



内置BOOST升压/防破音功能的5W立体声D类音频功率放大器

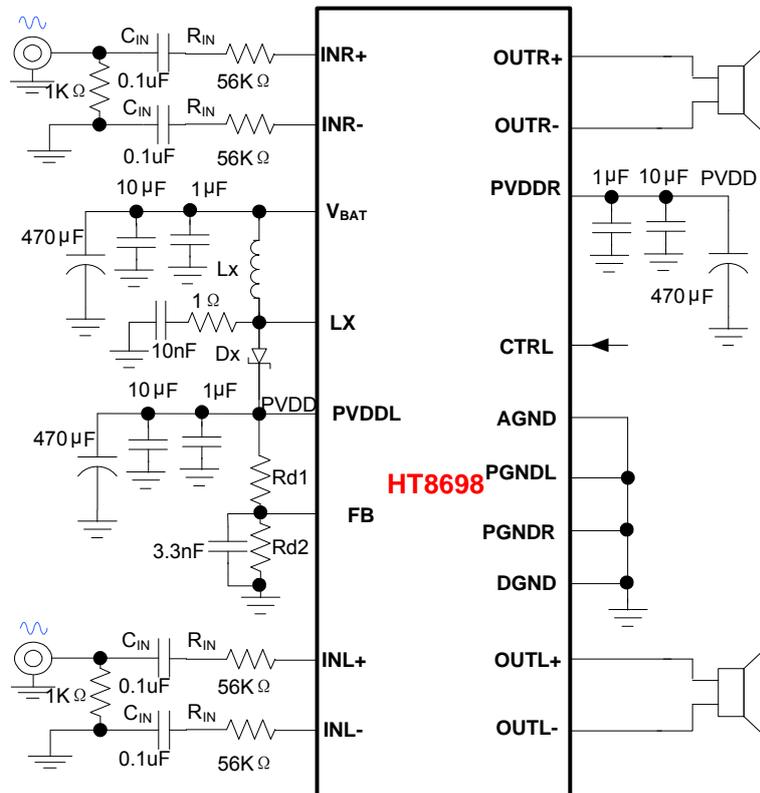
■ 特点

- 防削顶失真功能(Anti-Clipping Function, ACF)
- 优异的全带宽EMI抑制性能
- 免滤波器数字调制, 直接驱动扬声器
- 输出功率
 $2 \times 5 \text{ W}$ ($V_{\text{BAT}}=3.6\text{V}$, $PVDD = 6.5\text{V}$, $R_L=4\Omega$, $\text{THD+N}=10\%$)
- 电源
 - 升压输入 V_{BAT} : 2.5V至5.5V
 - 升压输出 $PVDD$: V_{BAT} 至6.5V
- BOOST输出电压可调
- 保护功能
- 过流/过热/欠压异常保护功能
- 无铅封装, TSSOP20L-PP

■ 应用

- 蓝牙音箱
- 2.1声道小音箱
- iphone/ipod/ipod docking
- 平板电脑, 笔记本电脑
- 小尺寸LCD电视/监视器
- 便携式音箱
- 扩音器
- MP4, 导航仪
- 智能手机
- 便携式游戏机

■ 典型应用图



■ 概述

HT8698是一款内置BOOST升压模块的立体声F类音频功率放大器。内置的BOOST升压模块可通过外置电阻调节升压值,即使是锂电池供电,在升压至6.5V时,10% THD+N, 4Ω负载条件下,能连续输出2×5 W 的功率。其支持外部设置调节BOOST输出电压。

HT8698的最大特点是防削顶失真 (ACF) 输出控制功能,可检测并抑制由于输入音乐、语音信号幅度过大所引起的输出信号削顶失真 (破音),也能自适应地防止在BOOST升压电压下降所造成的输出削顶,显著提高音质,创造非常舒适的听音享受,并保护扬声器免受过载损坏。同时芯片具有ACF-Off 模式。

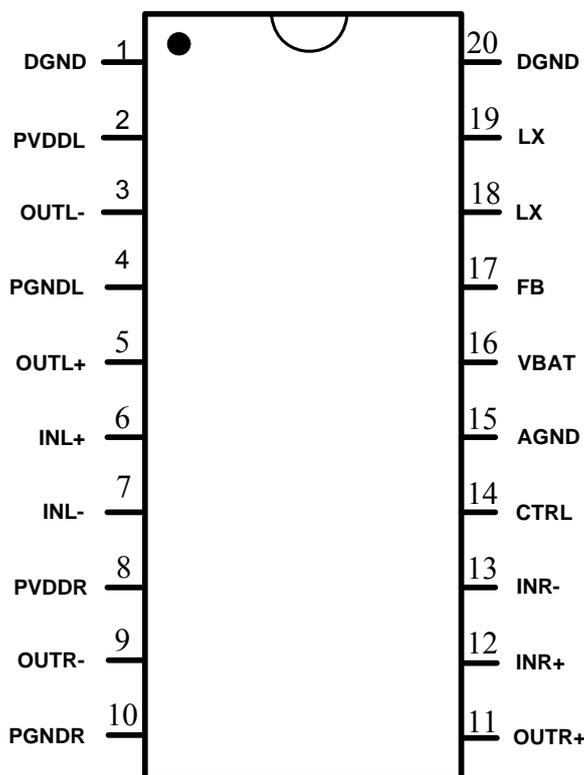
HT8698内部集成免滤波器数字调制技术,能够直接驱动扬声器,并最大程度减小脉冲输出信号的失真和噪音。输出无需滤波网络,极少的外部元器件节省了系统空间和成本,是便携式应用的理想选择。

