

LTK5325 2×5.3W双声道升压G类音频功率放大器

■ 概述

LTK5325 是一款 2×5.3W 内置异步升压音频功率放大器，芯片具有自适应升压、防破音、AB/D 类模式切换。自适应同时具备超低底噪、超低 EMI，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，当输出幅度较大时内部自动启动升压电路，自适应升压能在提高电池续航时间，延长电池的使用寿命率。LTK5325 有 2 种防破音模式可选择，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

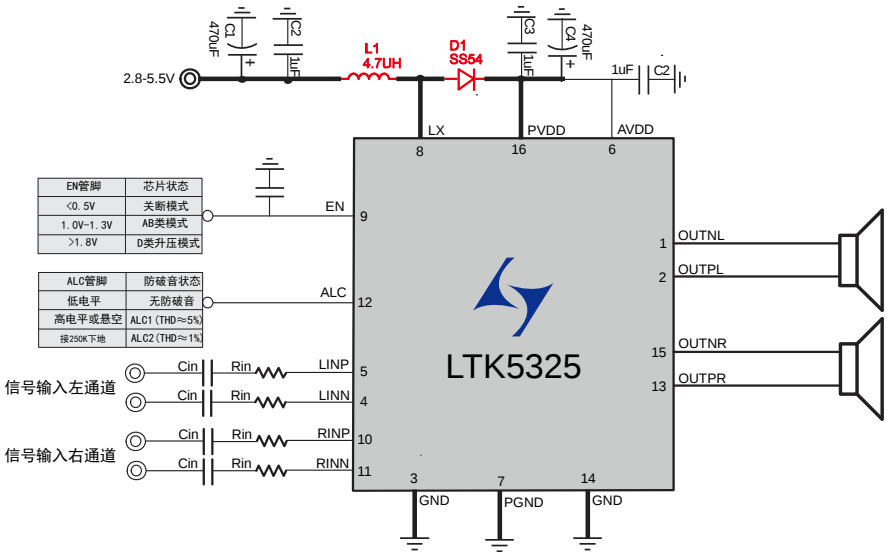
■ 特性

- 输入电压范围 2.8V-5.5V
- 内置异步 BOOST 升压
- 自适应升压
- 两种防破音模式（ALC）
- 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，4Ω+33UH 负载下提供高达 2×5.3W 的输出功率
- THD+N=1%，VBAT=4.2V，4Ω+33UH 负载下提供高达 2×4.2W 的输出功率
- 短路保护、欠压保护、过温保护

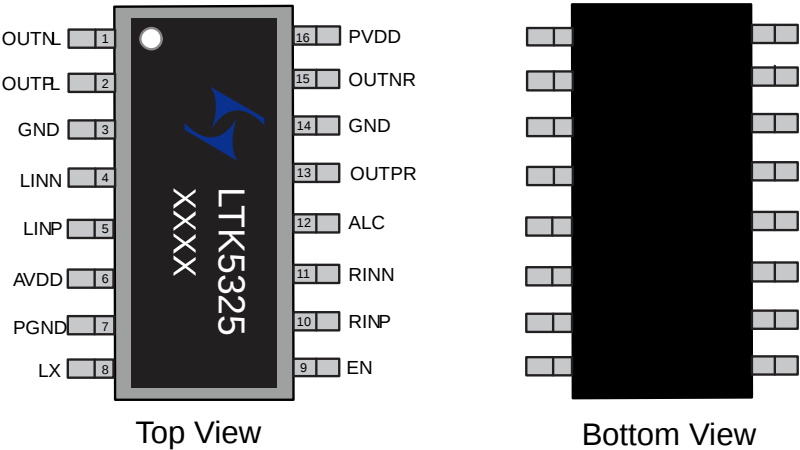
■ 封装

芯片型号	封装类型	封装尺寸
LTK5325	SOP_16	10mm*6mm

■ 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	GND	G	电源负端
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	B00ST升压开关切换，接外部电感
9	EN	I	芯片使能控制
10	RINP	I	右通道输入正端
11	RINN	I	右通道输入负端
12	ALC	I	防破音控制脚位
13	OUTPR	O	右通道输出正端
14	GND	G	电源负端
15	OUTNR	O	右通道输出负端
16	PVDD	P	B00ST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℃~150℃	℃
结温度	T_J	160℃	℃
负载	R_L	≥3	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℃ to 85℃	℃
结温度	T_J	-	℃



