



15W 单声道、AB/D、防破音、带自适应升压音频功率放大器

特性

- 工作电压范围: 3V- 5V
- 最高升压到10V
- 集成大电流异步电感式升压
- 内置三种防破音模式
- 提高效率的自适应升压
- AB/D 模式切换
- 输出功率
at 10% THD+N
 - 12.6W, at $V_{IN}=3.7V$, $R_L=4\Omega$
 - 15.2W, at $V_{IN}=3.7V$, $R_L=3\Omega$
 - 19.2W, at $V_{IN}=3.7V$, $R_L=2\Omega$
 at 1% THD+N
 - 10.4W, at $V_{IN}=3.7V$, $R_L=4\Omega$
 - 12.5W, at $V_{IN}=3.7V$, $R_L=3\Omega$
 - 16.2W, at $V_{IN}=3.7V$, $R_L=2\Omega$
- 3.7V输入时82%的效率
- 可选改善EMI的扩频模式
- 关断电流 < 10uA
- 过热保护功能
- 尺寸极小的 ECPC-16封装形式
- 满足ROHS要求的环保封装

应用

- 各种蓝牙音箱、智能音箱
- 扩音器、扬声器设备
- 各种消费类音频产品

说明

LTk53101 是一款大功率、带自适应升压、防破音、高效率、无滤波器的D类音频功率放大器, 单节锂电供电情况下, 在 4Ω 下可以达到12.6W; 3Ω 下可以达到15W的10%输出功率 (10% THD+N)。

LTk53101带有AB类功能, 可以减少或去掉功放对FM的干扰。另外, D类模式下, 可选的扩频功能, 可以降低开关频率对EMI的影响。

采用三种不同的防破音模式, 使得LTk53101可以满足对音质的不同要求, 同时保护扬声器, 避免过载而损坏。

另外, LTk53101的自适应升压功能, 在音频输入较小时升压在较低电位, 输入较高音频幅度时升到更高的电压, 从而达到明显提高效率的目的。

LTk53101根据需求设置输入限流电流, 可以匹配不同电源电池和输出功率的要求。

LTk53101提供了尺寸极小的ECPC-16封装, 同时保持了良好的散热能力。

典型应用原理图

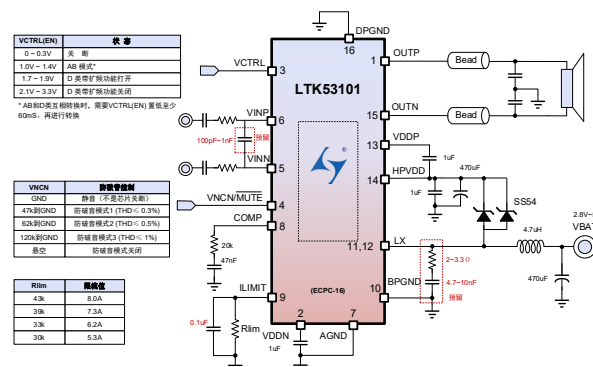


图1 LTk53101应用原理图

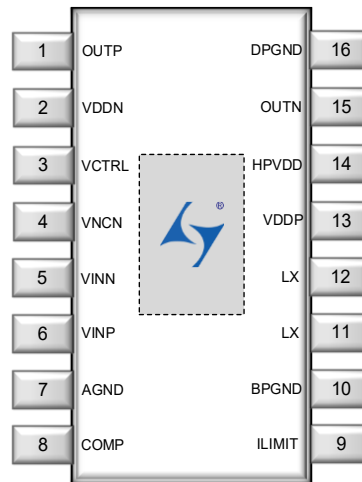
封装信息

	Package Code EPS: ECPC-16 Handling Code TR: Tape & Reel Assembly Material G: Halogen and Lead Free Device
LTk53101 SO:	X - Data Code Y - Lot Number

