



LTK5303 内置同步升压_单声道G类音频功率放大器

■ 概述

LTK5303 是一款内置同步 BOOST 升压音频放大器, 在 2Ω 负载下能提供高达 11W 输出功率。LTK5303 可以通过外部调节升压电压档位, 适用各种应用条件, 同时 EN 脚一线脉冲控制功能, 可控制单个管脚使芯片进入 D 类普通模式、D 类防破音模式、AB 类模式、关断模式, 达到节省 IO 口的目的, 进一步为客户节省成本。LTK5303 在 AB 类模式可以完全消除 EMI 干扰。在 D 类放大器模式下可以提供高于极高的效率, 新型的无滤波器结构可以省去传统 D 类放大器的输出低通滤波器, LTK5303 独有的 DRC (Dynamic range control) 技术, 降低了大功率输出时, 由于波形切顶带来的失真, 相比同类产品, 动态反应更加出色。LTK5303 采用 ESOP-10 封装。

■ 应用

- 收音机、扩音器
- 导航仪、便携游戏机、玩具类
- 拉杆音箱
- 智能家居等各类音频产品

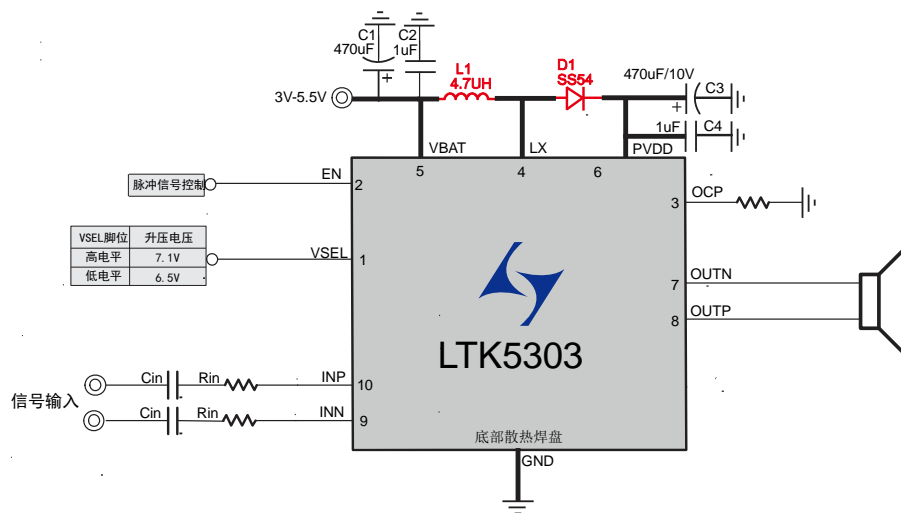
■ 特性

- 异步 BOOST 内置升压
- 升压电压两档选择 6.5V 或 7.1V
- 节省 IO 口的一线脉冲控制
- FM 模式无干扰
- 超低底噪、超低失真
- 10% THD+N, VBAT=4.2V, $2\Omega+15\mu\text{H}$ 负载下提供高达 10W 的输出功率
- 10% THD+N, VBAT=4.2V, $3\Omega+22\mu\text{H}$ 负载下提供高达 8.2W 的输出功率
- 10% THD+N, VBAT=4.2V, $4\Omega+33\mu\text{H}$ 负载下提供高达 6.7W 的输出功率
- 过温保护、短路保护
- 封装形式 ESOP-10
- 关断电流 $<1\mu\text{A}$

■ 封装

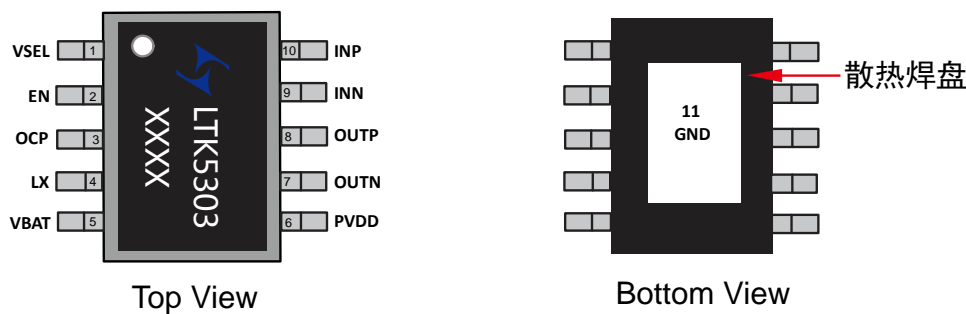
| 芯片型号 | 封装类型 | 封装尺寸 |
|---------|---------|------|
| LTK5303 | ESOP-10 | |

