

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

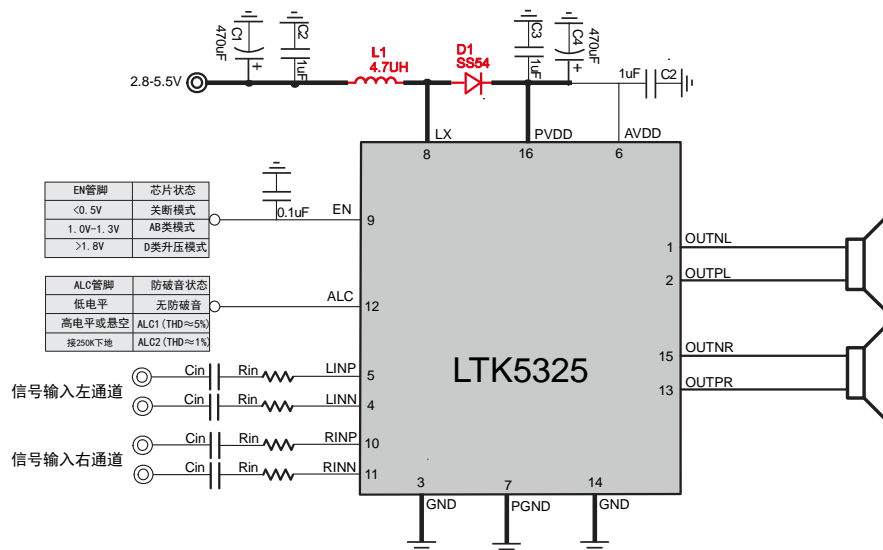
■ 特性

- 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

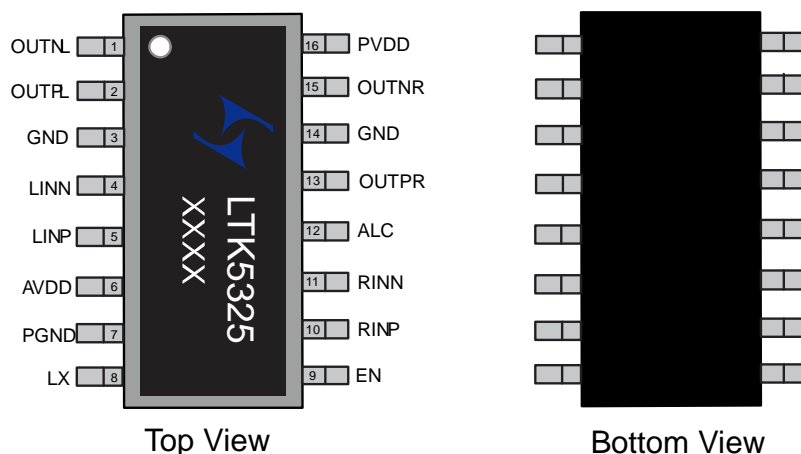
■ 封装

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	BOOST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	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	≥ 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°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

$A_V=24\text{dB}$, $T_A=25^\circ\text{C}$, 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	$V_{BAT}=3.7\text{V}$, $A_V=20\text{DB}$, $A_{w\text{ting}}$	-	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	-	°C
静态导通电阻	R_{DSON}	$I_{DS}=0.5\text{A}$ $V_{GS}=4.2\text{V}$	P_MOSFET	150	-	m Ω
			N_MOSFET	120	-	
内置输入电阻	R_s	-	-	6.5K	-	K Ω
内置反馈电阻	R_f	-	-	416K	-	K Ω
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	VBAT=4.2V,RL=4Ω+33UH ,Class_D	图1
Output Power VS. THD+N _Class_D	RL=4Ω+33UH,A _v =24DB,Class_D	图2
Output Power VS.TH D+N_Class_AB	RL=4Ω,A _v =24DB , Class_AB	图3
Frequency VS.TH D+N	VBAT=4.2V,RL=4Ω,A _v =24DB,PO=1.5W,Class_D_Awting	图4
Input Voltage VS.Power Crrent	VBAT=3.0V-5V,Class_D	图5
Input Voltage VS. Maximum Output Power	RL=4Ω+33UH,THD=10%, Class_D	图6
Frequency Response	VBAT=4.2V,RL=4Ω+33UH,Class_D	图7
Output Power VS Efficiency	VBAT=4.2V,RL=4Ω+33UH,Class_D	图8

特性曲线图 ($T_A=25^{\circ}\text{C}$)