Note: LTkCHIP 保留作出更改以改善可靠性或可制造性, 并建议客户在下订单前参考最新版本的相关资料。



管脚说明



ECPC-16

管脚功能

序号	名 称	IO	功 能 说 明
1	OUP	O	正端音频功率输出。
2	VDDN	IO	对地偏置电源电压，需要连接1uF电容到地。
3	VCTRL	I	芯片使能，不同的电压区间可以开启AB类、D类扩频或关闭。
4	VNCN	I	防破音设置脚，提供三种防破音，或关闭防破音功能。
5	VINN	I	负端音频输入。
6	VINP	I	正端音频输入。
7	AGND	IO	模拟地。
8	COMP	IO	升压模块的环路控制补偿，外接电阻和电容网络。
9	ILIMIT	I	升压模块的输入电感电流限流设置，需要外接电容到地，电容大小影响启动时间，偏小容易引起启动大电流，建议0.1uF电容。
10	BPGND	IO	升压功率地。
11	LX	IO	升压模块开关连接电感。
12	LX	IO	升压模块开关连接电感。
13	VDDP	IO	对升压电压偏置电源电压，需要连接1uF电容到升压电压HPVDD
14	HPVDD	IO	升压电压，同时为功放功率输出提供电源。
15	OUTN	O	负端音频功率输出。
16	DPGND	IO	音频功放功率地。



极限工作条件(Note1)

符 号	说 明		范 围	单 位
V _{BAT}	电池电压 (PVCC to GND)		-0.3 to 6V	V
V _{PVCC}	升压电压 (PVCC to GND)		-0.3 to 12V	
V _{OUTP/N}	输出OUTP/N		-0.3 to 12V	
I/O	VCTRL、ILIMIT、COMP		-0.3 to 5V	
	VINP、VINN		-0.3 to 5V	
I _{OUT}	功放输出端输出最大电流		5	A
P _d	最大功耗	ECPC-16	400	mW
P _{TR}	封装热阻 θ_{JA}	ECPC-16	285	°C/W
T _J	结温度范围		-40 to +150	°C
T _{STG}	储存温度范围		-40 to +150	
T _{SDR}	焊接温度范围		260	

Note 1. 绝对最大额定值是指设备的寿命可能收到损坏的值，在绝对最大额定条件下有可能会引起芯片的永久性损伤。



推荐工作条件

符 号	说 明		最小值	最大值	单位
V _{BAT}	电源电池电压		3	5	V
V _{IH}	高阈值电压	EN	1.5		
V _{IL}	低阈值电压			0.4	
V _{LX}	连接电感的LX侧电压			14	
T _A	环境温度		-40	85	°C
T _J	结温度范围		-40	125	
R _L	扬声器阻抗		3	8	Ω

电气特性

$V_{BAT}=3.7V$, $A_V=26dB$, $T_A=25^{\circ}C$ (典型情况)

符 号	参 数	测 试 条 件		最小	典型	最大	单位
I_{DD}	静态电流	D 类模式			21	30	mA
I_{DD}	静态电流	AB 类模式			3	10	mA
I_{SD}	关断电流	EN=0V			10	20	μA
F_{OSC1}	D类PWM频率	$V_{BAT}=3.7V$ Class D mode		400	500	600	kHz
F_{OSC2}	升压开关频率	$V_{BAT}=3.7V$ Class D mode		400	500	600	kHz
V_{OS}	输出直流偏差电压	$R_L=4\Omega$			20		mV
V_N	噪声输出等效电压	With A-weighted Filter, $R_L=4\Omega$			180		μV_{rms}
$R_{DS(ON)}$	静态导通电阻	$P_{VDD}=7V$, $I_L=1A$	上边		150		$m\Omega$
		$P_{VDD}=7V$, $I_L=1A$	下边		120		
η	效率	$P_O=2W$, $R_L=4\Omega+33\mu H$			82		%
		$P_O=6W$, $R_L=4\Omega+33\mu H$			83		
THD+N	总谐波失真加噪声	THD+N=1%, $f_{in}=1kHz$	$R_L=3\Omega$		12.5		W
			$R_L=4\Omega$		10.4		
		THD+N=10%, $f_{in}=1kHz$	$R_L=3\Omega$		15.2		
			$R_L=4\Omega$		12.6		
S/N	信噪比	With A-weighted Filter $P_O=2W$, $R_L=4\Omega$			80		dB
PSRR	电源抑制比	$R_L=4\Omega$, $f_{in}=217Hz$, $V_{RIPPLE}=0.2V_{PP}$			-80	-60	