■ 典型应用图





管脚说明及定义



| 管脚编号 | 管脚名称 | I/O | 功能 |
|------|------|-----|-------------------------------|
| 1 | VSEL | I | 升压电压档位选择管脚 |
| 2 | EN | I | 芯片控制脚位, 低电平关断, 高电平打开, 一线脉冲控制 |
| 3 | OCP | I | 芯片限流脚位控制, 接电阻到地, 设定电阻值控制芯片限流值 |
| 4 | LX | I | BOOST升压开关切换脚, 接电感 |
| 5 | VBAT | I | 电源正端 |
| 6 | PVDD | I | 升压输出电压, 接电容到地 |
| 7 | OUTN | O | 输出反向端 |
| 8 | OUTP | O | 输出同向端 |
| 9 | INN | O | 输入反向端 |
| 10 | INP | O | 输入同向端 |
| 11 | GND | GND | 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 | V_{DD} | 5.5V (MAX) | V |
| 存储温度 | T_{STG} | -65°C~150°C | °C |
| 结温度 | T_J | 160°C | °C |

推荐工作范围

| 参数名称 | 符号 | 数值 | 单位 |
|--------|-----------|---------------|----|
| 供电电压 | V_{DD} | 3~5V | 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

$A_V=20\text{dB}$, $T_A=25^\circ\text{C}$, 无特殊说明的项目均是在 $V_{DD}=3.7\text{V}$, $4\Omega+33\mu\text{H}$ 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 | - | 21 | - | mA |
| | | $V_{BAT}=3.7\text{V}$, AB类 | | 3 | - | mA |
| 关断电流 | I_{SHDN} | $V_{BAT}=3.7\text{V}$ | - | 1 | 2 | μA |
| 静态底噪 | V_N | $V_{BAT}=3.7\text{V}$, $A_V=20\text{DB}$, $A_{w\text{ting}}$ | 90 | 110 | 300 | μV |
| D类频率 | F_{SW} | $V_{BAT}=3.7\text{V}$ | | 500 | | kHz |
| 升压LX频率 | F_{LX} | $V_{BAT}=3.7\text{V}$ | | 833 | | kHz |
| 输出失调电压 | V_{OS} | $V_{IN}=0\text{V}$ | | 10 | | mV |
| 启动时间 | T_{start} | $V_{DD}=3.7\text{V}$ | | 265 | | MS |
| 增益 | A_V | D类模式, $R_{IN}=36\text{k}$ | 18 | ≈ 20 | 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 | 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 | $V_{BAT}=4.2\text{V}$, $PV_{DD}=7.1\text{V}$, $P_O=6.7\text{W}$ | | 82 | | % |
| 高电平 | H_{VSE1} | 3-4.2V | | >3 | | V |
| 低电平 | L_{VSE1} | 3-4.2V | | <0.5 | | V |
| 关断电压 | SD_{EN} | 3-4.2V | | <0.5 | | V |
| AB类模式 | AB_{EN} | 3-4.2V | 1.4 | 1.5 | 1.6 | |
| D类模式 | D_{EN} | 3-4.2V | 2.2 | 3 | 3.3 | |

