		$f=1\text{kHz}, R_L=4\Omega, \text{THD+N}=1\%$	5.7	
总谐波失真加噪声	THD+N	$V_{DD}=4.2\text{V}, PVDD=7.1\text{V}, P_o=4.8\text{W}, R_L=4\Omega$	0.15	%

性能特性曲线

- 特性曲线测试条件 ($T_A=25^\circ\text{C}$)

描述	测试条件	编号
Output Power VS. THD+N _Class_D	$RL=2\Omega+15\mu\text{H}, A_v=24\text{DB}, \text{Class}_D$	图1
	$RL=4\Omega+33\mu\text{H}, A_v=24\text{DB}, \text{Class}_D$	图2
Output Power VS. THD+N _Class_AB	$RL=4\Omega, A_v=24\text{DB}, \text{Class}_{AB}$	图3
Frequency VS. THD+N	$VBAT=4.2\text{V}, RL=4\Omega, A_v=24\text{DB}, PO=1.5\text{W}, \text{Class}_D \text{ Awting}$	图4
Input Voltage VS. Power Crrrent	$VBAT=3.0\text{V}-5\text{V}, \text{Class}_D$	图5
Input Voltage VS. Maximum Output Power	$RL=4\Omega+33\mu\text{H}, \text{THD}=10\%, \text{Class}_D$	图6
Frequency Response	$VBAT=4.2\text{V}, RL=4\Omega+33\mu\text{H}, \text{Class}_D$	图7
Output Power VS Efficiency	$VBAT=4.2\text{V}, RL=4\Omega+33\mu\text{H}, \text{Class}_D$	图8
PBLT_MODE : Output Power VS. THD+N _Class_D	$RL=2\Omega+15\mu\text{H}, A_v=24\text{DB}, \text{Class}_D$	图9
Boost Limiting VS. Ocpset Resistor	$VBAT=4.2\text{V}$	图10

- 特性曲线图 ($T_A=25^\circ\text{C}$)