典型曲线 ($T_A=25^{\circ}\text{C}$)

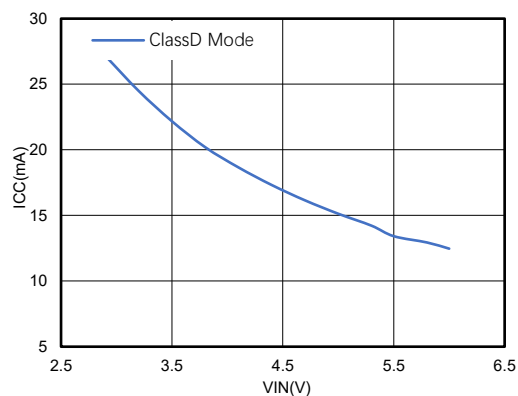


图2 Class D 输入电源和静态电流

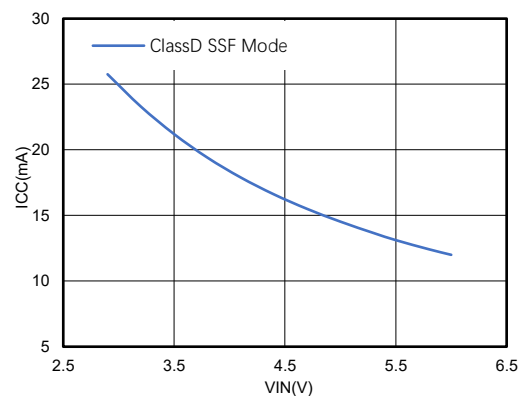


图3 Class D 扩频模式下输入电源和静态电流

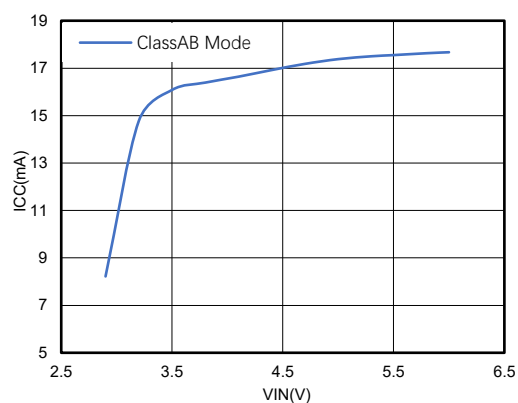


图4 Class AB 输入电源和静态电流

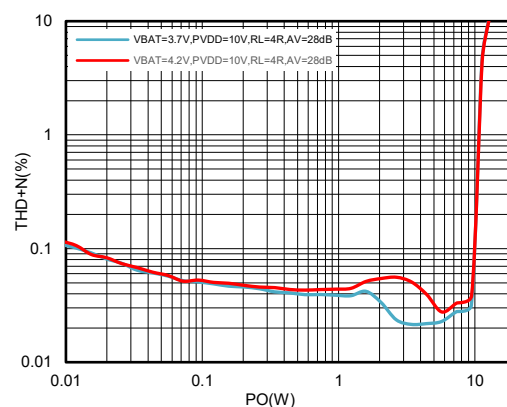


图5 Class D在4Ω负载下输出功率和THD+N

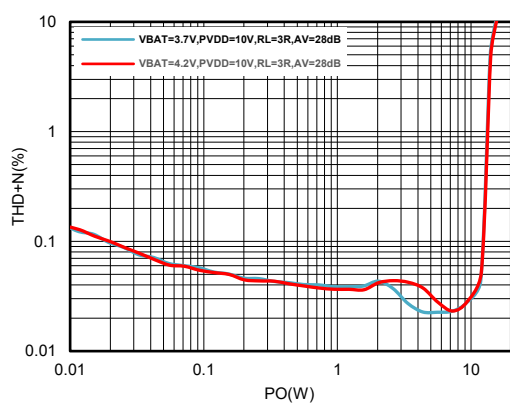


图6 Class D在3Ω负载下输出功率和THD+N

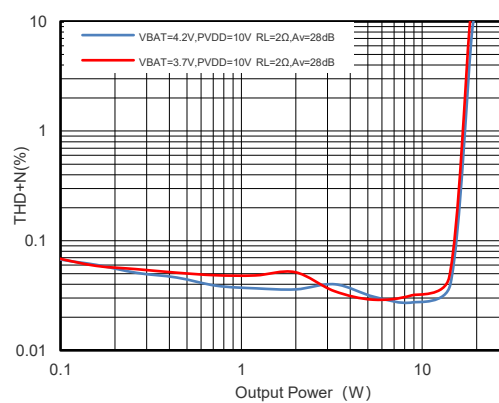


图7 Class D在2Ω负载下输出功率和THD+N

