

## LTK5313 无感式升压、F类、音频功率放大器

### ■ 概述

LTK5313 是一款内置自适应升压 F 类音频功率放大芯片，具有 AGC 防破音功能、AB/D 类模式切换、自适应、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。LTK5313 有四种 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。Charge Pump 升压方式，无需外部电感、肖特基二极管、达到尽可能减少外围元件，节省成本的目的。

### ■ 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

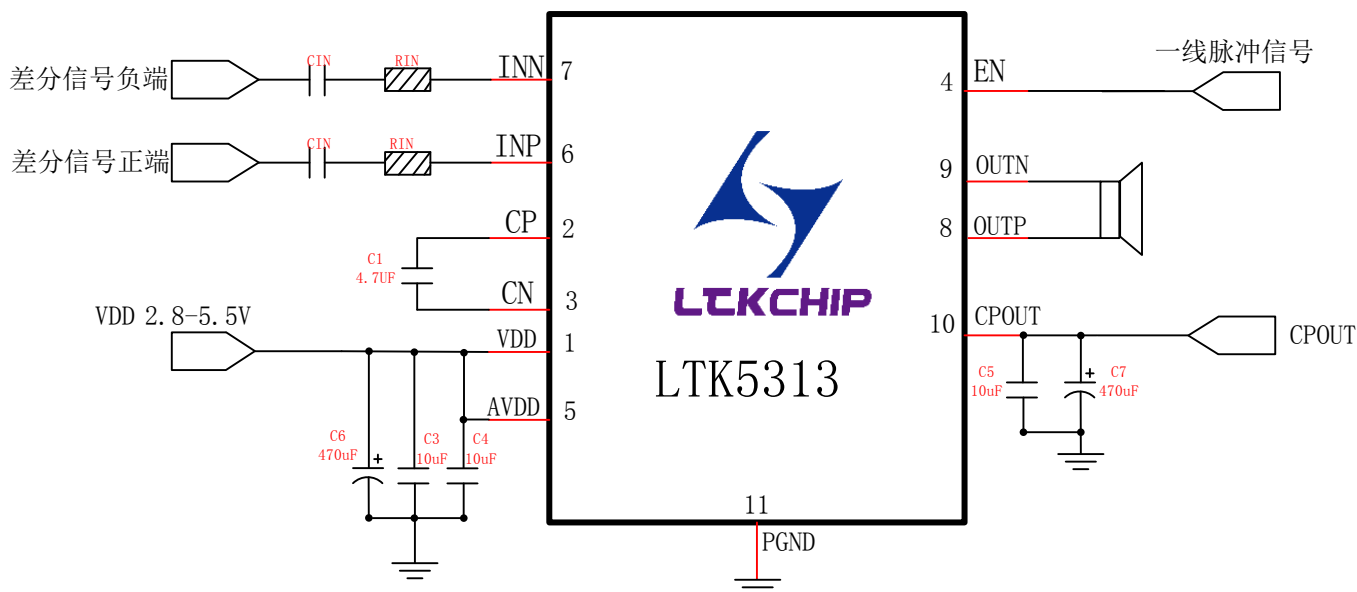
### ■ 特性

- 输入电压范围 2.8V-5.5V
- 四种自动增益控制 (AGC)
- 一线脉冲控制芯片工作模式
- 内置自适应 Charge Pump 升压，可将电压自动升压至 6.5V
- 无需滤波器 D 类放大器、低静态电流和低 EMI
- 优异的爆破声抑制电路
- 超低底噪、超低失真
- 10% THD+N, VDD=4.2V, 4Ω +33UH 负载下提供高达 5W 的输出功率
- 1% THD+N, VDD=4.2V, 4Ω +33UH 负载下提供高达 4.2W 的输出功率
- 短路保护、欠压保护、过温保护
- 关断电流 < 1ua