■ 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	V

■ 基本电气特性

$A_V=24\text{dB}$, $T_A=25^\circ\text{C}$, 无特殊说明的项目均是在 $V_{BAT}=3.7\text{V}$, $4\Omega+33\mu\text{H}$ 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}	$V_{BAT}=3.7\text{V}$, D类	—	8	—	mA
		$V_{BAT}=3.7\text{V}$, AB类		7	—	mA
关断电流	I_{SHDN}	$V_{BAT}=3.7\text{V}$	—	1		μA
静态底噪	V_n	$V_{BAT}=3.7\text{V}$, $A_V=20\text{DB}$, A_{wting}		120		μV
D类频率	F_{SW}	$V_{BAT}=3.7\text{V}$		510		kHz
升压LX频率	F_{LX}	$V_{BAT}=3.7\text{V}$		800		kHz
BOOST升压电压	V_{PVDD}	$V_{BAT}=3.7\text{V}$		≈ 6.5		V
输出失调电压	V_{os}	$V_{IN}=0\text{V}$		10		mV
启动时间	T_{start}	$V_{dd}=3.7\text{V}$		256		ms
增益	A_V	D类模式, $R_{IN}=27\text{k}$		≈ 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		$^\circ\text{C}$
静态导通电阻	$R_{DS(on)}$	$I_{DS}=0.5\text{A}$ $V_{GS}=4.2\text{V}$	P_MOSFET	150		$\text{m}\Omega$
			N_MOSFET	120		
内置输入电阻	R_s			6.5K		$\text{k}\Omega$
内置反馈电阻	R_f			416K		$\text{k}\Omega$
效率	η_c	$V_{BAT}=4.2\text{V}$, $P_O=4\text{W}$		0.15		%

● Class_D功率

$A_V=24\text{dB}$, $T_A=25^\circ\text{C}$, 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	$V_{BAT}=4.2\text{V}$	$f=1\text{kHz}$, $R_L=4\Omega$, $\text{THD+N}=10\%$,	5.3	W
			$f=1\text{kHz}$, $R_L=4\Omega$, $\text{THD+N}=1\%$,	4.2	
总谐波失真加噪声	THD+N		$V_{DD}=4.2\text{V}$, $P_o=4\text{W}$, $R_L=4\Omega$	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
Input Amplitude VS. Output Amplitude	$V_{BAT}=4.2\text{V}, R_L=4\Omega+33\mu\text{H}, \text{Class_D}$	图1
Output Power VS. THD+N _Class_D	$R_L=4\Omega+33\mu\text{H}, A_V=24\text{dB}, \text{Class_D}$	图2
Output Power VS. THD+N _Class_AB	$R_L=4\Omega, A_V=24\text{dB}, \text{Class_AB}$	图3
Frequency VS. THD+N	$V_{BAT}=4.2\text{V}, R_L=4\Omega, A_V=24\text{dB}, P_O=1.5\text{W}, \text{Class_D_Awting}$	图4
Input Voltage VS. Power Crrent	$V_{BAT}=3.0\text{V}-5\text{V}, \text{Class_D}$	图5
Input Voltage VS. Maximum Output Power	$R_L=4\Omega+33\mu\text{H}, \text{THD}=10\%, \text{Class_D}$	图6
Frequency Response	$V_{BAT}=4.2\text{V}, R_L=4\Omega+33\mu\text{H}, \text{Class_D}$	图7
Output Power VS Efficiency	$V_{BAT}=4.2\text{V}, R_L=4\Omega+33\mu\text{H}, \text{Class_D}$	图8

特性曲线图 ($T_A=25^{\circ}\text{C}$)