此外, HT8698内置的关断功能使待机电流最小化,还集成了输出端过流保护、片内过温保护和电源欠压异常保护等功能。

目录

■ 特点.....	1
■ 应用.....	1
■ 概述.....	1
■ 典型应用图.....	1
■ 引脚信息.....	3
■ 引脚定义.....	3
■ 订购信息.....	4
■ 电气特性.....	4
● 极限工作条件.....	4
● 推荐工作条件.....	4
● 电气特性.....	5
■ 典型特性曲线.....	6
■ 功能描述及应用信息.....	8
● BOOST 升压模块	8
(1) Boost 输出电压配置	8
(2) LX 端 RC	8
(3) BOOST 输入输出电容	8
(4) 电感的选择和放置	8
(5) 肖特基二极管的选择和放置	8
(6) 布线考虑	8
● 音频功放输入配置.....	9
● 音频功放输出.....	9
● CTRL 模式设置	9
● CTRL 模式功能描述	10
● 咔嗒-噼噗声消除	11
● 保护功能	11
■ 封装外形	12
图表 1 Boost 输出电压设置.....	8
图表 2 LX 端 RC 设置.....	8
图表 3 (1) 差分输入; (2) 单端输入.....	9
图表 4 输出端的连接.....	9
图表 5 CTRL 端内部电阻.....	10
图表 6 ACF 工作原理示意图.....	10
表格 1 BOOST 输出电压配置表.....	8
表格 2 CTRL 引脚不同模式设置的输入电压.....	10
表格 3 ACF-1 和 ACF-2 模式区别.....	11

■ 引脚信息



TSSOP20L 顶视图

■ 引脚定义^{*1}

SOP 引脚号	引脚名称	I/O	ESD 保护电路	功能
1,20	DGND	GND	-	功率地
2	PVDDL	Power	-	升压转换器输出电压/左声道电源电压
3	OUTL-	O	-	左声道反相输出端 (BTL-)
4	PGNDL	GND	-	左声道功率地
5	OUTL+	O		左声道同相输出端 (BTL+)
6	INL+	I	PN	左声道同相输入端 (差分+)
7	INL-	I	PN	左声道反相输入端 (差分-)
8	PVDDR	Power	-	右声道电源电压
9	OUTR-	O	-	右声道反相输出端 (BTL-)
10	PGNDR	GND	-	右声道功率地
11	OUTR+	O		右声道同相输出端 (BTL+)
12	INR+	I	PN	右声道同相输入端 (差分+)
13	INR-	I	PN	右声道反相输入端 (差分-)
14	CTRL	I	PN	ACF模式和关断模式控制端
15	AGND	GND	PN	模拟地
16	V _{BAT}	Power	PN	电池电源电压
17	FB	I	PN	电压反馈取样点
18,19	LX	I	-	升压调整管输入

注¹ I: 输入端 O: 输出端 A: 模拟端

■ 订购信息

H T 8 6 9 8

产品型号	封装形式	顶面标记	工作温度范围	包装和供货形式
HT8698	TSSOP20L-PP	HT8698 UVWXYZ ^{*2}	-40℃~85℃ (扩展工业级)	管装 46片/管

注2: WXYZ/UVWXYZ为内部生产跟踪随机编码。

注: 除特殊说明外, 以下页面的数据内容均针对TSSOP20L-PP封装形式的HT8698型号产品。

■ 电气特性

● 极限工作条件^{*3}

参数	符号	最小值	最大值	单位
电源电压范围	V _{BAT}	-0.3	6.0	V
BOOST升压范围	PVDD	V _{BAT}	7.0	V
输入信号电压范围 (IN+, IN-)	V _{IN}	V _{SS} -0.6	PVDD+0.6	V
输入信号电压范围 (除IN+, IN-外)	V _{IN}	V _{SS} -0.3	PVDD+0.3	V
工作环境温度范围	T _A	-40	85	℃
工作结温范围	T _J	-40	150	℃
储存温度	T _{STG}	-50	150	℃

注3: 为保证器件可靠性和寿命, 以上绝对最大额定值不能超过。否则, 芯片可能立即造成永久性损坏或者其可靠性大大恶化。若输入端电压在可能超过PVDD/GND的应用环境中使用, 推荐使用一个外部二极管来保证该电压不会超过绝对最大额定值。

● 推荐工作条件

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源电压 ^{*4}	V _{BAT}		2.5	3.6	5.5	V
BOOST升压范围	PVDD		V _{BAT}	6.5	6.5	V
工作环境温度	T _a		-40	25	85	℃
扬声器阻抗	R _L		4			Ω