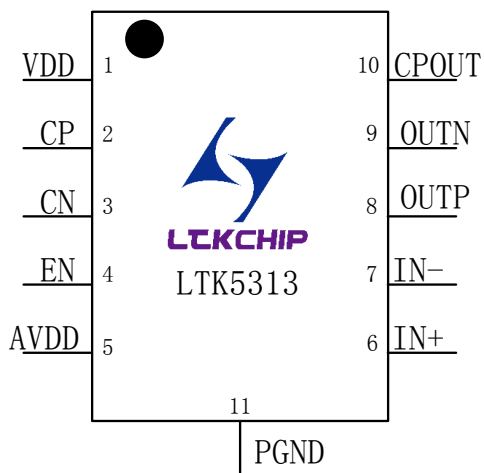
### ■ 封装

芯片型号	封装类型	封装尺寸
LTK5313	Esop-10	10mm*6mm

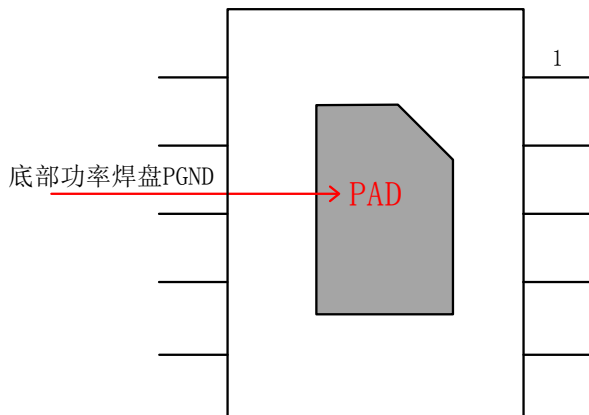
### ■ 典型应用图



## 管脚说明及定义



TOP VIEW



BOTTOM VIEW

管脚编号	管脚名称	IO	功 能
1	VDD	I	功率电源正端
2	CP	I	Flying正端
3	CN	I	Flying负端
4	EN	I	关断、防破音、AB/D类控制脚
5	AVDD	I	模拟电源正端
6	IN+	I	信号输入正端
7	IN-	O	信号输入负端
8	OUTP	O	信号输出正端
9	OUTN	O	信号输出负端
10	CPOUT	O	升压电源管脚，接电容。
11	PGND	PGND	芯片底部露铜接地端, 电源负端

## 最大极限值

参数名称	符号	数值	单位
供电电压	VDD	5.5V (MAX)	V
存储温度	TSTG	-65℃~150℃	℃
结温度	TJ	160℃	℃

## ■ 推荐工作范围

参数名称	符号	数值	单位
供电电压	$V_{DD}$	2.8-5.5V	V
工作环境温度	$T_{STG}$	-40°C ~ 85°C	°C
结温度	$T_J$	160	°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	V

## ■ 基本电气特性

$A_V=22dB$ ,  $T_A=25^\circ C$ , 无特殊说明的项目均是在 $V_{DD}=3.7V$ ,  $4\Omega+33\mu H$ 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	IDD	$V_{BAT}=3.7V$ , D类	-	6	-	mA
		$V_{BAT}=3.7V$ , AB类		6	-	mA
关断电流	ISHDN	$V_{BAT}=3.7V$	-	1	2	uA
静态底噪	$V_n$	$V_{BAT}=3.7V$ , $A_V=22DB$ , $A_{wting}$		90		uVrms
D类频率	FSW	$V_{BAT}=3.7V$		680		kHz
Charge pump频率	FLX	$V_{BAT}=3.7V$		1200		kHz
输出失调电压	$V_{os}$	$V_{IN}=0V$		10		mV
启动时间	$T_{start}$	$V_{dd}=3.7V$ D类模式		180		MS
启动时间	$T_{start}$	$V_{dd}=3.7V$ AB类模式		86		MS
增益	$A_v$	D类模式, $R_{IN}=20k$		≈22		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	OTP	-		180		°C
静态导通电阻	R <sub>DS(on)</sub>	$I_{DS}=0.5A$ $V_{GS}=4.2V$	P_MOSFET	150		mΩ
			N_MOSFET	120		
内置输入电阻	$R_s$			20K		KΩ
内置反馈电阻	$R_f$			480K		KΩ
效率	$\eta_C$	$V_{BAT}=4.2V$ , $P_O=0.5W$		80		%
高电平	Hvsel	3-4.2V		>3		V
低电平	Lvsel	3-4.2V		<0.5		V
关断电压	SDEN	3-4.2V		<0.5		V
AB类模式	ABEN	3-4.2V	09	1.1	1.3	
D类模式	DEN	3-4.2V	2.5	3	3.3	
AGC2	AGC	3-4.2V	1.6	1.8	2	
信噪比	Srn	A 加权, $A_V=22dB$ , 1W		-87		DB

