

LT54102 2X20W 双声道、D类、超低底噪、带PBTl、带自适应升压音频功率放大器

LTK54102特性

- 输入电压范围: 2.8V- 10V
- 12A 集成大电流异步电感式升压
- 适用于单、双节锂电输入升压
- 可以PBTl模式工作
- 超低底噪: 85uV (27.6dB)
- 单节锂电自适应升压到9.3V
- 双节锂电自适应升压到12.3V
- 输出功率
at 10% THD+N
– 10W, at $V_{IN}=3.7V$, $R_L=4\Omega$
at 1% THD+N
– 9W, at $V_{IN}=3.7V$, $R_L=4\Omega$
- 输出功率
at 10% THD+N
– 20W, at $V_{IN}=7.4V$, $R_L=4\Omega$
at 1% THD+N
– 17W, at $V_{IN}=7.4V$, $R_L=4\Omega$
- 扩频模式
- 可选改善EMI的扩频模式
- 关断电流 < 10uA
- 提高效率的自适应升压
- 过热保护功能
- 满足ROHS要求的环保封装

LTK54102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

LTK54102说明

LTK54102 是一款适用于单、双节锂电升压的大功率、带自适应升压、立体声、可用于PBTL单声道、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 $2\times 10W$;双节锂电供电情况下,在 4Ω 下可以达到 $2\times 20W$ (10% THD+N)。

LTK54102帶有可选的扩频功能,可以有效降低开关频率对EMI的影响。

三种不同增益模式控制,使得LTK54102可以满足对音质的准确要求。

另外，LTK54102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。

LTK54102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。

LTK54102典型应用原理图

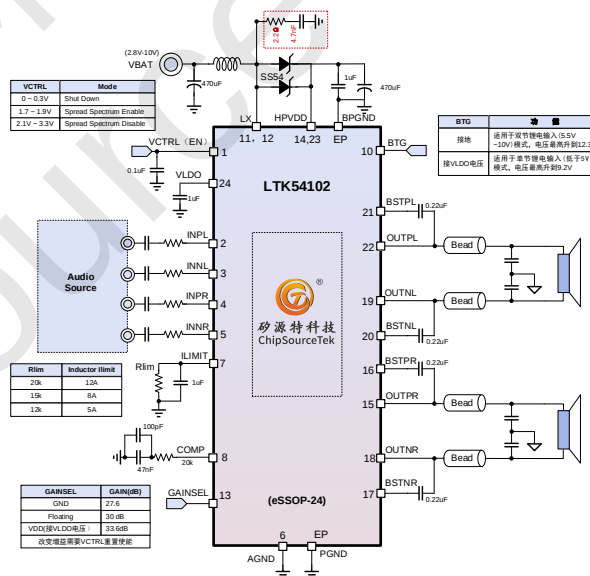


图1. LTK54102应用原理图

LTK54102 Order and Marking Information

LTK54102 Assembly Material Handling Code Package Code	Packge Code ES: ESSOP-24 Handling Code TR: Tape & Reel Assembly Material G: Halogen and Lead Free Device
LTK54102 ES	X - Data Code Y - Lot Number