注4: V_{BAT}的上升时间应当超过1μs。

● 电气特性⁵

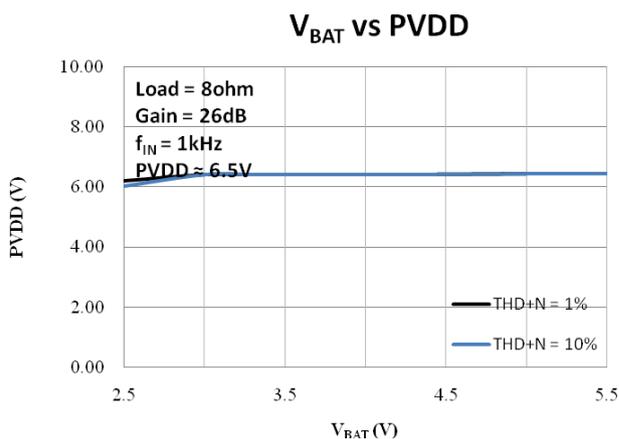
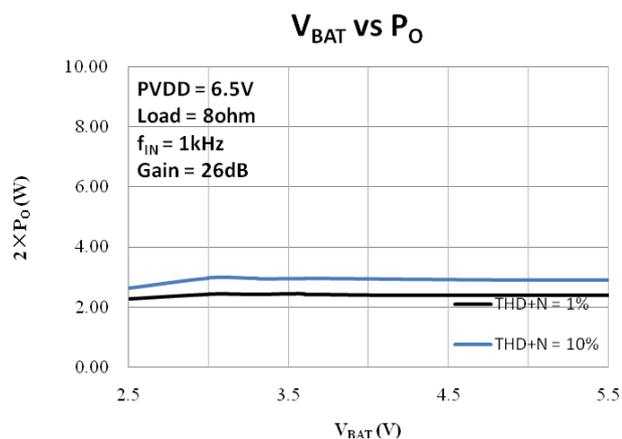
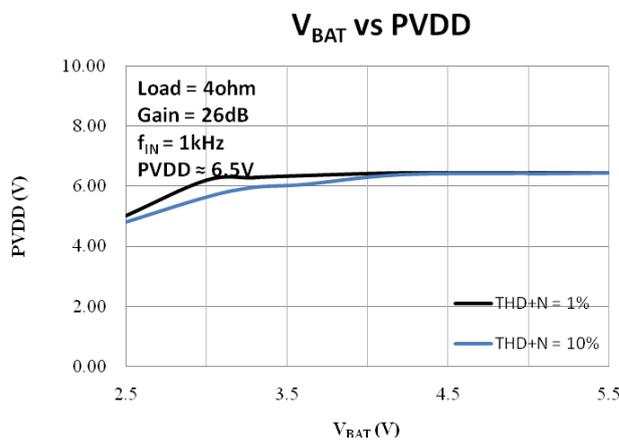
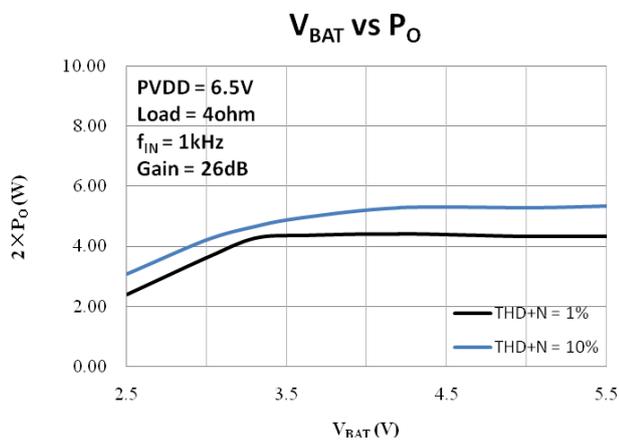
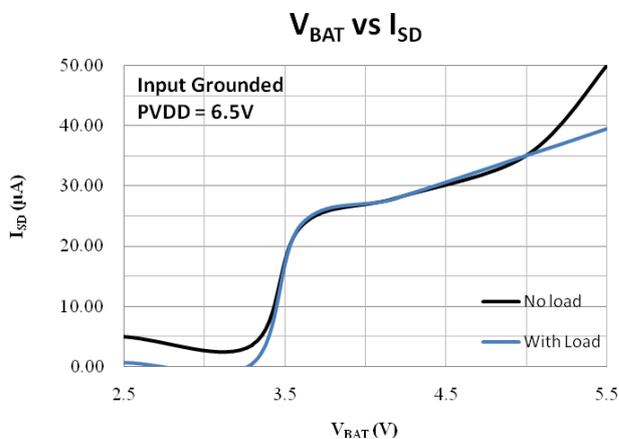
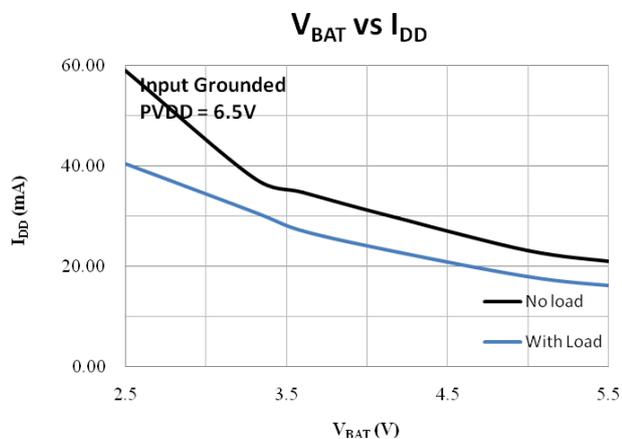
参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
BOOST Converter						
BOOST输出电压	PVDD		V _{BAT}	6.5	6.5	V
BOOST开关频率	f _{SW}			420		kHz
BOOST最大输出电流峰值	I _{LIMITRIP}			4.6		A
Class D Channel V _{SS} =0V, V _{BAT} =3.6V, PVDD=6.5V, R _{IN} =56K, Ta=25°C, C _{IN} =0.1uF, ACF-Off模式, 除非特殊说明						
载波调制频率	f _{PWM}			420		kHz
D类过流保护值	I _{max}				5	A
系统增益	A _{V0}	R _{IN} =56 kΩ		26		dB
上电启动时间 (或从关断唤醒时间)	t _{STUP}			270		ms
ACF衰减增益	A _a		-16		0	dB
关断电流	I _{SD}	CTRL=V _{SS}		23		μA
输出功率	P _O	R _L =4Ω	V _{BAT} =3.6V, f=1kHz, THD+N=10%	2×5.0		W
		R _L =8Ω		2×2.95		
		R _L =4Ω	V _{BAT} =3.6V, f=1kHz, THD+N=1%	2×4.4		
		R _L =8Ω		2×2.45		
总谐波失真加噪声	THD+N	P _O =0.1W	R _L =4Ω, f=1kHz	0.23		%
		P _O =1.0W		0.10		%
		P _O =3.0W		0.15		%
输出噪声	V _N	f=20Hz~20kHz, A加权, Av=26dB		160		μV _{rms}
信噪比	SNR	A加权, Av=26dB, THD+N = 1%		88		dB
失调电压	V _{OS}			±2		mV
效率(Class D + Boost)	η	V _{BAT} =3.6V, R _L =4Ω+22uH, THD+N = 1%		66		%
		V _{BAT} =3.6V, R _L =8Ω+33uH, THD+N = 1%		73		%
静态电流	I _{BAT}	No Load	Input Grounded	35		mA
		With Load ⁶		27		mA
最大输入信号	V _{INmax}	f _{IN} = 1kHz, THD+N ≤ 10%, ACF-1 ON		1.5		V _{rms}
Digital Input/Output						
ACF-Off 模式设置阈值	V _{MOD1}		0.75PVDD		PVDD	V
ACF-1 模式设置阈值 ⁸	V _{MOD2}		0.45PVDD		0.70PVDD	V
ACF-2 模式设置阈值 ⁸	V _{MOD3}		0.10PVDD		0.40PVDD	V
SD 关断模式设置阈值	V _{MOD4}		V _{SS}		0.06PVDD	V
SD关断恢复电压	V _{CTRL_ON}		0.8			
CTRL内部下拉电阻	R _{CTRL}	Class D		60		KΩ
MISCELLANEOUS						
V _{BAT} 电源的启动阈值	V _{UVLH}			2.5		V
V _{BAT} 电源的关断阈值	V _{UVLL}			2.2		V