● **Class\_D功率**

$A_V=22\text{dB}$ ,  $T_A=25^\circ\text{C}$ , 无特殊说明的项目均是在 $V_{DD}=4.2\text{V}$ ,  $4\Omega$ 条件下测试:

参数	符号	测试电压	测试条件	典型值	单位
输出功率	P <sub>O</sub>	VDD=4.2	f=1kHz, RL=4Ω, THD+N=1%,	4.2	W
		VDD=4.2	f=1kHz, RL=4Ω, THD+N=10%,	5	
		VDD=3.7	f=1kHz, RL=4Ω, THD+N=1%,	3.4	
		VDD=3.7	f=1kHz, RL=4Ω, THD+N=10%,	3.8	
总谐波失真加噪声	THD+N	VDD=4.2V, PVDD=6.5V, P <sub>O</sub> =1W, RL=4Ω		0.035	%

■ **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	RL=4Ω+33UH, Class_D	图1
Output Power VS THD+N	RL=4Ω+33UH, Class_AB	图2
Efficiency VS Output Power	VBAT=3.7V, RL=4Ω+33UH	图3
Input Voltage VS Maximum Output Powe	RL=4Ω THD+N 10%	图4
Frequency Response	VBAT=3.8V, RL=4Ω+33UH	图5
Frequency VS THD+N%	VBAT=3.8V, RL=4Ω+33UH P <sub>O</sub> =1W	图6

● 特性曲线图 ( $T_A=25^{\circ}\text{C}$ )