Class_D功率

$A_V=20\text{dB}$, $T_A=25^\circ\text{C}$, 无特殊说明的项目均是在 $V_{DD}=5\text{V}$, 4Ω 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_o | $V_{DD}=4.2\text{V}$, $PV_{DD}=7.1\text{V}$ | $f=1\text{kHz}$, $R_L=2\Omega$, $THD+N=10\%$, | 11 | W |
| | | | $f=1\text{kHz}$, $R_L=2\Omega$, $THD+N=1\%$, | 8 | |
| | | | $f=1\text{kHz}$, $R_L=3\Omega$, $THD+N=10\%$, | 8.2 | |
| | | | $f=1\text{kHz}$, $R_L=3\Omega$, $THD+N=1\%$, | 6.2 | |
| | | | $f=1\text{kHz}$, $R_L=4\Omega$, $THD+N=10\%$, | 6.7 | |
| | | | $f=1\text{kHz}$, $R_L=4\Omega$, $THD+N=1\%$, | 5.1 | |
| | | $V_{DD}=4.2\text{V}$, $PV_{DD}=6.5\text{V}$ | $f=1\text{kHz}$, $R_L=2\Omega$, $THD+N=10\%$, | 9.6 | |
| | | | $f=1\text{kHz}$, $R_L=2\Omega$, $THD+N=1\%$, | 7.3 | |
| | | | $f=1\text{kHz}$, $R_L=3\Omega$, $THD+N=10\%$, | 7.2 | |
| | | | $f=1\text{kHz}$, $R_L=3\Omega$, $THD+N=1\%$, | 5.4 | |
| | | | $f=1\text{kHz}$, $R_L=4\Omega$, $THD+N=10\%$, | 5.7 | |
| | | | $f=1\text{kHz}$, $R_L=4\Omega$, $THD+N=1\%$, | 4.5 | |
| 总谐波失真加噪声 | THD+N | $V_{DD}=4.2\text{V}$, $PV_{DD}=7.1\text{V}$, $P_o=1.6\text{W}$, $R_L=4\Omega$ | | 0.041 | % |



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=2Ω+15UH,A _v =20DB,Class_D | 图2 |
| | RL=3Ω+22UH,A _v =20DB,Class_D | 图3 |
| | RL=4Ω+33UH,A _v =20DB,Class_D | 图4 |
| Output Power VS.TH D+N_Class_AB | RL=4Ω,A _v =20DB , Class_AB | 图5 |
| Frequency VS.TH D+N | VBAT=4.2V,RL=4Ω,A _v =20DB,PO=1.5W,Class_D_Awting | 图6 |
| Input Voltage VS. Maximum Output Power | RL=4Ω+33UH,THD=10%, Class_D | 图7 |
| Frequency Response | VBAT=4.2V,RL=4Ω,Class_D | 图8 |
| Output Power VS Efficiency | VBAT=4.2V,RL=4Ω,Class_D | 图9 |
| Boost Limiting VS.Ocpset Resistor | VBAT=4.2V | 图10 |

特性曲线图 ($T_A=25^{\circ}\text{C}$)