注5: 以上模拟特性随所选元件和PCB布局而有所变化。

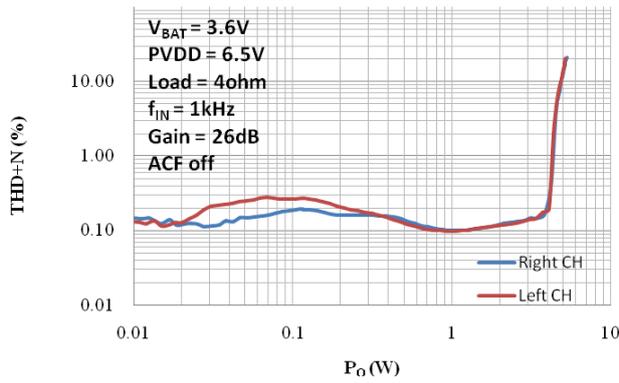
注6: 此处负载使用4ohm+22uH来模拟喇叭。

■ 典型特性曲线

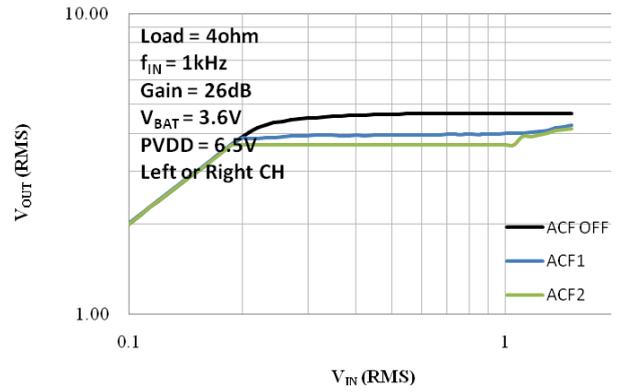
Condition: Class D mode, $V_{BAT} = 3.6V$, $PVDD = 6.5V$, $f_{IN} = 1kHz$, $R_{IN} = 56k$, Gain = 26dB, ACF off, Output = Load + Filter, Load = 4ohm, Filter = 100ohm + 47nF, unless otherwise specified