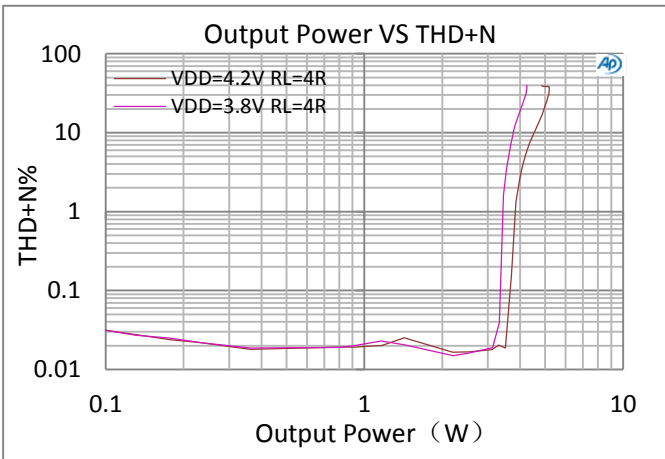


图1: Output Power VS THD+N

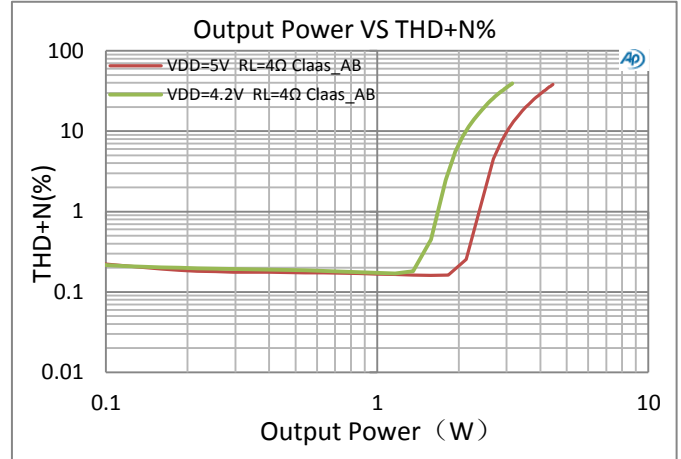


图2: Output Power VS THD+N

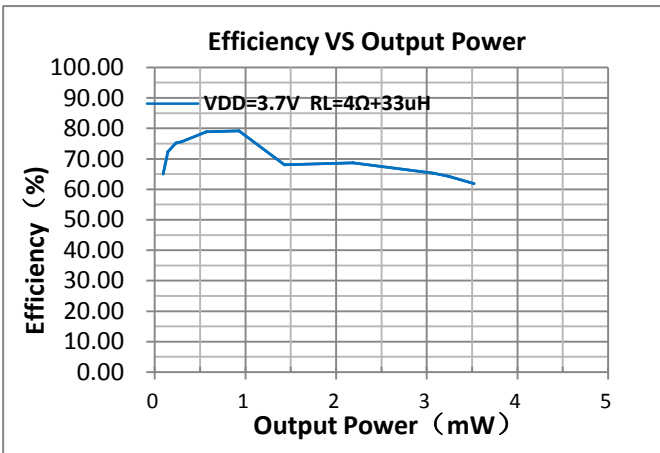


图3: Efficiency VS Output Power

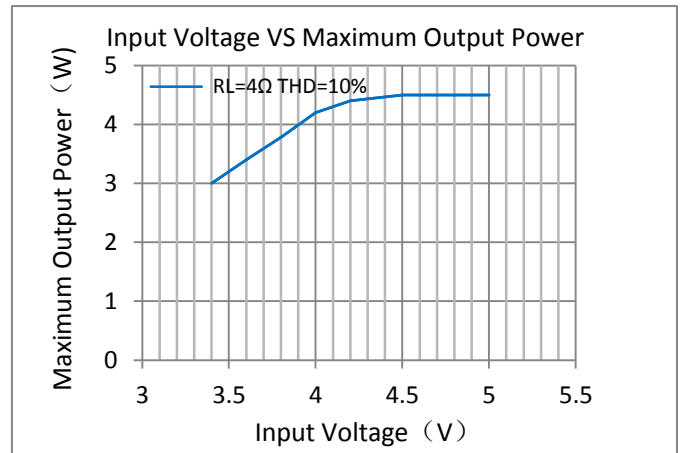


图4: Input Voltage VS Maximum Output Power

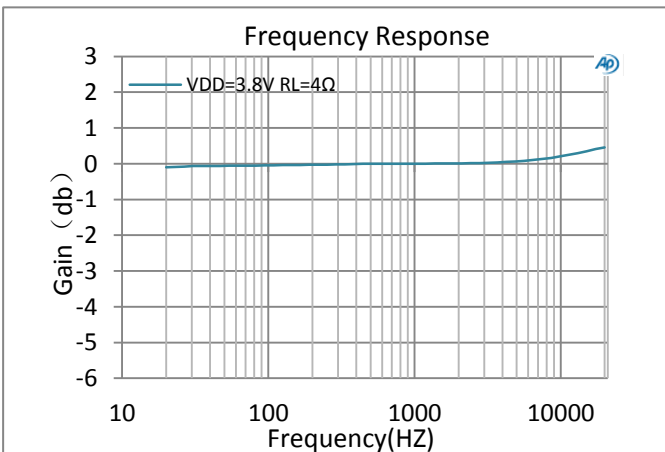


图5: Frequency Response