Note: 本公司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。



LTK54102管脚说明

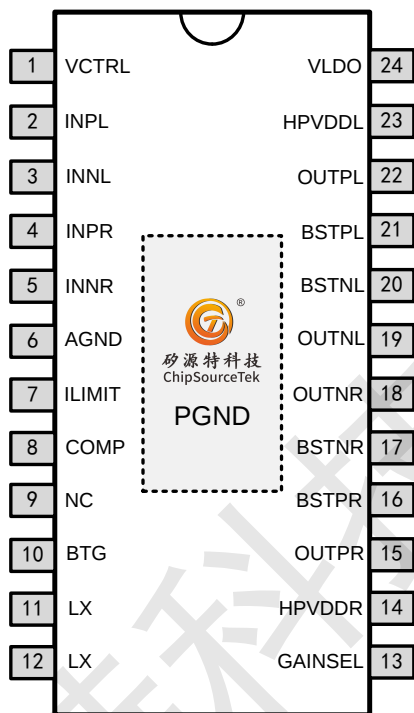


图2. LTK54102管脚说明

LTK54102管脚功能

序号	名 称	IO	功 能 说 明
1	VCTRL	I	使能模式控制输入，包含关闭、扩频、扩频关闭模式。
2	INPL	I	左通道正端音频输入
3	INNL	I	左通道负端音频输入
4	INPR	I	右通道正端音频输入
5	INNR	I	右通道负端音频输入
6	AGND	P	模拟地
7	ILIMIT	I	升压模块的电感电流限流设置，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。
8	COMP	I	升压模块的环路控制补偿，外接电阻和电容网络。
9	NC	—	
10	BTG	I	输入电池电压选择模式，接地适用于双节锂电升压，升到12.3V；接PIN24脚位（VLDO），适用于单节锂电升压模式，升到9.3V，不能悬空。
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	GAINSEL	I	增益选择模式：接地：27.6dB；悬空：30dB；接VLDO电压：33.6dB。
14	HPVDDR	P	升压电压，同时为功放功率右通道输出提供电源。
15	OUTPR	O	右通道正端音频功率输出。
16	BSTPR	IO	右通道正端的自举电容，需要连接0.22uF电容到OUTPR。
17	BSTNR	IO	右通道负端的自举电容，需要连接0.22uF电容到OUTNR。



18	OUTNR	O	右通道负端音频功率输出。
19	OUTNL	O	左通道负端音频功率输出。
20	BSTNL	IO	左通道负端的自举电容，需要连接0.22uF电容到OUTNL。
21	BSTPL	IO	左通道正端的自举电容，需要连接0.22uF电容到OUTPL。
22	OUTPL	O	左通道正端音频功率输出。
23	HPVDDL	P	升压电压，同时为功放功率左通道输出提供电源。
24	VLDO	P	对地偏置电源电压，为内部电路和逻辑电路提供电压，需要连接1uF电容到地。
25	EP	P	散热片连接内部功率地



LTK54102极限工作条件(Note1)

符 号	说 明		范 围	单 位
V _{BAT}	电池电压 (V _{BAT} to GND)		-0.3 to 10V	V
V _{HPVDDL}	升压电压 (H _{PVDDL} to GND)		-0.3 to 13V	
V _{HPVDDR}	升压电压 (H _{PVDDR} to GND)		-0.3 to 13V	
LX	升压连接电感		15V	
V _{OUTP/N}	输出OUTP/N		-0.3 to 13V	
I/O	VCTRL		-0.3 to 13V	
	ILIMIT、COMP		-0.3 to 5V	
	INPL、INNLL、INPR、INNRR、GAINSEL、BTG		-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	ESSOP-24	400	mW
P _{TR}	封装热阻 θ_{JA}	ESSOP-24	°C /W	°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。



LTK54102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	10	V
V_{LX}	连接电感的LX侧电压		15	
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

LTK54102电气特性

$V_{BAT}=3.7V$, $T_A=25^{\circ}C$ (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	$V_{BAT}=3.7V$, D 类模式		16		mA
I_{SD}	关断电流	$V_{BAT}=3.7V$, $EN=0V$		4		μA
F_{OSC1}	D类PWM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, 27dB $R_L=4\Omega$,		85		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%, $f_{in}=1kHz$ $R_L=4\Omega$		9		W
		THD+N=10%, $f_{in}=1kHz$ $R_L=4\Omega$		10		
S/N	信噪比	With A-weighted Filter $P_O=2W$, $R_L=4\Omega$		85		dB
PSRR	电源抑制比	$R_L=4\Omega$, $f_{in}=217Hz$, $V_{RIPPLE}=0.2V_{PP}$		-80	-60	