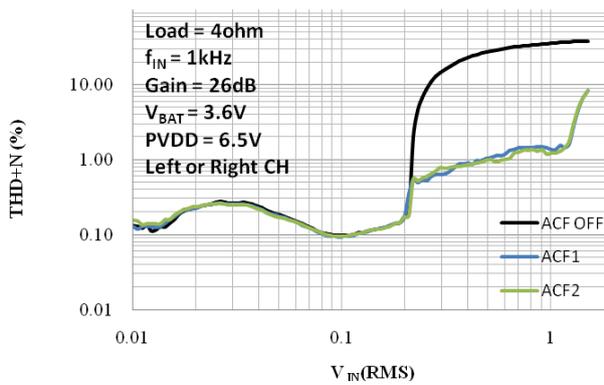
P_O vs THD+N



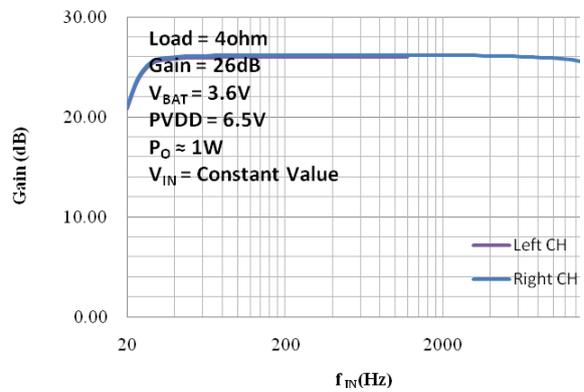
V_{IN} vs V_{OUT}



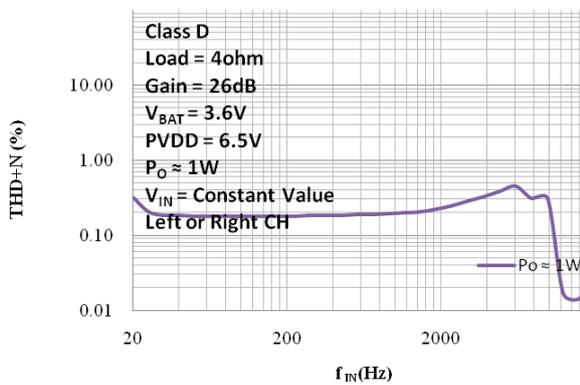
V_{IN} vs THD+N



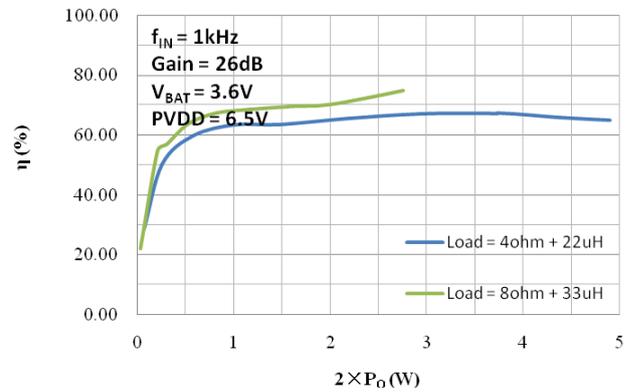
f_{IN} vs Gain



f_{IN} vs THD+N



P_O vs η

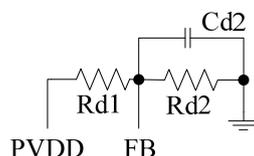


■ 功能描述及应用信息

● BOOST升压模块

(1) Boost输出电压配置

Boost升压模块的输出电压PVDD可由外部配置，如下图所示， $PVDD = 1.24 \cdot (Rd1 + Rd2) / Rd2$



图表 1 Boost 输出电压设置

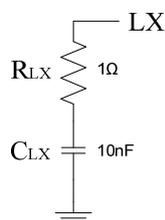
建议取值如下表，并可根据实际应用进行微调。

表格 1 BOOST 输出电压配置表

PVDD	Rd1	Rd2	Cd2
6.0V	120K	31K	3.3nF
6.5V	120K	28K	3.3nF

(2) LX端RC

在输出PVDD较大、使用功率较大、音乐波动较大的情况下，建议在LX端加入RC，如图2，能起到稳定DCDC的作用。引入此RC，将增加板级的静态电流、并降低系统的效率，说明书中的相关数据均是在加入此RC后测得。



图表 2 LX 端 RC 设置

(3) BOOST输入输出电容

由于输入电压 V_{BAT} 经BOOST升压后的PVDD直接供电给音频功放，而音频功放在工作时对电源本身具有较大扰动，这时，电源端的滤波就非常重要。

我们建议，在 V_{BAT} 和两个PVDD端至少放置一组1 μ F和10 μ F接地电容，用于吸收纹波和稳定电压，并尽可能靠近芯片引脚。另外， V_{BAT} 和两个PVDD端需各放置一个不小于470 μ F的储能电容。这些电容应以最短的路径连接至安静可靠的地，以有效滤波。