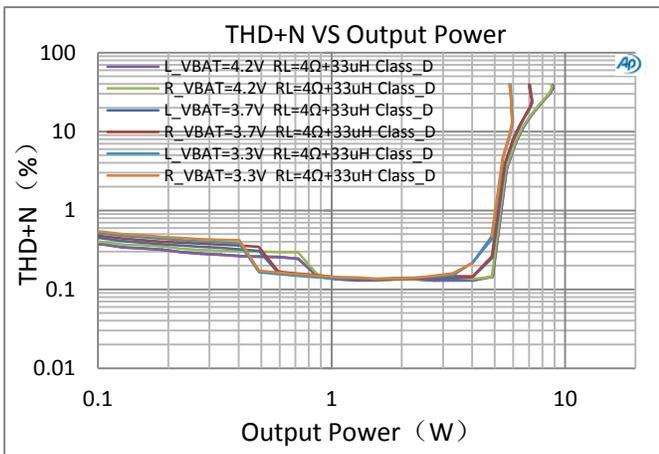


图2: THD+N VS .Output Power Class_D

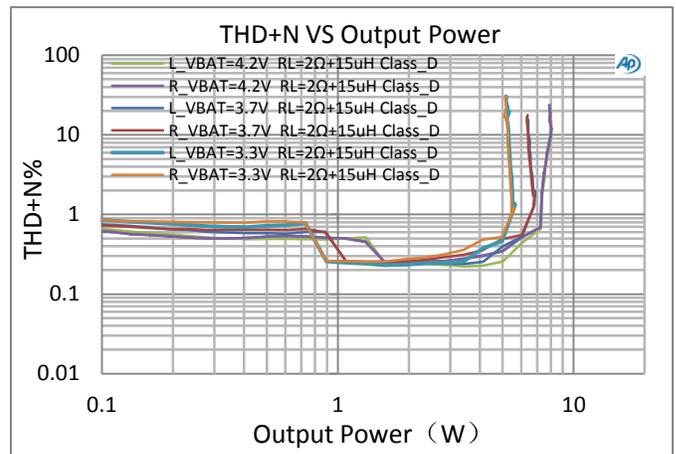


图1: THD+N VS .Output Power Class_D

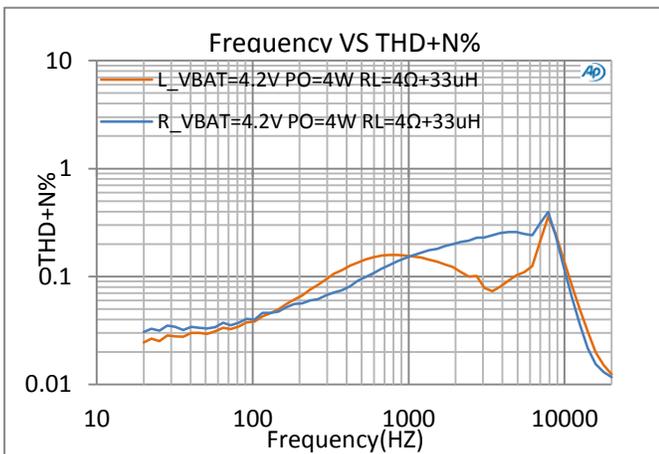


图4: Frequency VS. THD+N

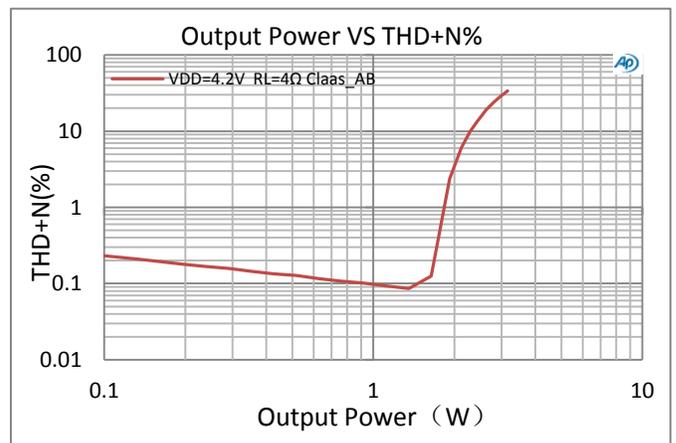


图3: THD+N VS. Output Power Class_AB

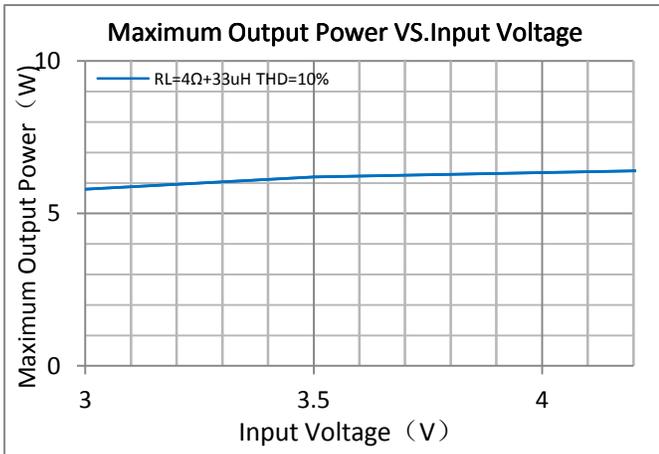


图6: Input Voltage VS. Maximum Output Power

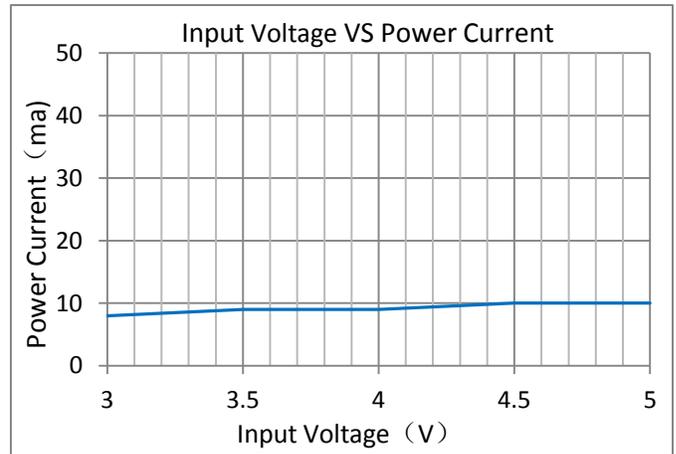


图5: Power Current VS. Supply Voltage

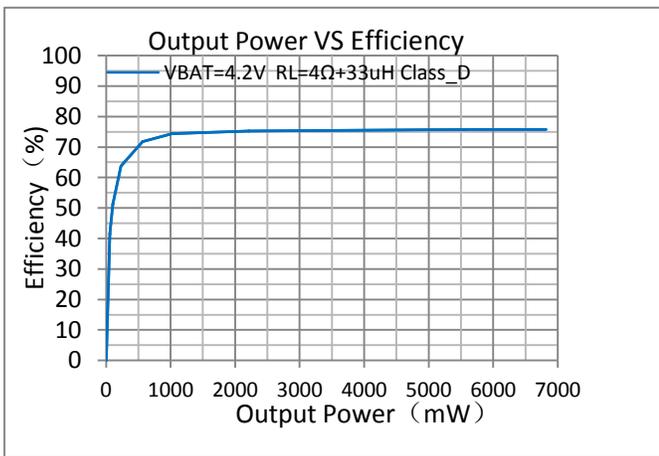


图8: Output Power VS Efficiency

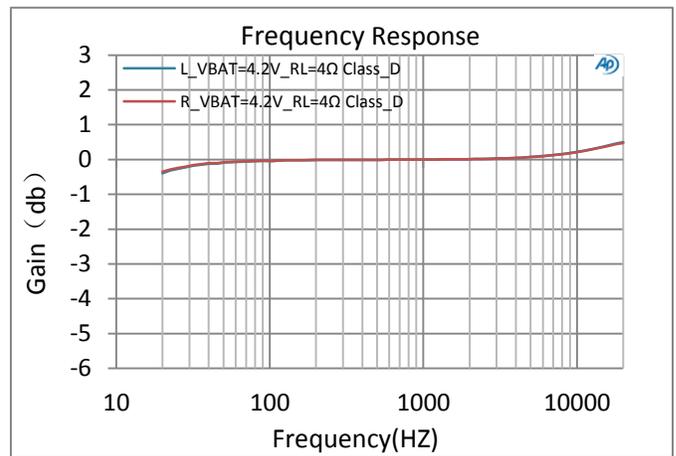


图7: Frequency Response

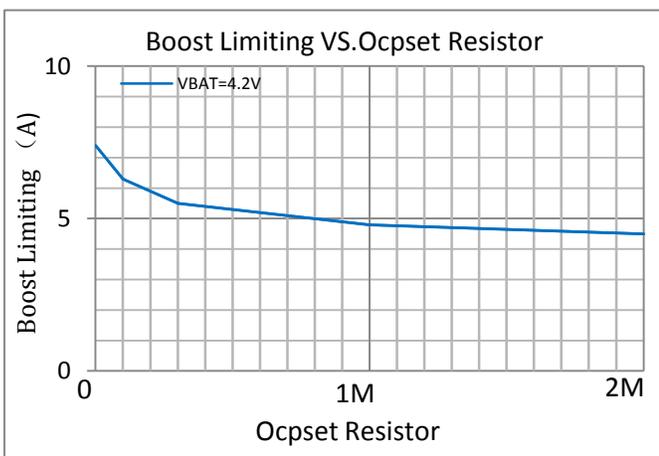