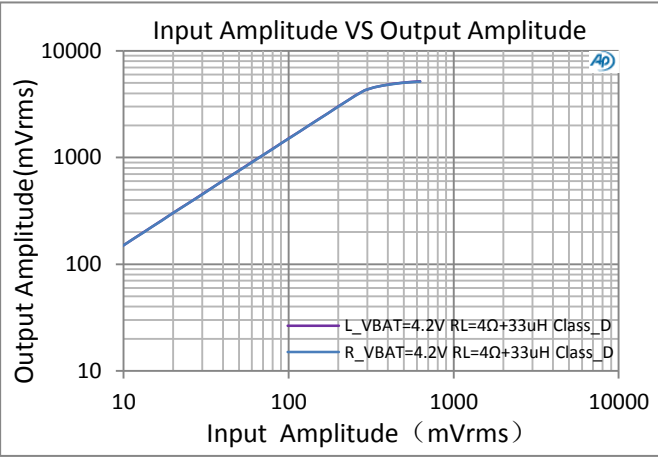


图1: Input Amplitude VS. Output Amplitude

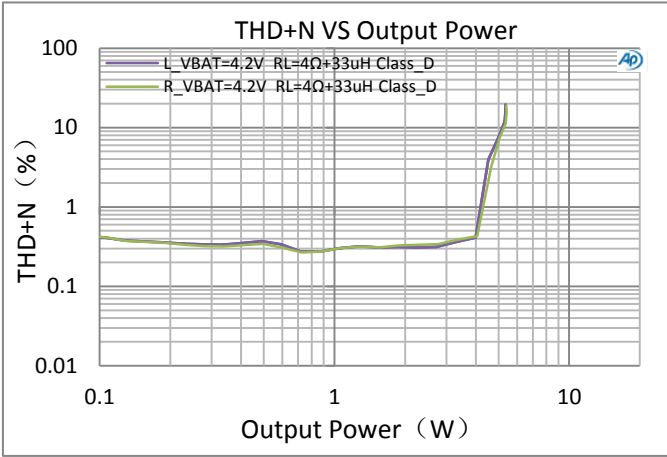


图2: THD+N VS. Output Power Class_D

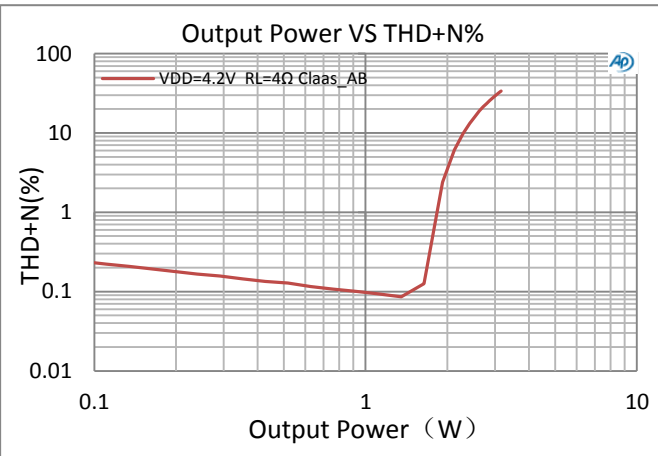


图3: THD+N VS. Output Power Class_AB

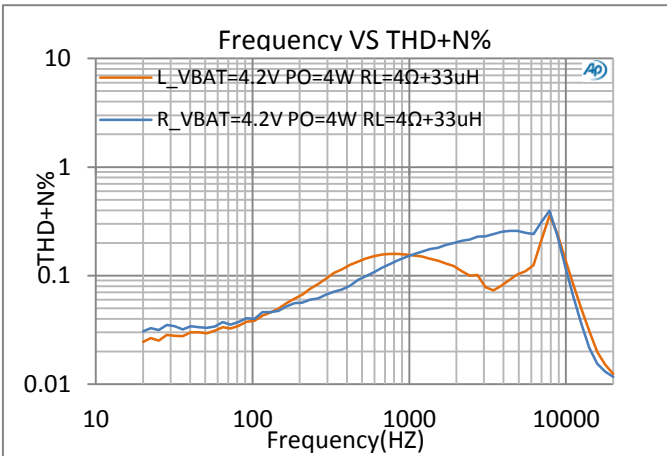


图4: Frequency VS. THD+N

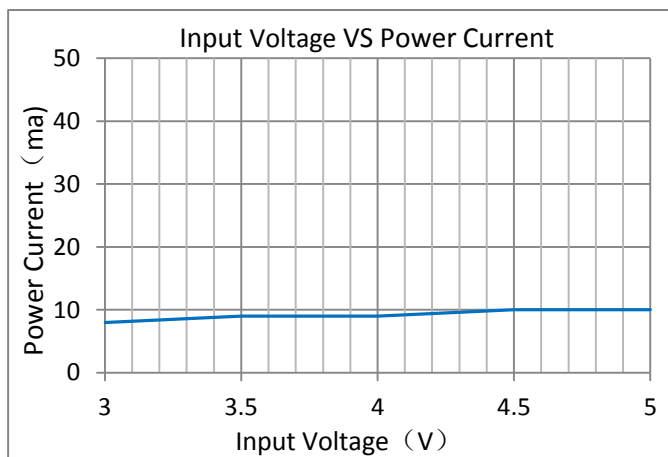


图5: Power Crrent VS. Supply Voltage

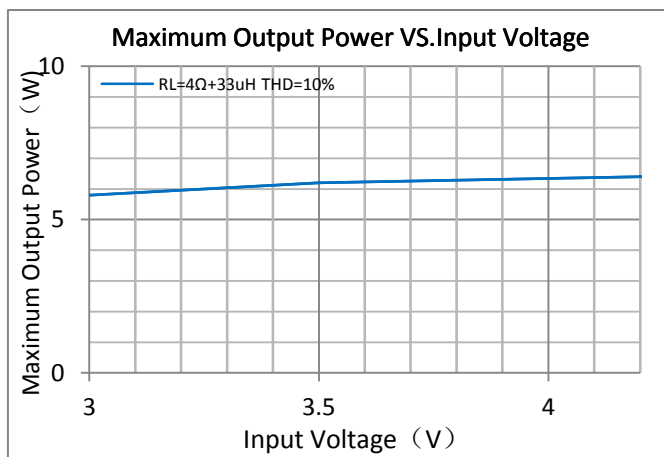


图6: Input Voltage VS. Maximum Output Power

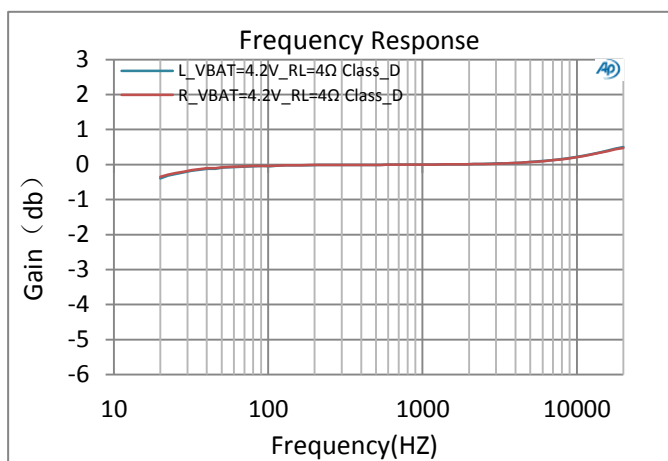


图7: Frequency Response

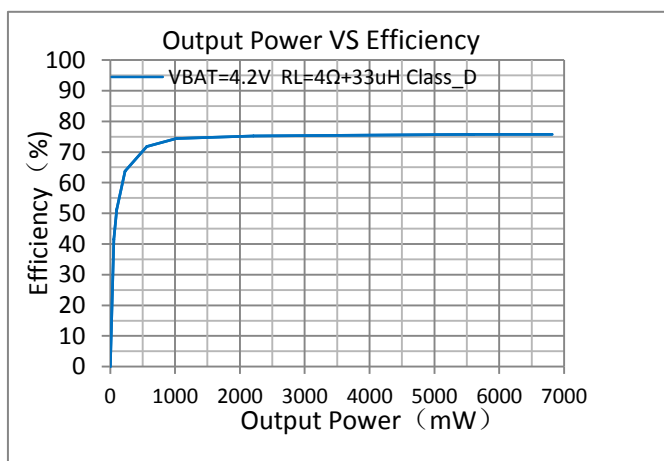


图8: Output Power VS Efficiency