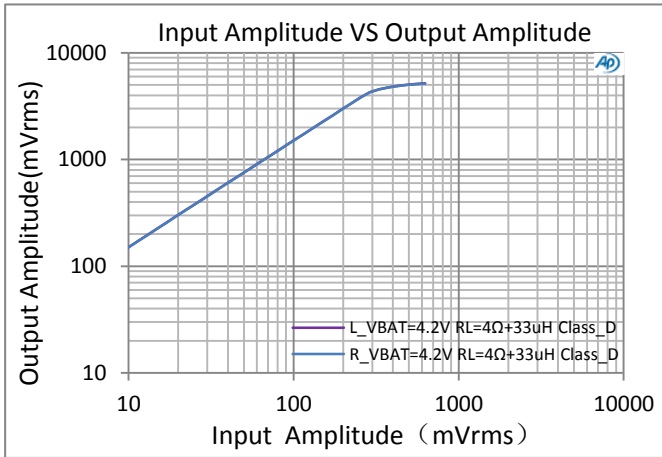


图1: Input Amplitude VS. Output Amplitude

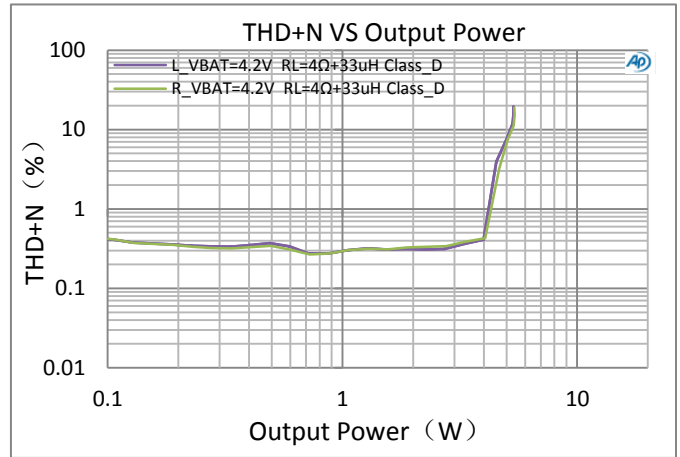


图2: THD+N VS .Output Power Class_D

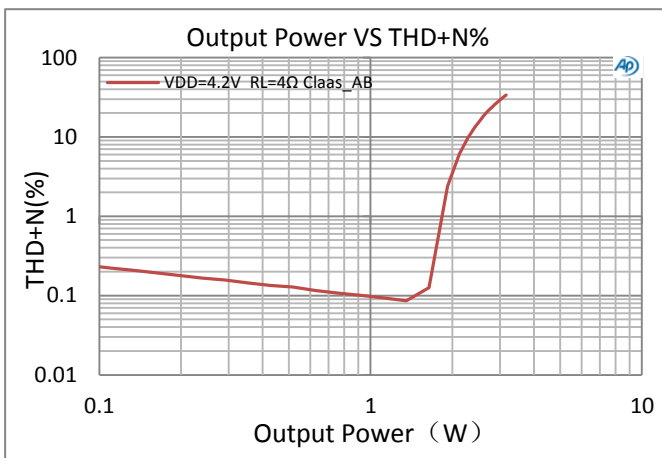


图3: THD+N VS. Output Power Class_AB

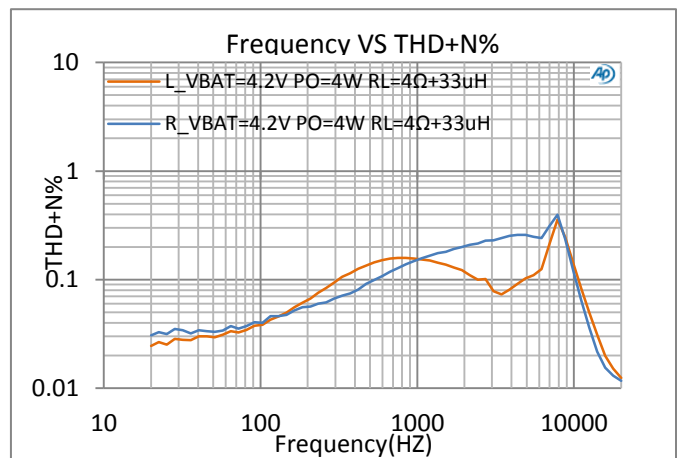


图4: Frequency VS.TH D+N

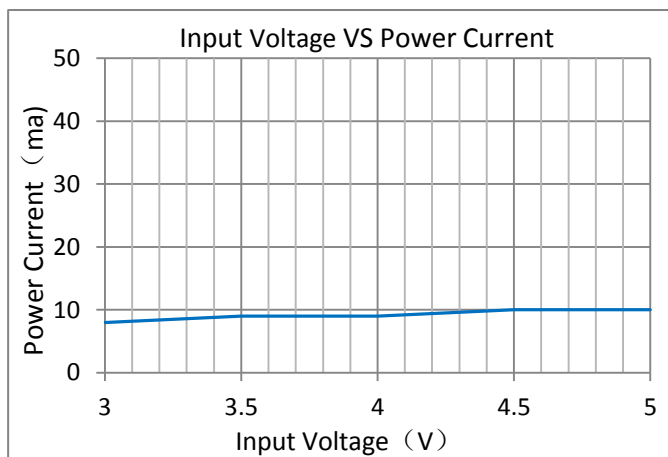


图5: Power Crrnt VS. Supply Voltage

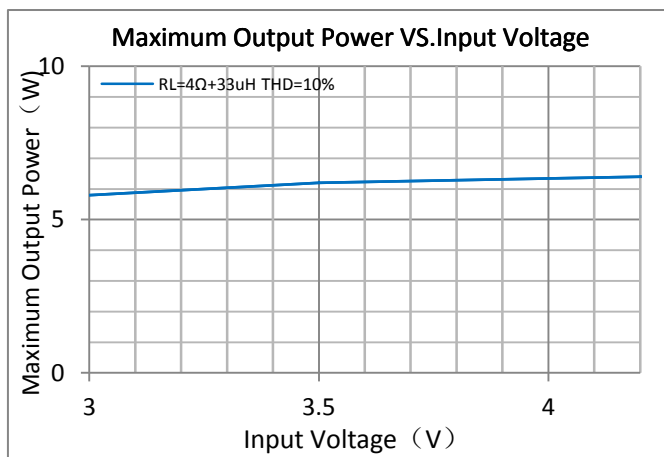