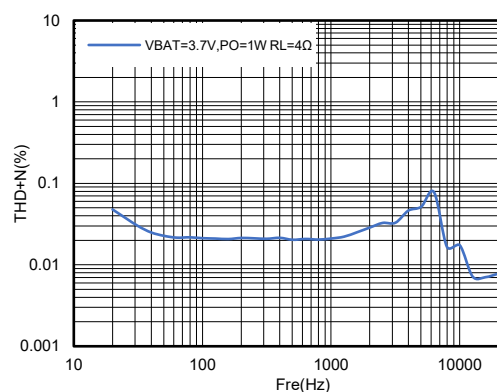


图8 1W功率下Class D频率和THD+N

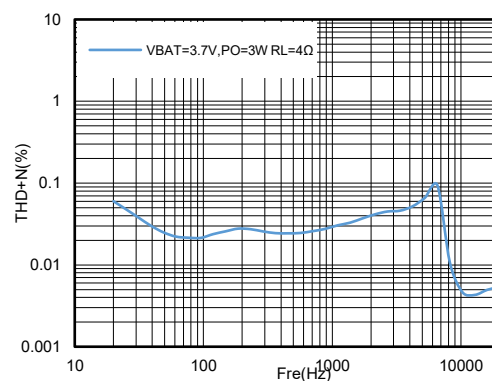


图9 3W功率下Class D频率和THD+N

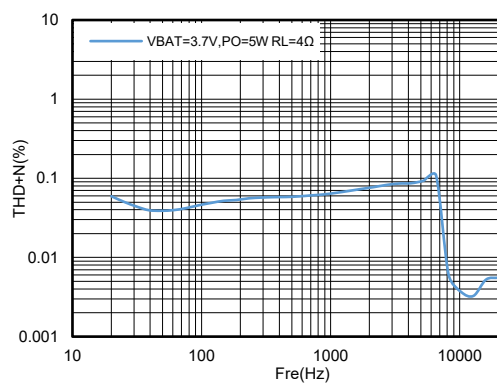


图10 5W功率下Class D频率和THD+N

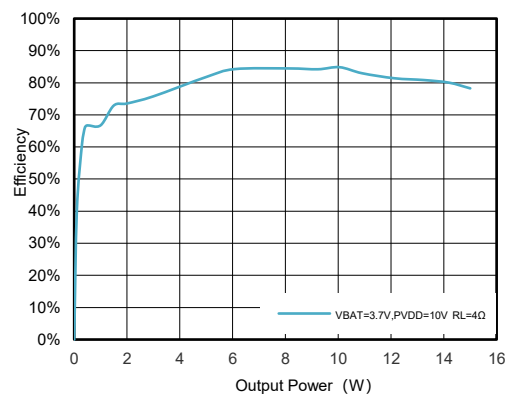
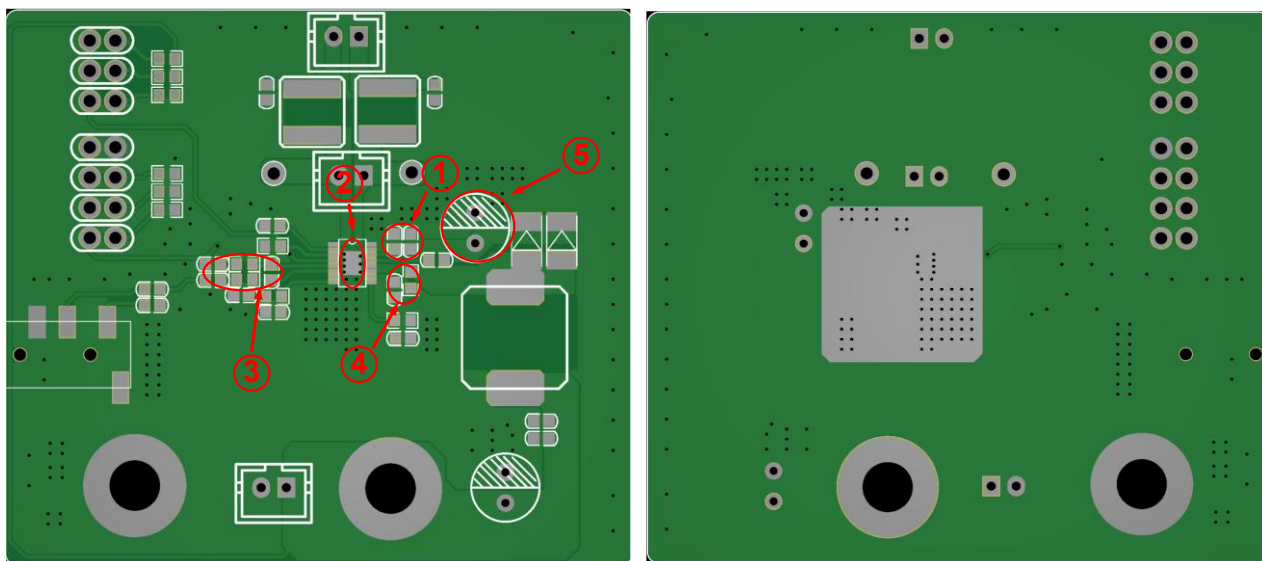


图11 Class D输出功率和效率

应用指南

PCB 注意事项



1. 图中（标识1）的贴片小电容位置务必要靠近芯片管脚，电容下地端靠近芯片GND管脚。
2. 芯片底部打孔可以适当减小，防止漏锡（标识2）；同时可以适当增加钢网开孔面积，防止出现芯片底部漏锡导致的假焊；PCB在芯片底部开窗，与芯片衬底焊接，帮助芯片散热。注意芯片底部的衬底同时是芯片的PGND，务必接到PCB的GND上。
3. 图中（标识3）的位置音源输入差分网络，差分网络的同相端和反相端阻抗需要做到相互匹配，同时可以预留一个平衡电容位置。
4. 上述的LX中的RC位置靠近LX管脚（标识4），电容下地的GND靠近芯片管脚。
5. 过EMI认证，功放输出需要增加LC滤波（L推荐15uH，C推荐680nF，实际值应结合实验室情况灵活调整）。
6. 音频功率放大器的输出脚（OUTP和OUTN）到喇叭处要尽量使用低阻抗的连线。
7. 请不要让功率放大器的输出端碰到AGND、DPGND、BPGND、VBAT、HPVDD上，以免造成芯片的损坏。
8. 设计PCB时，要尽量使升压电感和肖特基二极管靠近LTK53101的LX脚位，升压输出滤波电容要靠近肖特基二极管的负极，LX脚、电感和肖特基二极管之间的走线要在同一层，不能有过孔，输出滤波电容和肖特基二极管的负极走线也要在同一层，不能有过孔，走线因为有大电流开关信号，要尽量短而粗，以减少大电流通路上的寄生阻抗。