$V_{BAT}=7.4V$, $T_A=25^{\circ}C$ (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	$V_{BAT}=7.4V$, D 类模式		7		mA
I_{SD}	关断电流	$V_{BAT}=7.4V$, $EN=0V$		8		μA
F_{OSC1}	D类PWM频率	$V_{BAT}=7.4V$ 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, 27dB $R_L=4\Omega$,		85		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%, $f_{in}=1kHz$	$R_L=4\Omega$		17		W
		THD+N=10%, $f_{in}=1kHz$	$R_L=4\Omega$		20		
S/N	信噪比	With A-weighted Filter $P_O=2W, R_L=4\Omega$			85		dB
PSRR	电源抑制比	$R_L=4\Omega, f_{in}=217Hz, V_{RIPPLE}=0.2V_{PP}$			-80	-60	



LTK54102典型曲线 (TA = 25°C)

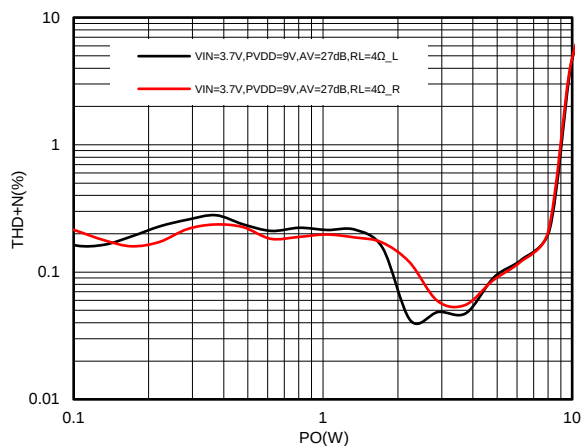


图3 VIN=3.7V, PVDD=9V时功率和失真THD+N (%)

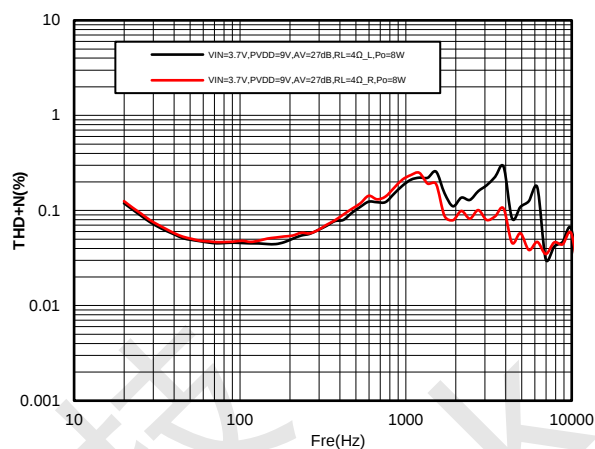


图4 VIN=3.7V, PVDD=9V时频率vs失真THD+N (%)

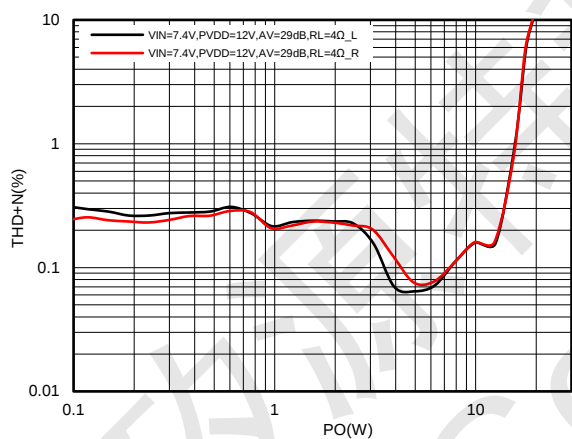


图5 VIN=7.4V, PVDD=12V时功率和失真THD+N (%)