■ 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, 由EN脚切换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

● ALC管脚控制

ALC控制芯片的防破音开启与关闭, LTK5325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%)

● 功放增益控制

D类模式时输出为 (PWM信号) 数字信号, 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、 $A_v \approx 24$ DB
 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

● BOOST电感

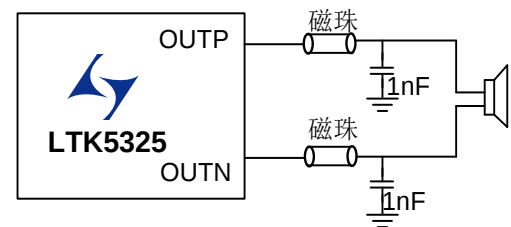
电感是BOOST电路中最重要元器件, 电感选择不合适会对BOOST电路的影响非常大。选择的电感一定要有足够大的额定电流和饱和电流。并且电感的DRC (直流电阻) 越小越好。电感的DRC要小于50mΩ, 饱和电流不小于5A. 对于电感量的选择电感量小会有较大的电流纹波, 但是能提供较好的瞬态响应, 同时会降低BOOST电路的工作效率。而选用电感量大的是可以降低电流纹波, 同时对于工作效率会有所提高, 但瞬态响应会差, 所以让功放工作在正常状态, 要选用合适的电感量, 推荐使用4.7uH的电感。