VCTRL 功能说明

VCTRL 是复合功能管脚，有 AB 类模式和两种 D 类工作模式：扩频模式和关闭扩频模式，在扩频模式下可以具有更低的 EMI 特性。需要注意的是，AB 类和 D 类互相转换时，需要先关断至少 60ms 后才能进行转换，否则模式切换会出现异常。

VCTRL	状 态
<0.3V	关 断
1.0V-1.4V	AB 类模式
1.6V-1.9V	扩频功能打开的 D 类模式
>2.1V	扩频功能关闭的 D 类模式

VNCN 功能说明

VNCN 是复合功能管脚，通过下拉不同的电阻到地，可以实现三种不同的防破音，同时悬空时，会关闭防破音，接地时会静音（不是关闭芯片）。



V _{VNCN}	防破音控制
接地	静音（不是关闭芯片）
47k 接地	防破音功能 1（THD<0.3%）
62k 接地	防破音功能 2（THD<0.5%）
120k 接地	防破音功能 3（THD<1.0%）
悬空	防破音功能关闭

ILIMIT 功能说明

通过外接不同的 R_{limit} 电阻，可以限定输入的电感电流，从而根据电源电池和输出功率的要求灵活配置限流值。另外，外接电容的大小也会影响芯片升压的启动时间，电容太小会导致启动大电流，LTK53101 推荐使用 0.1uF 的电容。

R _{LIMIT}	电感电流
43kΩ	8.0A
39kΩ	7.3A
33kΩ	6.2A
30kΩ	5.3A

过温保护（OTP）

当检测到芯片内部温度超过预设的阈值（160°C）时，芯片会进入关闭输出的状态，当芯片内部温度返回到一个较低温度（大约低于阈值20°C），芯片将恢复到正常工作模式。

欠压保护功能

为使芯片安全可靠工作，LTK53101 具有欠压保护功能，欠压阈值在2.8V左右，当检测到电源电压低于V_{UVLO}时，启动欠压保护功能，这时会关闭芯片的输出，输出管脚会被拉到低电平；当检测到电源电压高于V_{UVLO}时，芯片将恢复到正常工作模式。

输入电阻 R_i

LTK53101输入为差分结构，要求输入电阻之间良好的匹配（差分输入电阻阻值一致），可以提升PSRR、CMRR等性能。PCB布局时要尽可能靠近芯片的管脚位置。

内部集成了反馈电阻R_f和输入电阻R_i，同时支持外接输入电阻R_{ex}，以灵活调整设计参数。可以根据需要选用计算如下：

$$A_V = 20 \log * \frac{R_f}{R_{ex} + R_i} \quad (1)$$

D类模式提供35.4dB的增益，R_i=9.5kΩ；R_f=560kΩ；AB类模式提供33.6dB的增益，R_i=9kΩ；R_f=430kΩ；R_{ex}是外置输入电阻，可根据实际需求，结合芯片内部电阻与外接电阻的组合关系进行计算，从而确定最终的电路参数。

输入电容 R_i

LTK53101 的输入电容和输入电阻构成输入高通滤波器，通过选取合适的电容，来决定截止频率。

$$f_{C(Highpass)} = \frac{1}{2\pi R_i C_i} \quad (2)$$

电容的选取可以参考下面公式：

$$C_i = \frac{1}{2\pi R_i f_c} \quad (3)$$

磁珠选择

选择磁珠时，要注意铁氧体材料类型，需要能在10~100MHz频率范围正常工作的磁珠，使用铁氧体磁珠过滤器，可以有效降低出现在扬声器和电源线30MHz频率以上范围的高频信号辐射。在铁氧体磁珠滤波器后面，接一个1nF高频电容到地可以进一步对高频信号旁路，来降低信号的频谱在一个可接受的水平。为了获得最佳性能，对铁氧体磁珠滤波器的谐