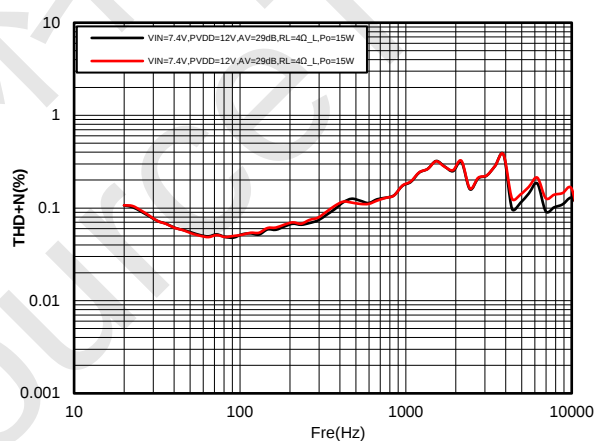


图6 VIN=7.4V, PVDD=12V时频率vs失真THD+N (%)



LTK54102应用指南

LTK54102是一款大功率、可设置升压、带PBTL、超低底噪、高效率、无滤波器立体声D类音频功率放大器。先进的扩频功能可以进一步降低EMI的辐射，甚至可以在不加任何磁珠的情况下满足要求。

PCB 应用指南

设计PCB时，要尽量使升压电感和肖特基二极管靠近LTK54102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。

连接FB的分压电阻 R_H 的升压电压，要从升压滤波电容后连接分压电阻 R_H 。

芯片下面的散热片必须直接可靠地焊接到PCB的焊盘上，必需使用二层以上的PCB，芯片的AGND、PGND可以直接短接到底部的散热焊盘上，并通过足够多的过孔与背面的大面积覆铜区相连来帮助散热。

为了降低系统的底噪和开机POP音，在使用差分输入模式时，需要使INN_L、IN_{PL}和INN_R、IN_{PR}的输入电阻电容尽量匹配；在做单端输入使用时，有一端输入是交流接地的，需要把线拉到信号源端再接地，尽量使NN_L、IN_{PL}和INN_R、IN_{PR}的输入路径走线对称。

音频功率放大器的输出脚（OUT_{PL}、OUT_{NL}和OUT_{PR}、OUT_{NR}）到喇叭处要尽量使用低阻抗的连线。

电源输入HPVDDL、HPVDDR处要放置合适的退耦电容，电容要尽量地靠近相应的电源脚和地，电感的退耦电容也要尽量靠近电感。

LTK54102应用在大电流输出时，要根据系统对电流的要求，选用并联的二极管，有利于保持电流能力的同时降低阻抗，提高可靠性和效率。

为了进一步降低EMI，可以在功率放大器的输出端增加串接磁珠，并接电容到地来更好地抑制高频的EMI。

请不要让功率放大器的输出端碰到AGND、PGND、HPVDDL和HPVDDR上，以免造成芯片的损坏。

VCTRL 功能说明

VCTRL 是复合功能管脚，有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。

V _{CTRL}	状 态
<0.3V	关 断
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

BTG 功能说明

V_{BTG} 是升压电压自适应设置管脚，在选择单节锂电和双节锂电输入前必须预先设置好。

V _{BTG}	状 态
接地	适用于双节锂电输入模式，输入电压需要大于 5.5V，小于 10V。
接 VLDO 电压	适用于单节锂电输入模式，输入电压需要小于 5V。
悬空	不允许

GAINSEL 功能说明

GAINSEL 是复合功能管脚，通过接地、悬空或接到 VLDO（PIN24）的电压可以实现三种不同的增益。需要注意的是，增益设置需要在上电后一次完成，重新设置需要重新上电。