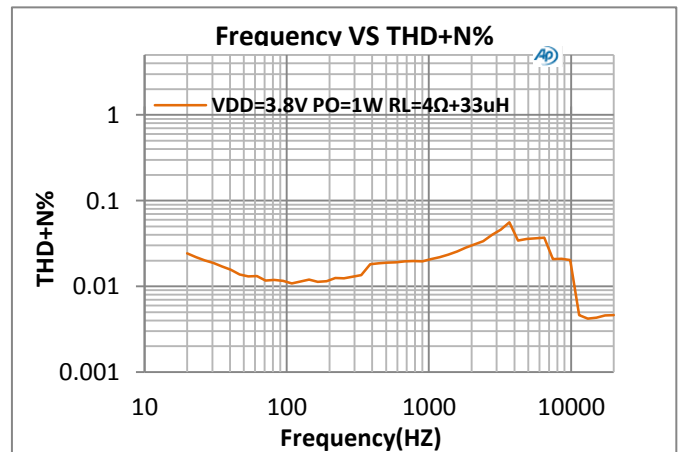


图6: Frequency VS THD+N%

## 应用说明

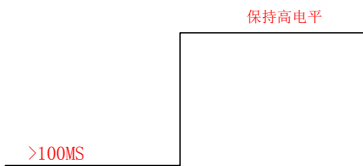
### ● EN管脚控制

LTK5313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。

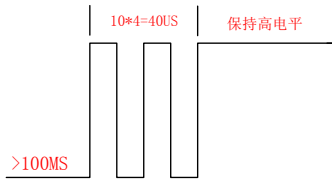
EN管脚软件控制（一线脉冲）：EN管脚输入不同脉冲信号切换功放：D类防破音1（AGC1：THD $\leq$ 6%）、D类防破音2（AGC2：THD $\leq$ 5%）、D类防破音3（AGC3：THD $\leq$ 3%）、D类防破音4（AGC4：THD $\leq$ 2%）、AB类和D类模式。