(4) 电感的选择和放置

为保证芯片的正常工作，建议使用 $L \geq 10\mu H$ ， $DCR < 1\Omega$ ， $I_{SAT} \geq 5A$ 。在输出PVDD较大、使用功率较大、音乐波动较大的情况下，应适当选择L较大的电感。

(5) 肖特基二极管的选择和放置

为保证芯片的正常工作，建议使用 $V_{RRM} > 12V$ ， $V_{FM} < 0.5V$ ， $I_F \geq 4A$ 的肖特基二极管。在输出PVDD较大、使用功率较大、音乐波动较大的情况下，应适当选择 I_F 较大的肖特基二极管。

(6) 布线考虑

电源线 (V_{BAT} , $PVDD$, 包括电源地回路), LX 线, 应尽可能使用短、粗、无弯折的引线连接; 应特别注意 LX 端引线, 其开关频率会影响EMI;

V_{BAT} 和 $PVDD$ 端 C_{IN} 应尽可能靠近芯片引脚, 以保证电压的稳定;

分压反馈电阻 $Rd1$ 和 $Rd2$ 应尽量靠近 FB , FB 引线应尽量远离干扰源, 如 LX 端所连的电感、二极管等;;

IC的所有地, 应尽可能以最短的路径和星形结构连接至稳定可靠的地。

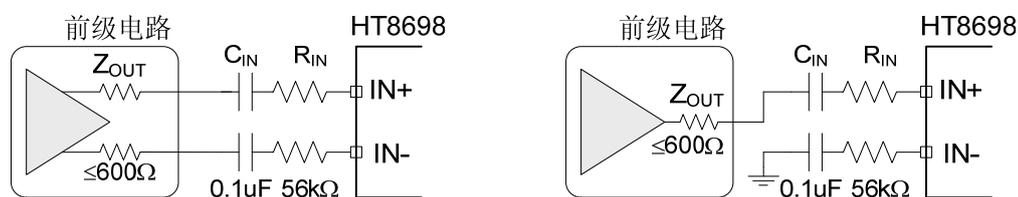
● 音频功放输入配置

HT8698 接受模拟差分或单端音频信号输入, 产生 PWM 脉冲输出信号 (D 类模式) 驱动扬声器。

对差分输入, 通过隔直电容 C_{IN} 和输入电阻 R_{IN} 分别输入到 $IN+$ 和 $IN-$ 端。系统增益 $A_v \approx 1200k/R_{IN}$ (D 类模式), 输入 RC 高通滤波器的截止频率 $f_c = 1/(2\pi R_{IN} C_{IN})$ 。

对单端输入, 则通过 C_{IN} 耦合到 $IN+$ 端。 $IN-$ 端必须通过输入电阻和电容 (与 C_{IN} 、 R_{IN} 值相同) 接地。增益 A_v 和截止频率 f_c 与差分输入时相同。

注意系统前级电路的输出阻抗 Z_{OUT} 应不超过 600Ω 。



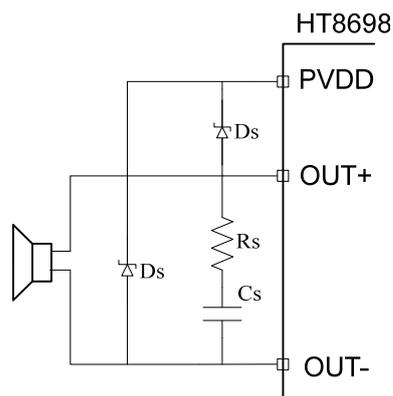
图表 3 (1) 差分输入;

(2) 单端输入

● 音频功放输出

一般而言, 输出端可直接连接负载喇叭。如果输出端的输出线较长, 或者对EMI的要求较高, 则可选择添置铁氧体磁珠或LC滤波器。

另外, 如果输入信号幅度较大 ($\geq 1.0V_{rms}$), 或DCDC模块输出电压 $PVDD$ 取值较大, 或负载喇叭阻抗较小 ($\leq 4\Omega$) 时, 有必要适当增大电源端电容 (至少 $470\mu F$ 以上), 并在输出端加入Snubber电路和肖特基二极管 (如图4), 防止芯片异常。



图表 4 输出端的连接

推荐参数:

R_s : $1.5 \sim 2\Omega$;

C_s : $330pF \sim 680pF$;

D_s : 正向平均电流 $\geq 3A$; 正向浪涌峰值电流 $\geq 6A$; 正向电压 ($I_F=3A$) $\leq 0.5V$ 。

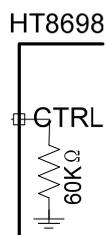
● CTRL模式设置

在 CTRL 端输入不同电压值，能实现 4 种工作模式，即防削顶模式 1 (ACF-1)，防削顶模式 2 (ACF-2)，防削顶功能关闭模式 (ACF-Off) 和芯片关断模式 (SD)，详见下表。

表格 2 CTRL 引脚不同模式设置的输入电压

参数名	符号	最小值	典型值	最大值	单位
ACF-Off 模式的设置阈值电压	V_{MOD1}	0.75PVDD		PVDD	V
ACF-1 模式的设置阈值电压	V_{MOD2}	0.45PVDD		0.70PVDD	V
ACF-2模式的设置阈值电压	V_{MOD3}	0.10PVDD		0.40PVDD	V
SD 模式的设置阈值电压	V_{MOD4}	VSS		0.06PVDD	V