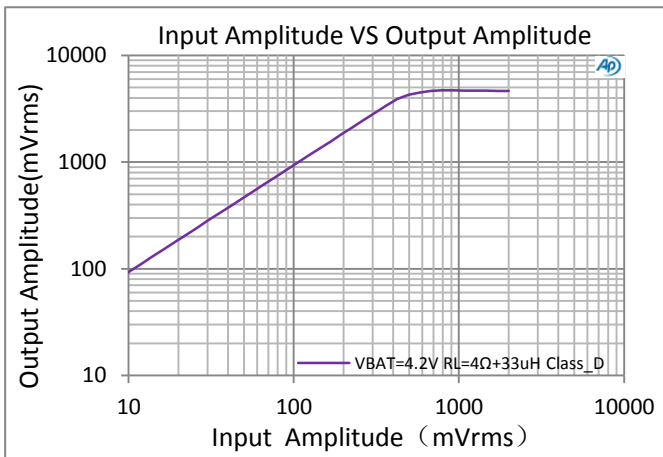


图1: Input Amplitude VS. Output Amplitude

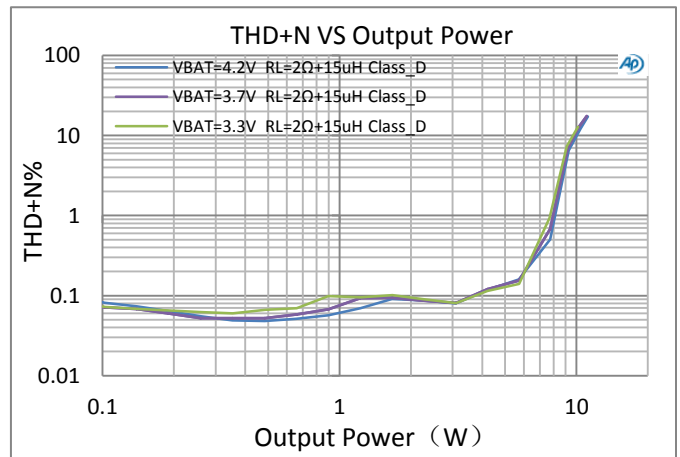


图2: THD+N VS .Output Power Class_D

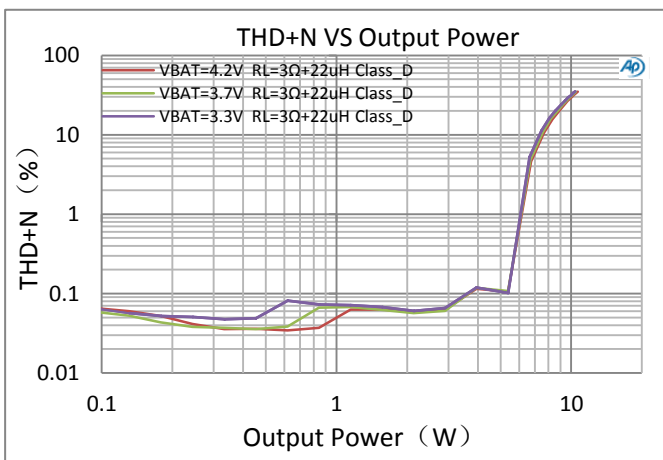


图3: THD+N VS .Output Power Class_D

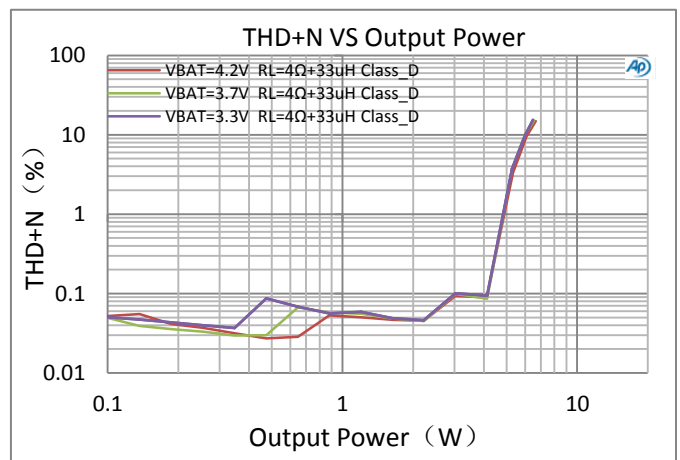


图4: THD+N VS .Output Power Class_D

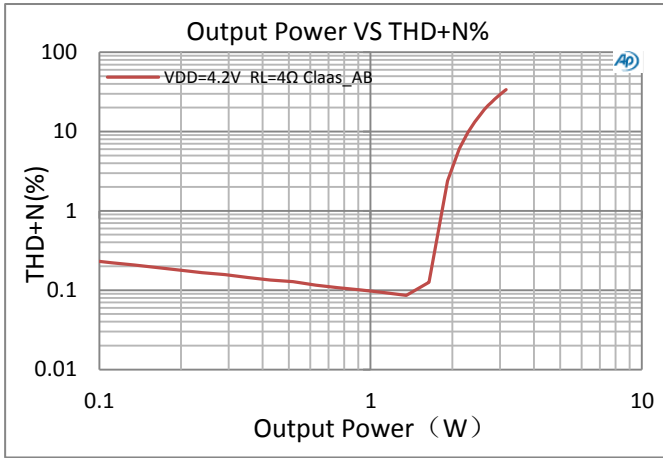


图5: THD+N VS .Output Power Class_AB

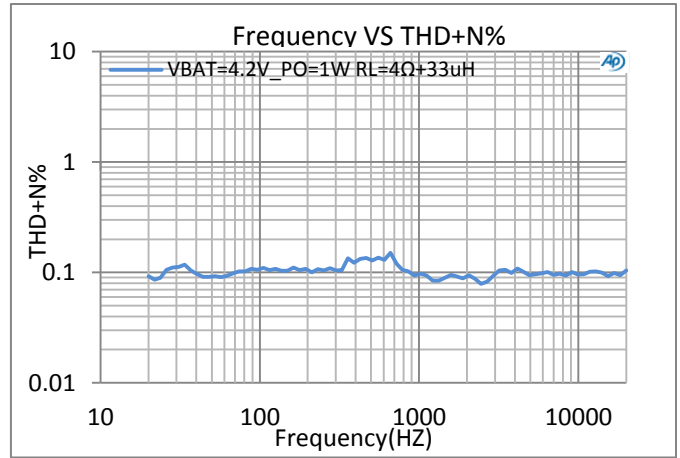


图6: Frequency VS. THD+N

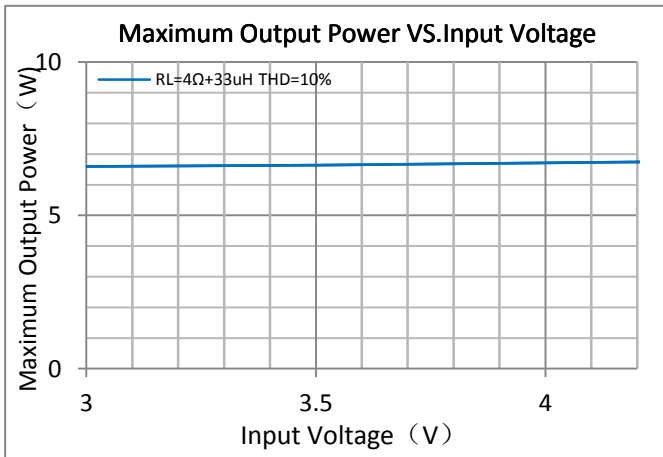


图7: Input Voltage VS. Maximum Output Power

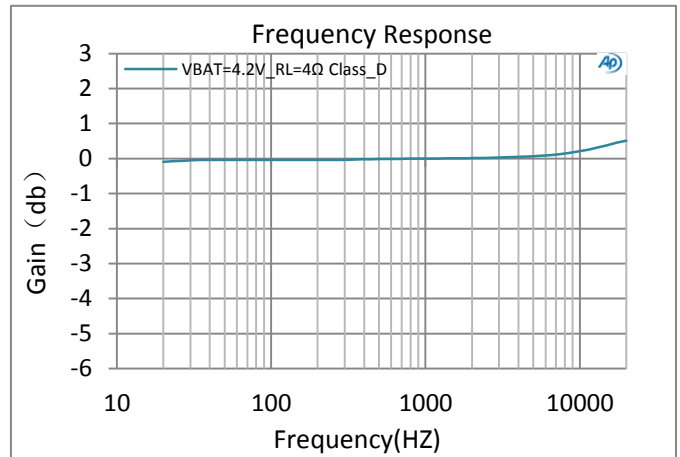


图8: Frequency Response

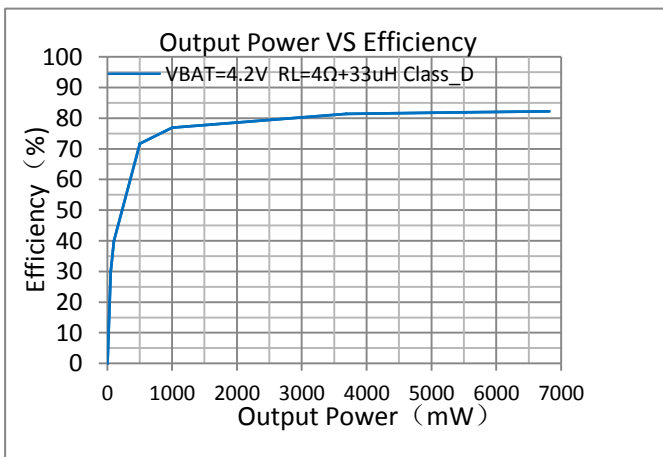


图9: Output Power VS Efficiency

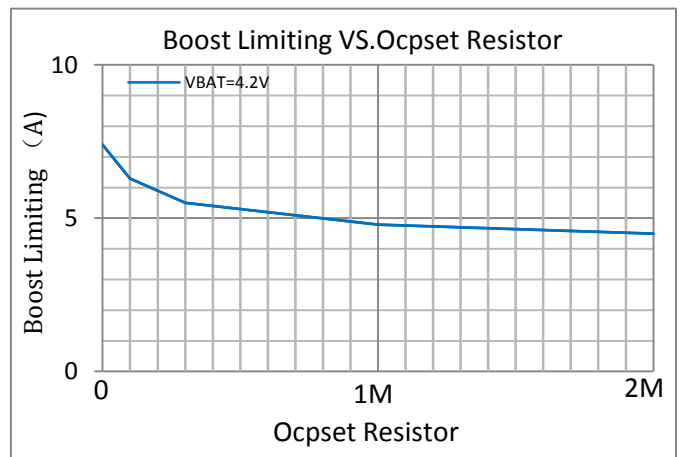


图10: Boost Limiting VS.Ocpset Resistor



应用说明