GAINSEL	增 益
接地	27.6dB



悬空	30dB
接 VLDO	33.6dB

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，LTK54102 推荐使用 0.1uF 的电容。

R_{LIMIT}	电感电流
20k Ω	12A
15k Ω	8.0A
12k Ω	5.0A

PBTL 模式

LTK54102具有PBTL功能，在PBTL模式下，可以工作在单声道模式，为输出提供双倍的电流能力。

PBTL模式由下面动作来进行设置（可以参考前面的PBTL应用电路图）：

- 需要把右声道的差分输入管脚同时接地；
- 音频信号从左声道差分输入；
- 把OUTPL和OUTNL短接在一起，OUTPR和OUTNR短接在一起；

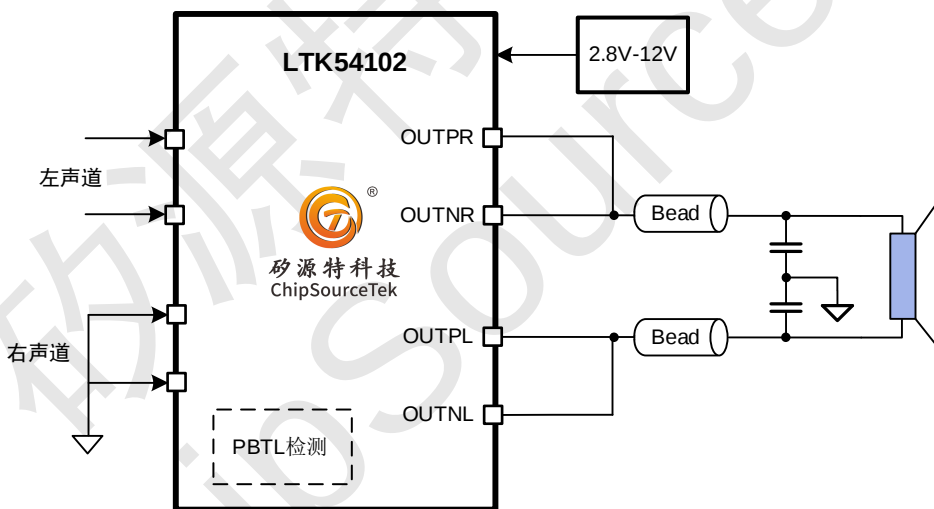


图7. PBTL方式示意图

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，LTK54102 具有欠压保护功能，欠压阈值在2.7V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。

输入阻抗 R_i

LTK54102提供输入全差分结构，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。

在27.6dB的增益设置下，芯片内部的输入电阻： $R_i=13.6k\Omega$ ；内部反馈电阻： $R_f=330k\Omega$ ； R_{ex} 是外置输入电阻，可以根据需要选用。

$$A_V = 20 \log * \frac{R_f}{R_{ex}+R_i} \quad (2)$$

LTK54102 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。

$$f_{C(Highpass)} = \frac{1}{2\pi R_i C_i} \quad (3)$$

电容的选取可以参考下面公式：

$$C_i = \frac{1}{2\pi R_i f_c} \quad (4)$$

增益	输入电阻	输入电容	低频-3dB
27.6 dB	13.6 k Ω	2.2uF	5.3Hz
30 dB	10.2 k Ω	2.2uF	7.1Hz
33.6 dB	6.8 k Ω	4.7uF	5.0Hz

输入电容 R_i

LTK54102 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50m Ω ，100MHz的阻抗在100 Ω ~330 Ω 之间，额定电流在8 Ω 喇叭应用下不小于3A，4 Ω 喇叭应用下不小于5A，3 Ω 喇叭应用（PBTL）下不小于7A。