在配置 CTRL 端外部电压时，需要注意的是，其内部有一个 60Kohm 下拉电阻，如下图示。

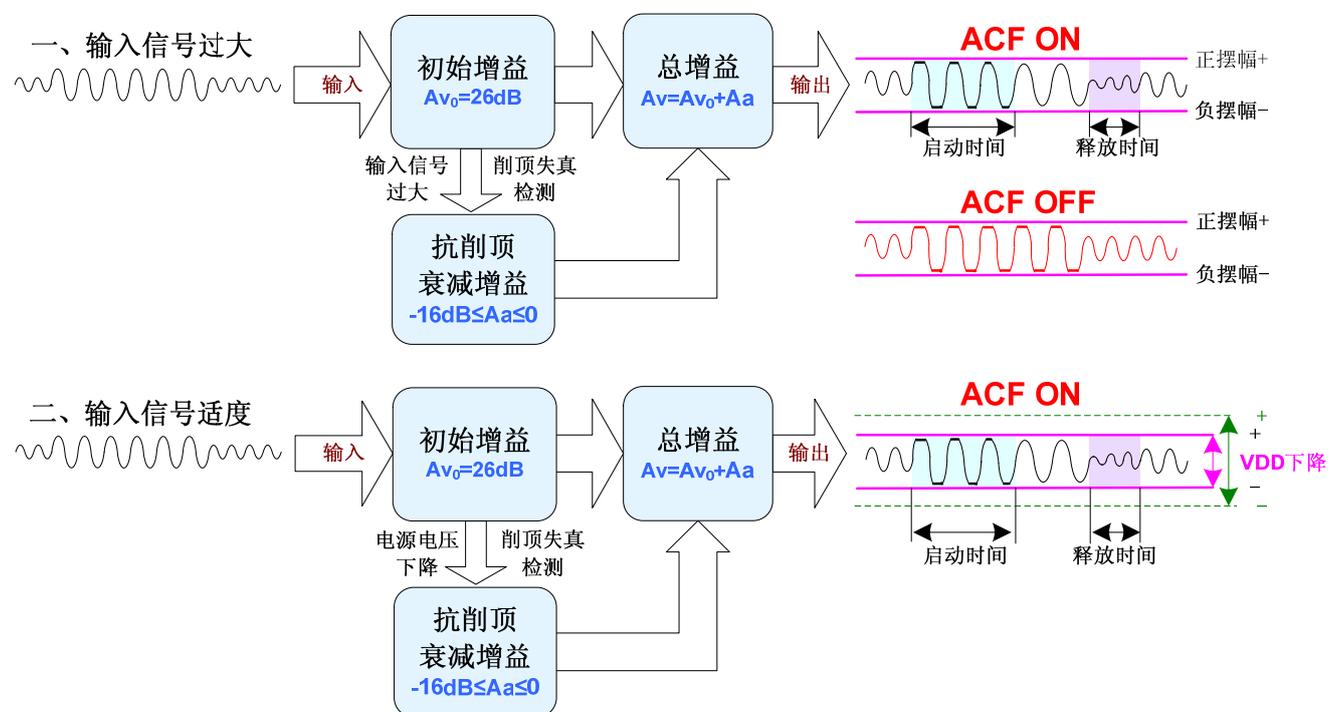


图表 5 CTRL 端内部电阻

● CTRL 模式功能描述

(一) ACF ON 模式

在 ACF-1、ACF-2 模式下，当电路检测到输入信号幅度过大而产生输出削顶时，HT8698 通过自动调整系统增益，控制输出达到一种最大限度的无削顶失真功率水平，由此大大改善了音质效果。此外，当电源电压下降时，HT8698 也能自动衰减输出增益，实现与 PVDD 下降值相匹配的最大限度无削顶输出水平。



图表 6 ACF 工作原理示意图

ACF ON 模式下的启动时间 (Attack time) 指在突然输入足够大信号而产生输出削顶的条件下，从 ACF 启动对放大器的增益调整，直到增益从 Av_0 衰减至距目标衰减增益 3dB 时的时间间隔；释放时间 (Release time)

指从产生削顶的输入条件消失,到增益退出衰减状态恢复到 A_{V0} 的时间间隔。HT8698 的最大衰减增益为 16dB。

ACF-1 和 ACF-2 模式具有不同的启动时间和释放时间（见下表）。

表格 3 ACF-1 和 ACF-2 模式区别

模式	启动时间	释放时间
ACF-1（推荐）	50ms	64ms
ACF-2	2.5ms	1200ms

(二) ACF OFF 模式

在 ACF-Off 模式下, ACF 功能被关闭, HT8698 不对输出削顶条件作检测, 也不对系统增益作自动调整操作, 系统增益保持为 $A_v=A_{V0}=26\text{dB}$ 恒定不变。HT8698 可能因输出存在破音失真而音质变坏。