振频率应小于10MHz。

选择铁氧体磁珠需要考虑三个重要指标: 直流电阻 (DCR)、100MHz时的阻抗和额定工作电流, 要求DCR小于50mΩ, 100MHz的阻抗在100Ω~330Ω之间, 额定电流在8Ω喇叭应用下不小于3A, 4Ω喇叭应用下不小于5A, 3Ω喇叭应用 (PBTL) 下不小于7A。

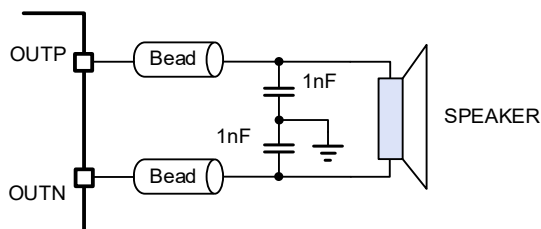


Fig.7 差分磁珠滤波输出

LC 输出滤波器

在扬声器引线比较长并且对EMI要求很高的应用环境, 需要一个LC输出滤波器以获得最佳的EMI抑制, LC滤波器的设计既要比音频信号的频率高, 又要对音频信号频带内的信号没有影响, 可以尽量地衰减音频范围外的高频信号。LC输出滤波器的转角频率通常选择在50kHz左右下面是一个二阶低通滤波器, 如图Fig.8所示。

在公式 (3) 中, $L=L1=L2$; $C2=C3=CL$; $C=2 \times C1+CL$

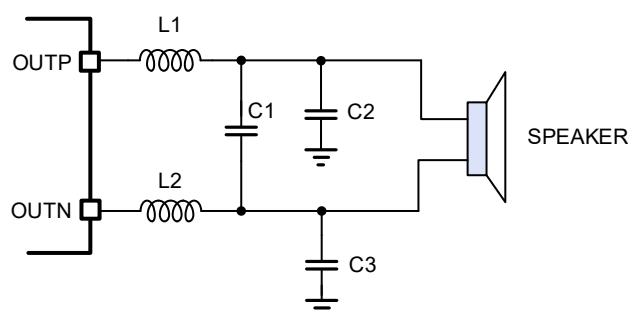


Fig.7 差分LC滤波输出

同时因为LC输出滤波器的品质因数Q很重要, Q值太低会使转角频率附件的信号幅度衰减太多, Q值太高会使转角频率附件的信号幅度提升过多。LC输出滤波器的品质因数Q通常设置在0.7到1之间, 但会随喇叭阻抗变化而变化。