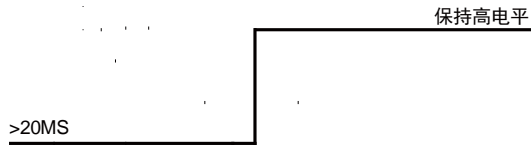
EN管脚控制

LTK5303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。

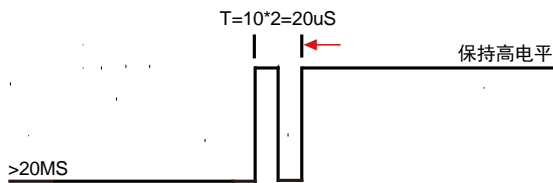
EN管脚软件控制(一线脉冲): EN管脚输入不同脉冲信号切换功放:D类防破音1 (AGC1: THD \leq 5%)、D类防破音2 (AGC2: THD \leq 1%)、AB类和D类模式。

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。

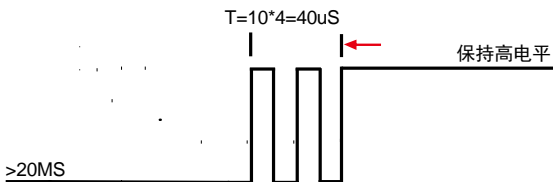
1、芯片切换到D类普通模式波形:



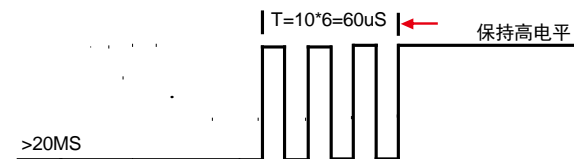
2、芯片切换到D类防破音模式1 (THD \leq 5%) 波形:



3、芯片切换到D类防破音模式2 (THD \leq 1%) 波形:



4、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 $1.4-1.6V$, 功放芯片工作在AB类模式, 升压关闭。

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)。

(硬件控制时从低到高开启时间 $<1MS$)

| EN管脚 | 芯片状态 |
|------------|----------|
| $<0.5V$ | 关闭状态 |
| $1.4-1.6V$ | AB类模式 |
| $2.2-3.3V$ | D类升压模式状态 |

VSEL管脚控制

该脚位控制芯片的升压最高电压, 当接到时为升压值为 $7.1V$, 当接低时升压值为 $6.5V$

| VSEL管脚 | 升压电压 |
|----------|--------|
| $3-3.3V$ | $7.1V$ |
| $<0.5V$ | $6.5V$ |

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 R_{IN} 调节。

$$A_V = \frac{416k}{6.5k + R_{IN}}$$

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 $K\Omega$ 、 $416K\Omega$ 为内部反馈电阻

(R_F), $6.5K\Omega$ 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 $R_{IN}=36K$ 时, ≈ 9.79 倍、 $A_V \approx 20DB$

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



● OCP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

| OCP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 $50m\Omega$, 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。

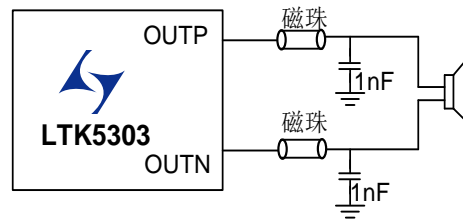
● BOOST电容

LTK5303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, 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