(三) SD 模式

在关断模式（低功耗待机）下, 芯片关闭所有功能并将功耗降低到最小, 输出端为弱低电平状态（内部通过电阻接地）。

● 咔嚓-噼噗声消除

HT8698 内置控制电路实现了全面的杂音抑制效果, 有效地抑制住了系统在上电、下电、关断及其唤醒操作过程中出现的瞬态咔嚓-噼噗（Click-Pop）噪声。

为达到更优异的咔嚓-噼噗声消除效果, 一般情况下, 建议采用 $0.1\mu\text{F}$ 或更小的隔直电容 C_{IN} 。同时 POP 噪声还可通过下列上电、下电时关断模式的时序控制措施来达到杂声微乎其微的效果:

- 电源上电时, 保持关断模式, 等电源足够稳定后再解除关断模式。
- 电源下电时, 提前设为关断模式。

● 保护功能

HT8698 具有以下几种保护功能: 输出端过流保护、片内过温保护、电源欠压异常保护。

(1) 过流保护

当检测到一输出端对电源、对地、或对另一输出端短路时, 过流保护启动, 输出端切换至高阻态, 防止芯片烧毁损坏。短路情况消除后, 通过关断、唤醒一次芯片, 或重新上电均能使芯片退出保护模式。

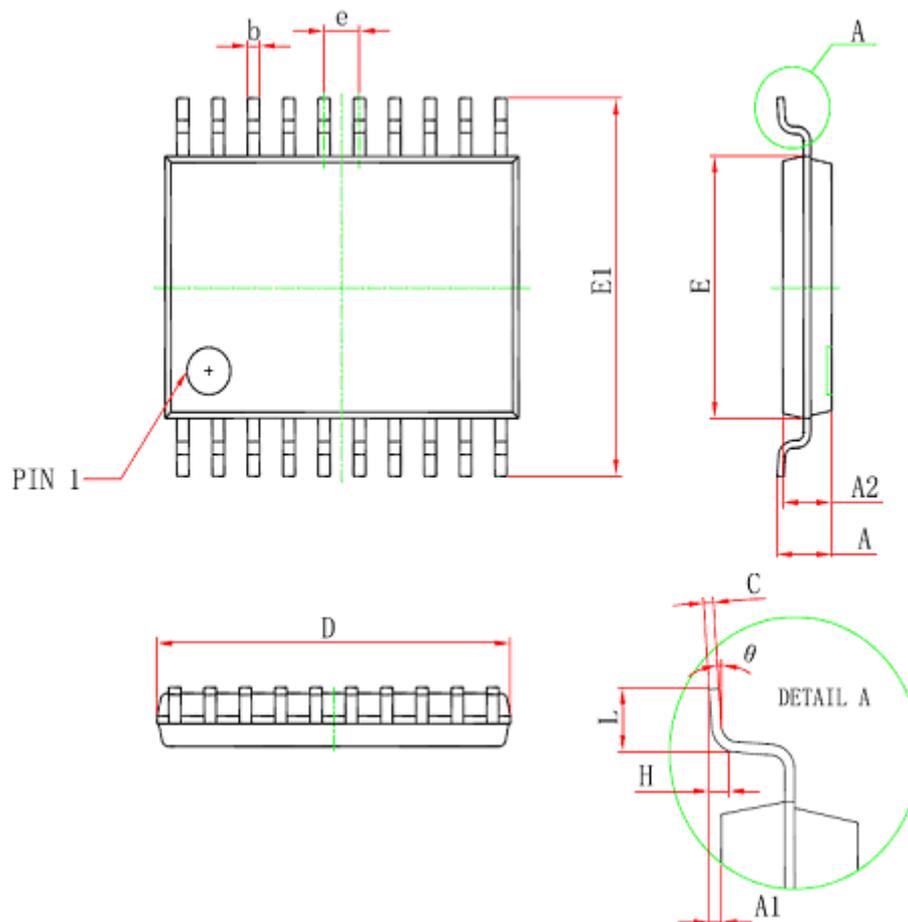
(2) 过温保护

当检测到芯片内温度超过 150°C 时, 过温保护启动, 正负输出端切换至弱低电平状态（内部通过高阻接地）, 防止芯片被热击穿损坏。

(3) 欠压保护

当检测到电源端 V_{BAT} 低于 V_{UVLL} , 启动欠压保护, D 类功放输出端为弱低电平状态（内部通过高阻接地）; 当检测到 V_{BAT} 高于 V_{UVLH} , 保护模式自动解除, 经启动时间 T_{STUP} 后进入正常工作状态。

■ 封装外形



TSSOP20封装规格

符号	尺寸 (mm)		尺寸 (inch)	
	最小	最大	最小	最大
D	6.400	6.600	0.252	0.259
E	4.300	4.500	0.169	0.177
b	0.190	0.300	0.007	0.012
c	0.090	0.200	0.004	0.008
E1	6.250	6.550	0.246	0.258
A		1.100		0.043
A2	0.800	1.000	0.031	0.039
A1	0.020	0.150	0.001	0.006
e	0.65(BSC)		0.026(BSC)	
L	0.500	0.700	0.02	0.028
H	0.25(TYP)		0.01(TYP)	
θ	1°	7°	1°	7°