图6: Input Voltage VS. Maximum Output Power

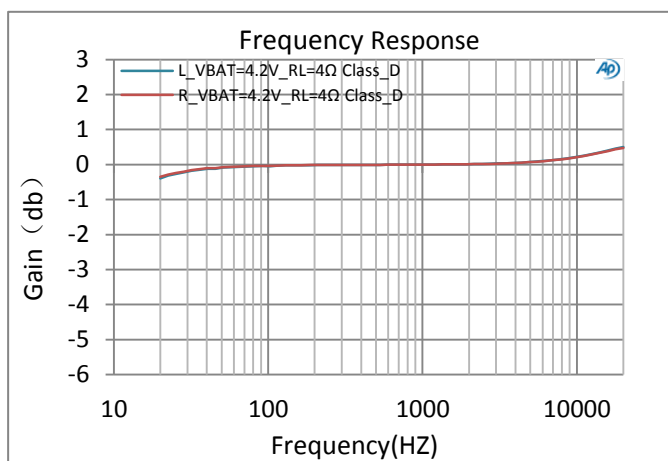


图7: Frequency Response

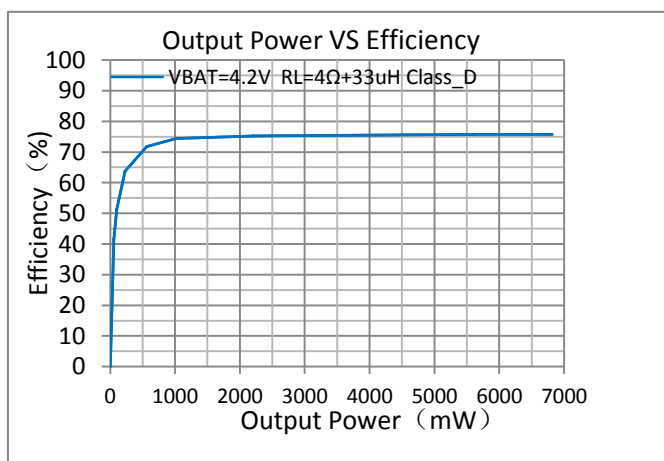


图8: Output Power VS Efficiency

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、 $20\log$ 倍数=DB。

R_{IN} 电阻的单位为 $K\Omega$ 、 $513K\Omega$ 为内部反馈电阻 (R_F)， $5.3K\Omega$ 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， ≈ 15.9 倍、 $A_V \approx 24DB$
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