图 9: PBLT_MODE : Output Power VS. THD+N_Class_D

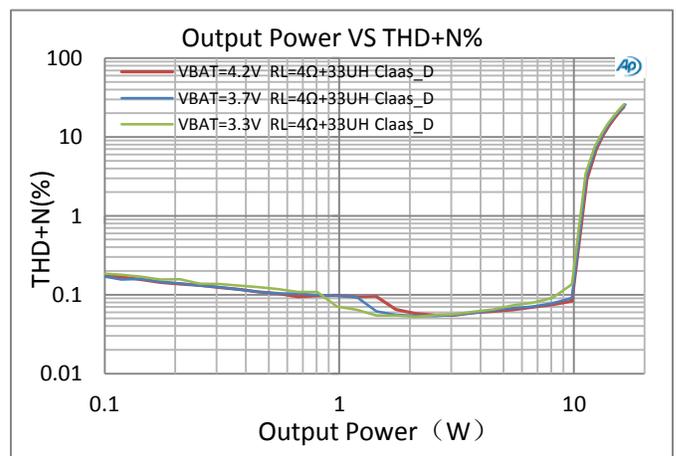


图 10: Boost Limiting VS.Ocpset Resistor

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脚需要并一个电容下地，提供更稳定的电压。

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	7.1V
低电平	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：

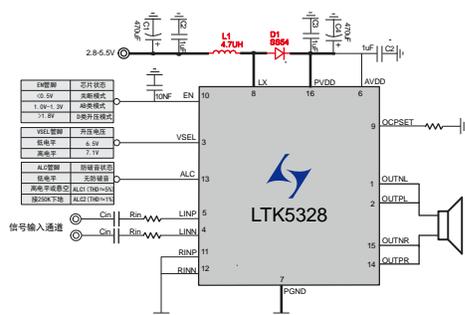
D类防破音1 (AGC1: THD≈5%)

D类防破音2 (AGC2: 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 (AGC1:THD≈5%)
接250K下地	防破音2 (AGC2:THD≈1%)

PBTL模式

LTK5328内置PBTL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，PBTL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_{IN}调节。

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

A_v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_{IN}电阻的单位为KΩ、513KΩ为内部反馈电阻（R_F），5.3KΩ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，≈15.9倍、A_v≈24DB
输入电容（C_{IN}）和输入电阻（R_{IN}）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_{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

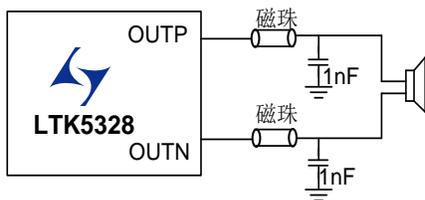
电感是BOOST电路中最重要元器件，电感选择不合适会对BOOST电路的影响非常大。选择的电感一定要有足够大的额定电流和饱和电流。并且电感的DRC（直流电阻）越小越好。电感的DRC要小于50mΩ，饱和电流不小于5A。对于电感量的选择电感量小会有较大的电流纹波，但是能提供较好的瞬态响应，同时会降低BOOST电路的工作效率。而选用电感量大的是可以降低电流纹波，同时对于工作效率会有所提高，但瞬态响应会差，所以让功放工作在正常状态，要选用合适电感量，推荐使用4.7uH的电感。

● 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470μF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