EN管脚软件控制说明（一线脉冲）：EN管脚输入不同脉冲信号切换功放AB类、D类各种模式。

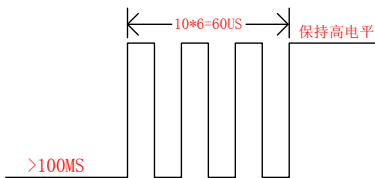
#### 1、芯片切换到D类普通模式波形：



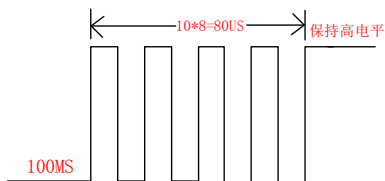
#### 2、芯片切换到D类防破音模式1（THD $\leq$ 6%）波形：



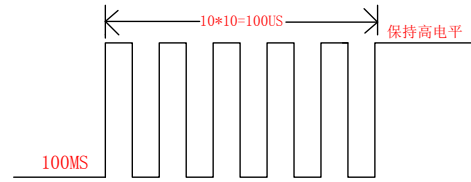
#### 3、芯片切换到D类防破音模式2（THD $\leq$ 5%）波形：



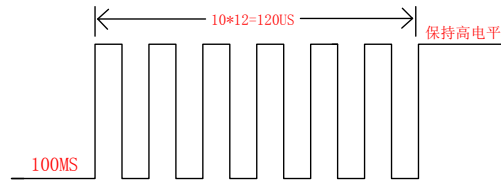
#### 4、芯片切换到D类防破音模式3（THD $\leq$ 3%）波形：



#### 5、芯片切换到D类防破音模式4（THD $\leq$ 2%）波形：



#### 6、芯片切换到AB类模式波形：



### ● 硬件控制（高低电平控制）：

EN管脚电压<0.5V，功放芯片关断。

EN管脚电压0.9-1.3V，功放芯片工作在AB类模式，升压关闭。

EN管脚电压1.6-2V，功放芯片工作在防破音类模式。

EN管脚电压2.2-3.3V，功放芯片工作在D类升压模式（无防破音）。

### ● 硬件控制状态

EN管脚	芯片状态
<0.5V	关闭状态
0.9-1.3V	AB类模式
1.6-2V	防破音2
2.5-3.3V	D类升压模式状态

（硬件控制时从低到高开启时间<1MS）

### ● 功放增益控制

D类模式时输出为（PWM信号）数字信号，AB类模式输出模拟信号，其增益均可通过RIN调节。

$$A_V = \frac{480k}{20k + R_{IN}}$$

AV为增益，通常用DB表示，上述计算结果单位为倍数、20Log倍数=DB。

RIN电阻的单位为K $\Omega$ 、480K $\Omega$ 为内部反馈电阻

（RF），20K $\Omega$ 为内置串联电阻（RS），RIN由用户根据实际供电电压、输入幅度、和失真度定义。

如RIN=20K时， $\approx$ 12倍、AV $\approx$ 22DB

### ● 输入电容

输入电容 (CIN) 和输入电阻 (RIN) 组成高通滤波器，其截止频率为：

$$f_c = \frac{1}{2\pi \times (R_{IN} + 20K) \times C_{IN}}$$

Cin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

### ● 电荷泵Flying电容Cf

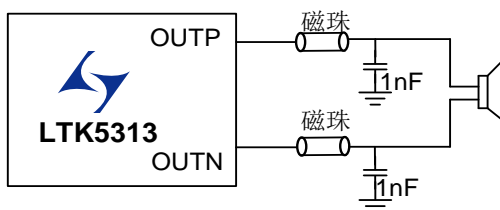
Flying 电容用于在电源和电荷泵之间传递能量，Flying 电容容值及电容的 ESR 直接影响电荷泵的负载能力。Flying 电容越大，负载调整能力越强，功放的输出功率 越大。推荐使用 4.7uF，耐压 16V 以上低 ESR 的 X7R、 X5R 陶瓷电容。电荷泵升压输出电容 (Cout) 电荷泵升压输出电容 Cout 的容值和 ESR 会直接影响 电荷泵升压输出电压的稳定性，从而影响功放的整体 性能。推荐使用 470uF 低 ESR 的电解电容，保持电容 的耐压在 10V 以上。

### ● 自适应电荷泵升压调整模块

LTK5313 集成了自适应电荷泵升压提升功放的 CPOUT 电压从而实现更大声压级的声音输出。当音频信号输出超过内部设定的阈值电压时，电荷泵自适应升压功能打开，将 CPOUT 的输出电压提升至 6.5V。在自适应电荷泵升压打开以后，电荷泵升压部分产生升压的电压 CPOUT 经过输出滤波电容滤波后通过足够宽的铜箔走线连接到 CPOUT 引脚。另一方面， 当音频输出长时间小于规定水平时，自适应电荷泵升会被关闭，功放 CPOUT 由内部的电源开关切换到 VDD 直接供电。自适应电荷泵升压功能特性可以提高 LTK5313 的效率，延长播放时间。