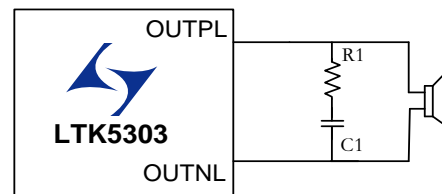
● EMI处理

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。



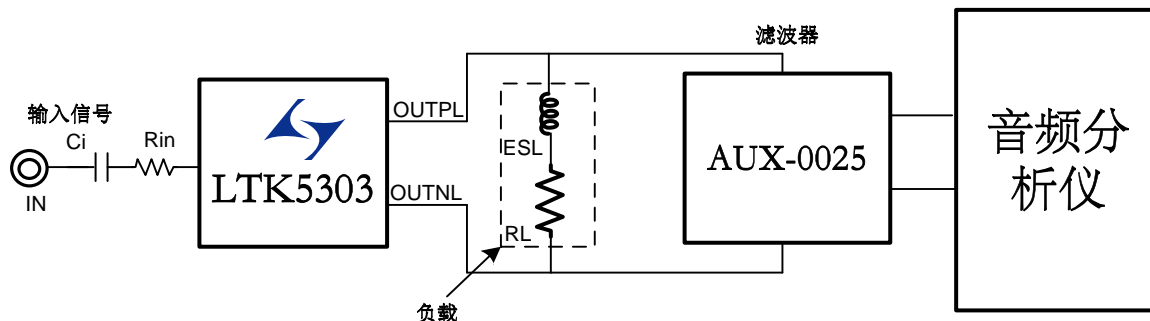
● RC缓冲电路

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: $2\Omega - 5\Omega$, 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

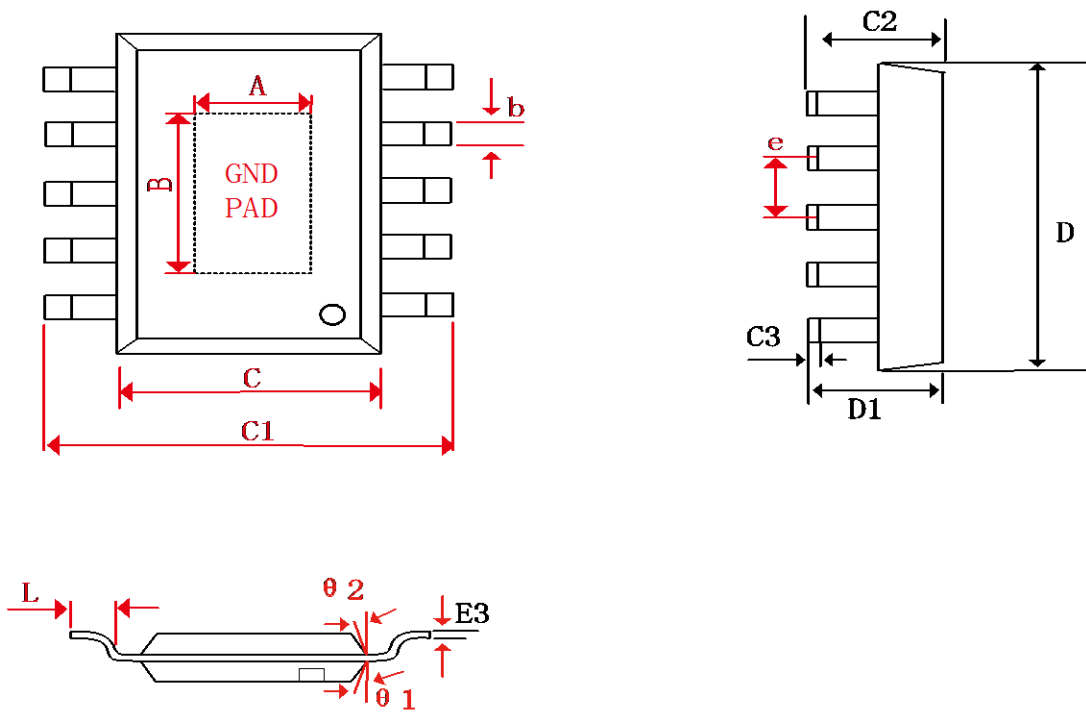
- PVDD 端按负载选用 470UF 或 1000uf 插件电容和 1UF 的陶瓷电容并联, 电容尽量靠近 PVDD 管脚。VBAT 端同样选用 470UFV 插件电容和 1UF 的陶瓷电容并联, 电容尽量靠近电感放置。
- 供电脚 (LX、PVDD) 走线尽量粗, 最好使用敷铜来连接网络, 如走线或敷铜中必须打过孔应使用多孔连接, 并加大过孔内径, 不可使用单个过孔直接将电源走线连接, 因为大电流会引起较大的压降, 会导致压降比较大, 对输出功率有较大影响, 电源中如存在较大的阻抗甚至影响声音会出现卡顿情况。
- 输入电容 (Cin)、输入电阻 (Rin) 尽量靠近功放芯片管脚放置, 走线最好使用包地方式, 可以有效的抑制其他信号耦合的噪声。
- LTK5303 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, LTK5303 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 |
| θ | 0° | 8° | | |