● BOOST电容

LTK5325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

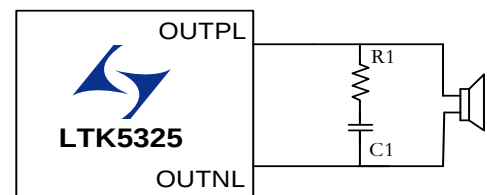
● EMI处理

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

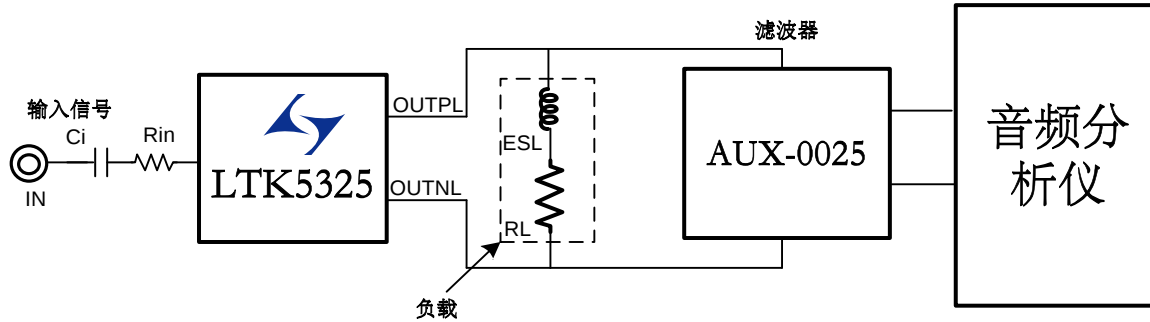
如喇叭负载阻抗值较小时, 建议在输出端并一个电阻和一个电容来吸收电压尖峰, 防止芯片工作异常。电阻推荐使用: 2Ω-5Ω, 电容推荐: 500PF-10NF。





■ 测试方法

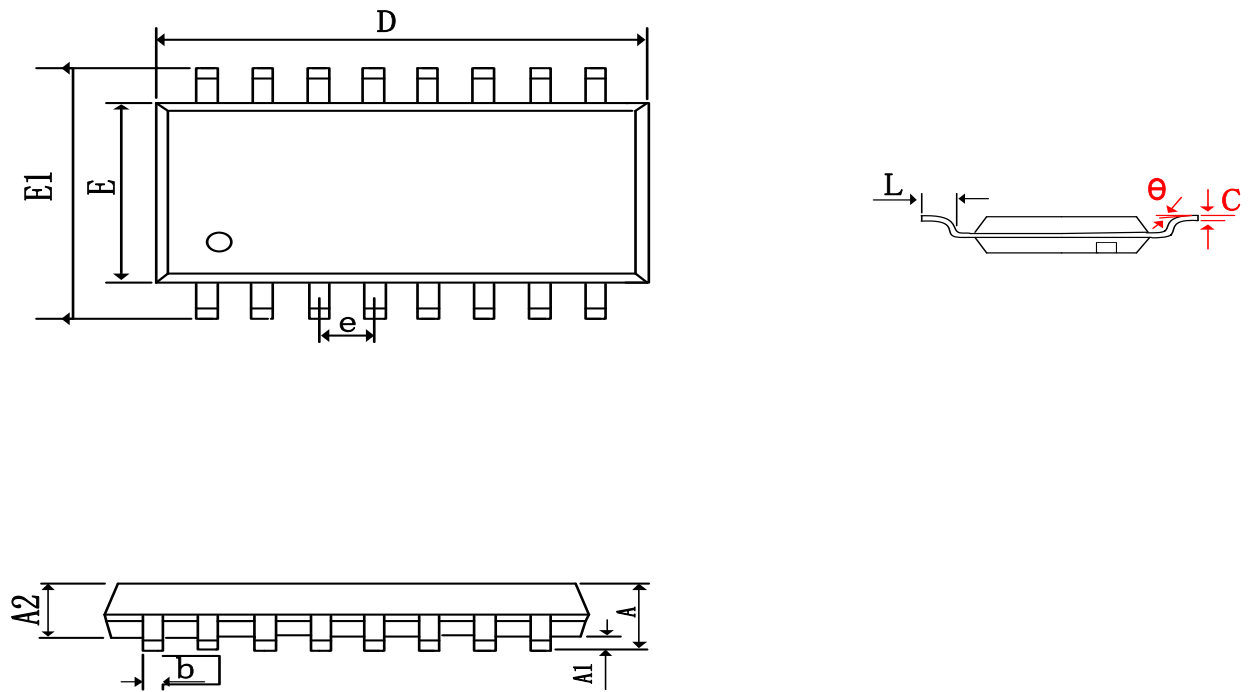
在测试D类模式时必须加滤波器测试。AUX-0025为滤波器。为了测试数据精准并符合实际应用，在RL负载端串联一个电感，模拟喇叭中的寄生电感。



■ PCB设计注意事项

- 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（LX、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。
- LTK5325 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，LTK5325 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（SOP16）



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