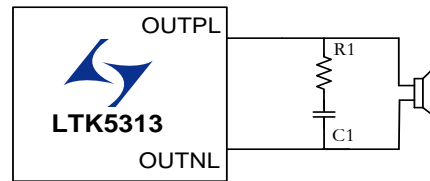
### ● EMI处理

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：3Ω-8Ω，电容推荐：500PF-10NF。



## ■ PCB设计注意事项

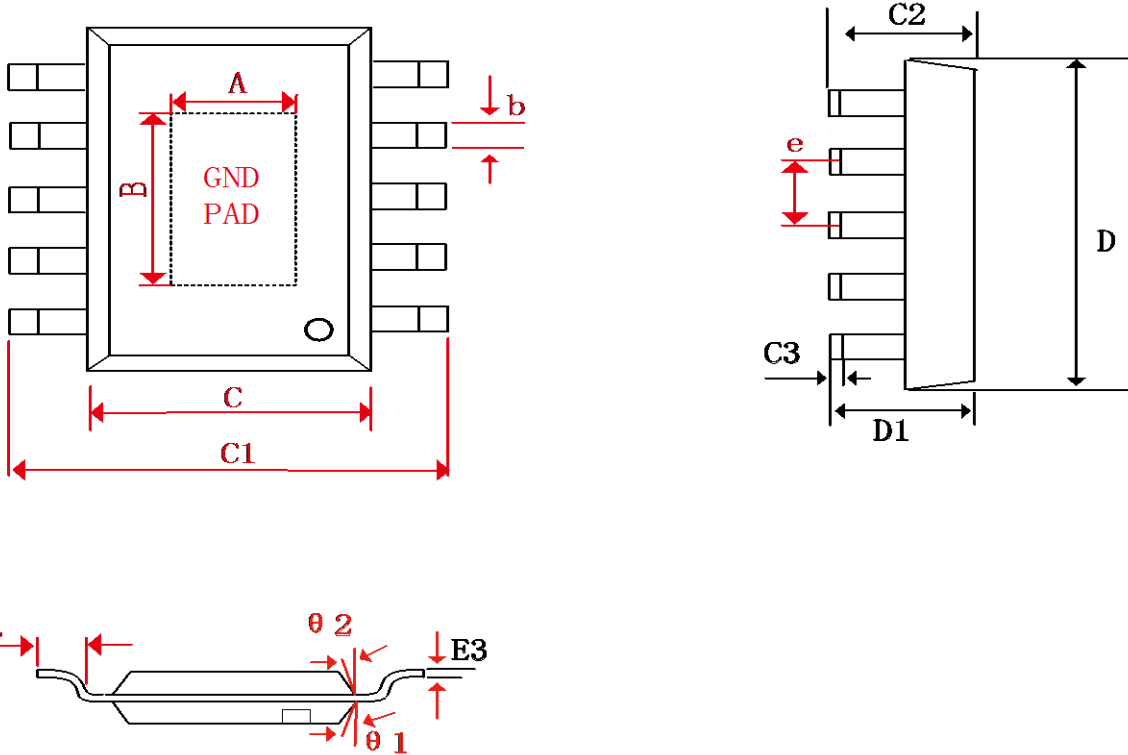
- CPOUT 端按负载选用 470UF 或 1000uf 插件电容和 10UF 的陶瓷电容并联，电容尽量靠近 CPOUT 管脚。VDD 端同样选用 470UFV 插件电容和 10UF 的陶瓷电容并联。
- 供电脚（VDD、CPOUT）走线尽量粗，最好使用敷铜来连接网络，如走线或敷铜中必须打过孔应使用多孔连接，并加大过孔内径，不可使用单个过孔直接将电源走线连接，因为大电流会引起较大的压降，会导致压降比较大，对输出功率有较大影响，电源中如存在较大的阻抗甚至影响声音会出现卡顿情况。
- 输入电容（Cin）、输入电阻（Rin）尽量靠近功放芯片管脚放置，走线最好使用包地方式，可以有效的抑制其他信号耦合的噪声。
- LTK5313 的底部散热片是芯片唯一接地点，必须连接在 PCB 板上，设计 PCB 时，底部一定需要开窗，用与芯片和 PCB 的 GND 连接，同时对芯片散热有很大的帮助，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，LTK5313 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。

## ■ 问题解决方向及建议

- 实际功率测试和规格书描述的参数差异大时：建议检查 PCB 板供电走线是否够粗，接触阻抗是否过大、电源电流能力是否足够、是否存在电源压降以及元器件电流不够导致功率不足。
- 播放存在卡顿现象时：检查电池放电能力、更换更大电流电池以及按上述检查项检查系统的阻抗和元器件、检查电容器件位置放置是否过远，大电流以及大电流路径的 GND 是否有单个过孔存在。
- FM 收音台少：确认检查功放芯片是否切换到 AB 类模式，使用示波器测量输出确认工作状态。
- POPO 音较大时：使用示波器检查主控的 MUTE 开启时序和切换时序是否正确。
- EN 切换模式不能进入对应模式时：检查脉冲信号是否符合说明要求。
-



■ 芯片封装 ESOP-10



Symbol	Dimensions In Milli meters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.80	2.10	0.070	0.082
B	3.10	3.40	0.122	0.133
b	0.38	0.50	0.015	0.019
C	3.80	4.00	0.149	0.157
C1	6.00	6.20	0.236	0.244
C2	1.35	1.55	0.053	0.061
C3	0.1	0.25	0.004	0.010
D	4.8	5.0	0.189	0.197
D1	1.35	1.55	0.053	0.061
e	1.00 (BSC)		0.039 (BSC)	
L	0.520	0.720	0.02	0.028
$\theta$	0°	8°		