● BOOST电感

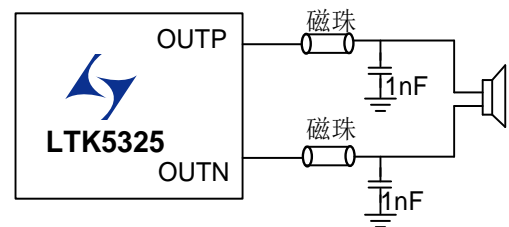
电感是BOOST电路中最重要元器件，电感选择不合适会对BOOST电路的影响非常大。选择的电感一定要有足够大的额定电流和饱和电流。并且电感的DRC (直流电阻) 越小越好。电感的DRC要小于 $50m\Omega$ ，饱和电流不小于5A. 对于电感量的选择电感量小会有较大的电流纹波，但是能提供较好的瞬态响应，同时会降低BOOST电路的工作效率。而选用电感量大的是可以降低电流纹波，同时对于工作效率会有所提高，但瞬态响应会差，所以让功放工作在正常状态，要选用合适的电感量，推荐使用4.7UH的电感。

● 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 $470\mu F$ 以上耐压不低于16V，小的陶瓷电容在 $0.1\mu F$ - $10\mu F$ 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 $470\mu F$ 并联 $1\mu F$ ，放置在尽可能靠近器件VBAT管脚处，可以得到最好的性能

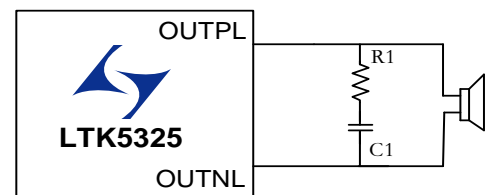
● EMI处理

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。



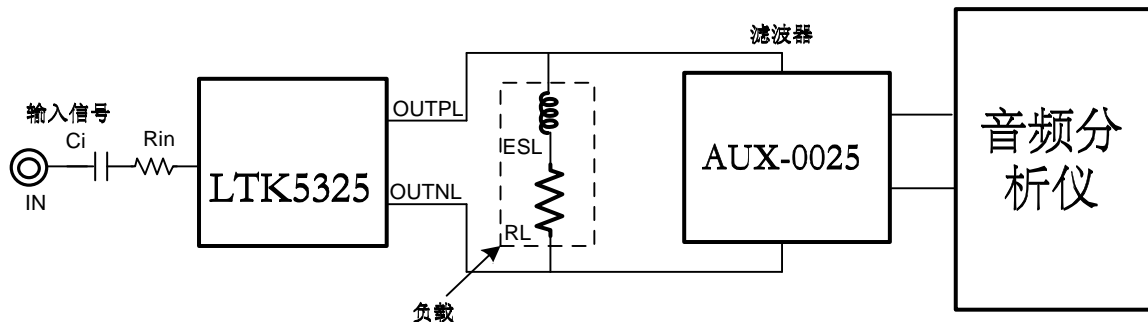
● RC缓冲电路

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

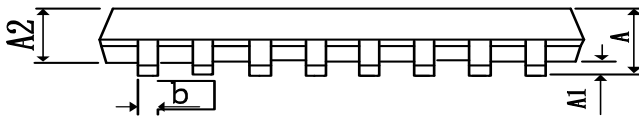
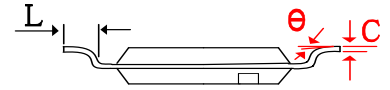
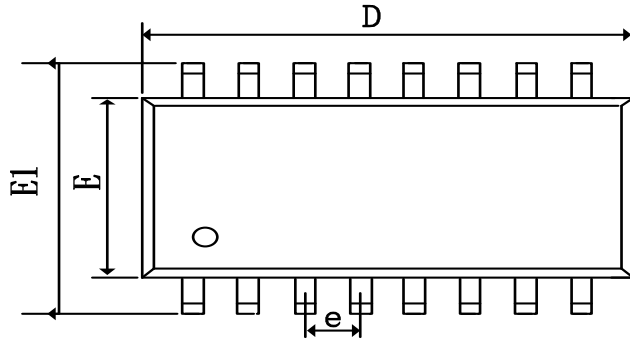
在测试D类模式时必须加滤波器测试。AUX-0025为滤波器。为了测试数据精准并符合实际应用，在RL负载端串联一个电感，模拟喇叭中的寄生电感。



■ 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 的底部不带有散热片，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 (sop-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