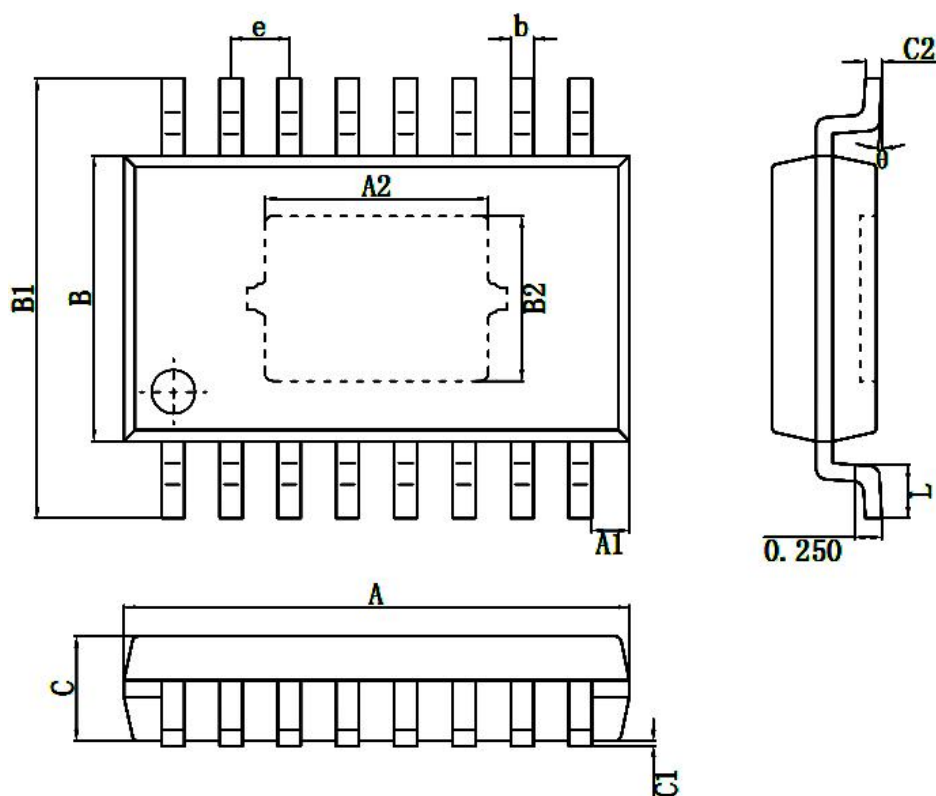
$$f_{C(\text{lowpass})} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (4)$$

下表给出了喇叭负载在2、3、4、或8情况下建议的二阶低通滤波器L1、L2、C1、C2和C3的取值。

喇叭阻抗 (Ω)	L1, L2 (μH)	C1 (μF)	C2, C3 (μF)	f _{C,LPF} (kHz)	Q值
8	22	0.33	0.68	41	0.70
4	10	0.56	1	50	0.63
3	6.8	0.68	1.5	50	0.70
2	4.7	1.0	2.2	50	0.68

封装信息

ECPC-16



Symbol	Dimensions In Milli meters (mm)		Symbol	Dimensions In Milli meters (mm)	
	Min	Max		Min	Max
A	4.50	4.70	b	0.16	0.26
A1	0.29	0.39	C	0.85	1.05
A2	1.80	2.15	C1	0	0.15
e	0.53 (BSC)		C2	0.15	0.18
B	2.50	2.70	L	0.40	0.60
B1	3.85	4.15	θ	0°	8°
B2	1.16	1.50			



版本修改说明

No.	修改日期	版本	负责人	内 容
1	2023年3月6日	V1.1	Wilson Liu	正式版第一版发布
2	2024年3月12日	V1.2	Wilson Liu	修改了第一页典型应用原理图、脚位说明等, ILIMIT管脚外接电容从1uF改到0.1uF, 优化了升压启动时间。
3	2024年7月30日	V1.3	Wilson Liu	芯片输入管脚VINN和VINP之间可以预留100pF到1nF电容位置, 以利于输入均衡调整。
4	2024年11月25日	V1.4	Wilson Liu	更新了应用电路图: 1、芯片的LX脚位建议加RC, 取值参考电路图, 在某些极端应用或PCB板走线优化不足情况下, 建议加RC, 利于减少LX电压毛刺; 2、VNCN的外接电阻在防破音模式, 最小的电阻建议不低于47kΩ, 避免VNCN电压过低导致意外关闭芯片。
5	2025年5月10日	V1.5	Wilson Liu	更新了应用电路图: 第10脚BPGND, 加了接地标识。
6	2025年8月28日	V1.6	Wilson Li	更新了应用电路图: 1、更正了防破音说明的电阻值; 2、增加了应用的PCB注意事项图;
7	2026年3月5日	V1.7	Wilson Li	1、添加AB类增益说明; 同时将D类模式的内置 F_R 和 R_i 电阻理论值, 更正为实测值;