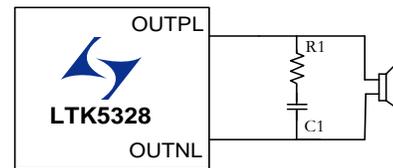
● EMI处理

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。



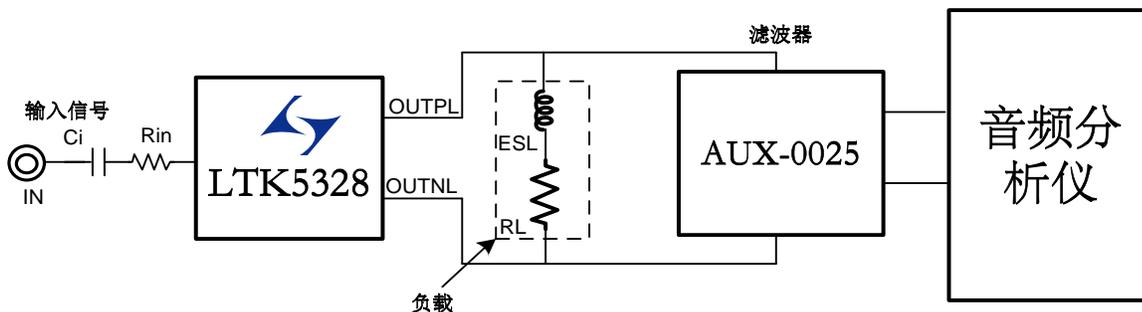
● RC缓冲电路

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。

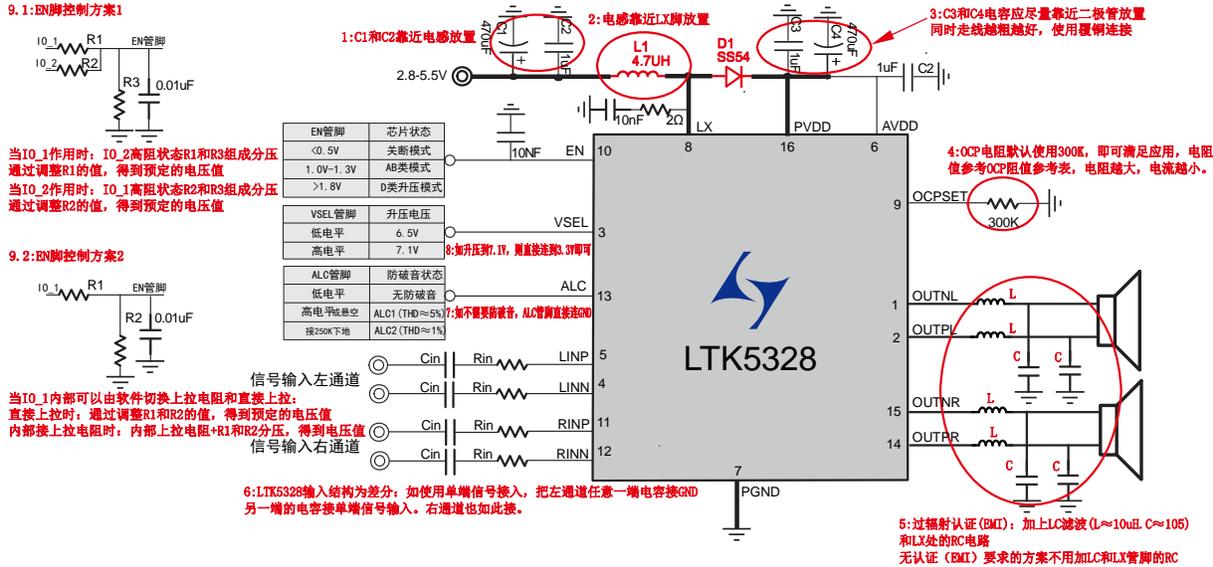


■ 测试方法

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。

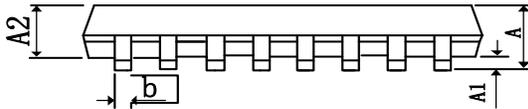
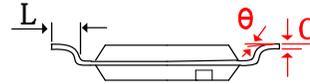
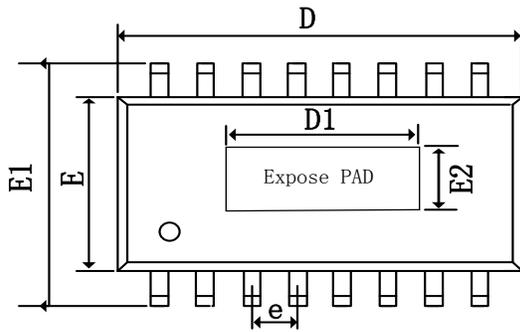


■ 芯片外围设计及PCB布局、走线建议事项



- 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 的底部带有散热片,建议 PCB 在芯片底部使用大面积开窗敷铜,直接焊接芯片底部,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 0.4mm 以上。

■ 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