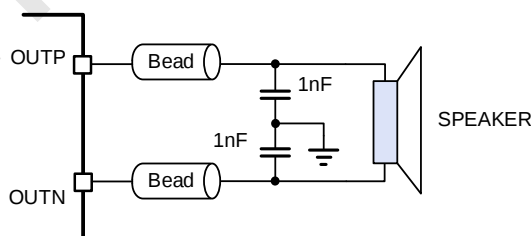


图8 差分磁珠滤波输出

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14所示。

在公式（3）中， $L=L_1=L_2$ ； $C_2=C_3=CL$ ； $C=2 \times C_1+CL$

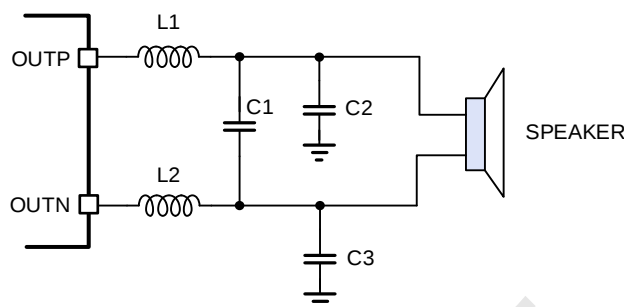


图9 差分LC滤波输出

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。

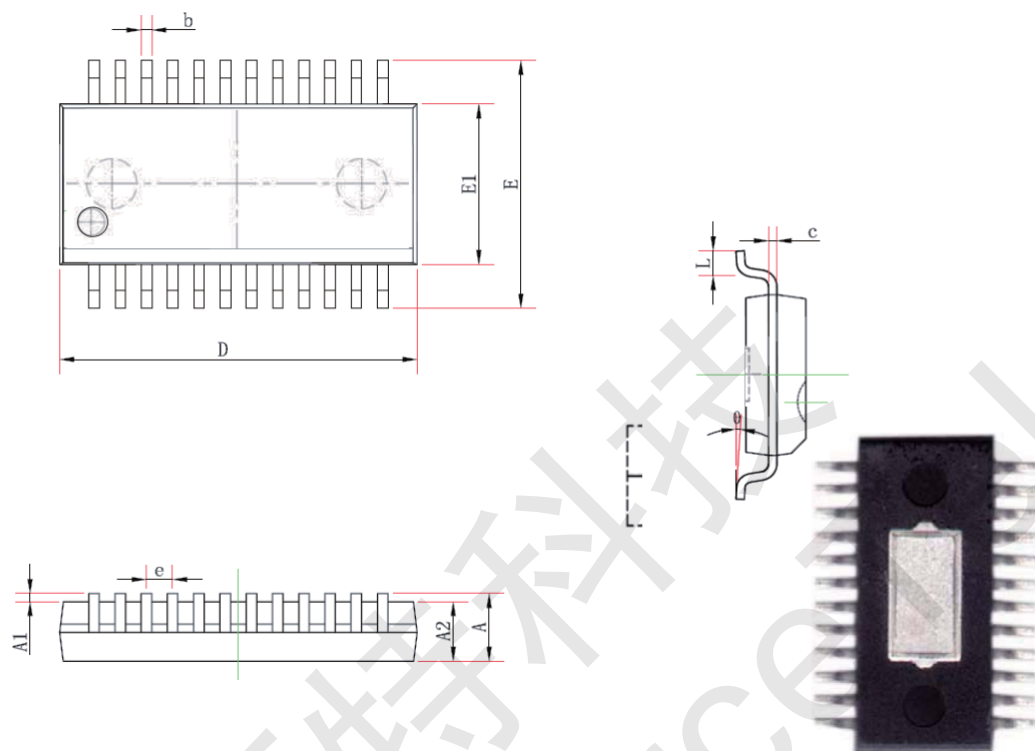
$$f_{c(\text{lowpass})} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (4)$$

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)	$f_{c,\text{LPF}}$ (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



LTK54102 ESSOP24 封装信息



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	—	1.750	—	0.069
A1	0.000	0.100	0.000	0.004
A2	1.250	—	0.049	—
b	0.203	0.305	0.008	0.012
c	0.102	0.254	0.004	0.010
D	8.450	8.850	0.333	0.348
E1	3.800	4.000	0.150	0.157
E	5.800	6.200	0.228	0.244
e	0.635 (BSC)		0.025 (BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°