

内置BOOST升压/防破音功能的2×4.75W立体声D类音频功率放大器

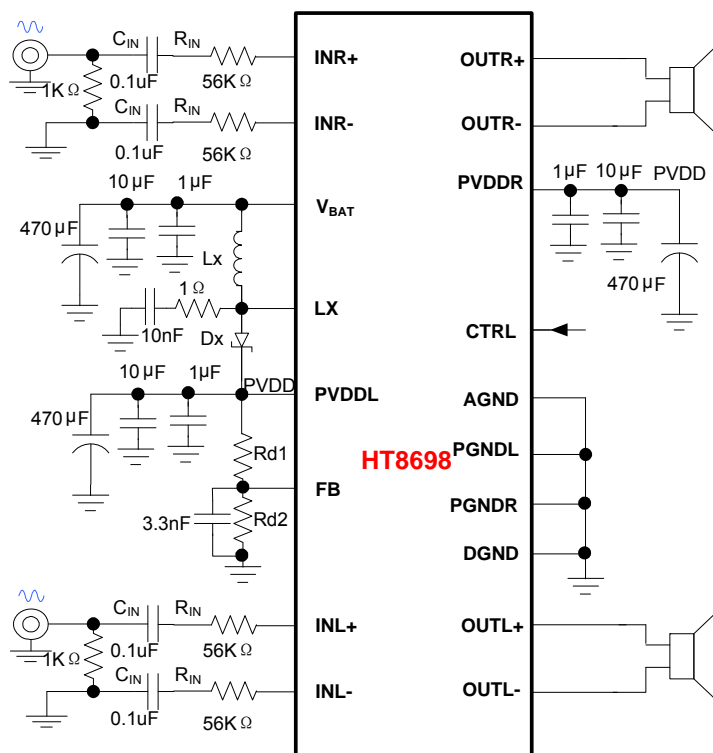
■ 特点

- 防削顶失真功能(Anti-Clipping Function, ACF)
- 免滤波器数字调制, 直接驱动扬声器
- 输出功率
2×4.75W($V_{BAT} = 4.0V$, $PVDD = 6V$, $R_L = 4\Omega$, $THD+N = 10\%$)
- 电源
 - 升压输入 V_{BAT} : 2.5V至5.5V
 - 升压输出 $PVDD$: V_{BAT} 至7.0V
- BOOST输出电压可调
- AB类, D类可切换
- 过流/过热/欠压异常保护功能
- 无铅封装, TSSOP20L-PP

■ 应用

- | | |
|----------------------------|------------|
| · 蓝牙音箱 | · 便携式音箱 |
| · 2.1声道小音箱 | · 扩音器 |
| · iphone/ipod/ipod docking | · MP4, 导航仪 |
| · 平板电脑, 笔记本电脑 | · 智能手机 |
| · 小尺寸LCD电视/监视器 | · 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D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6V时,10% THD+N, 4Ω负载条件下,能连续输出2×4.75W 的功率。

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具有AB类和D类的只有切换功能,在受到D类功放EMI干扰困扰时,可随时切换至AB类音频功放模式。

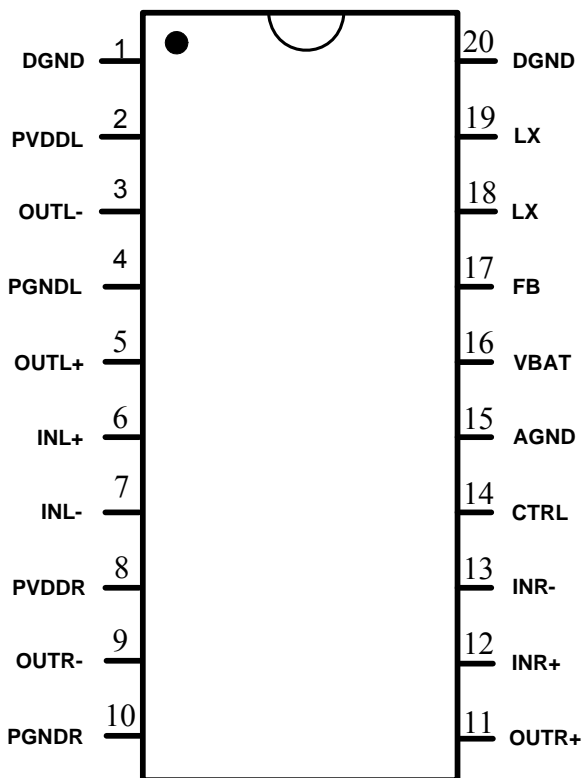
HT8698内部集成免滤波器数字调制技术,能够直接驱动扬声器,并最大程度减小脉冲输出信号的失真和噪音。输出无需滤波网络,极少的外部元器件节省了系统空间和成本,是便携式应用的理想选择。

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*1.....	3
■ 订购信息.....	4
■ 电气特性.....	4
● 极限工作条件*3.....	4
● 推荐工作条件.....	4
● 电气特性*5.....	5
■ 典型特性曲线.....	7
Class AB Channel.....	9
■ 功能描述及应用信息.....	11
● BOOST 升压模块.....	11
(1) Boost 输出电压配置.....	11
(2) LX 端 RC.....	11
(3) BOOST 输入输出电容.....	11
(4) 电感的选择和放置.....	11
(5) 肖特基二极管的选择和放置.....	11
(6) 布线考虑.....	11
● 音频功放输入配置.....	12
● 音频功放输出.....	12
● CTRL 模式设置.....	12
● CTRL 模式功能描述.....	13
● 咔嗒-噼噗声消除.....	14
● 保护功能.....	14
● PCB Layout.....	15
■ 封装外形.....	16
图表 1 Boost 输出电压设置.....	11
图表 2 LX 端 RC 设置.....	11
图表 3 (1) 差分输入; (2) 单端输入.....	12
图表 4 输出端的连接.....	12
图表 5 CTRL 端内部电阻.....	13
图表 6 ACF 工作原理示意图.....	13
表格 1 BOOST 输出电压配置表.....	11
表格 2 CTRL 引脚不同模式设置的输入电压.....	13
表格 3 ACF-on 启动与释放时间.....	14

■ 引脚信息



TSSOP20L-PP 顶视图

■ 引脚定义*1

TSSOP 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	模式控制端
15	AGND	GND	PN	模拟地
16	VBAT	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
XX

封装形式

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
HT8698MTE	TSSOP20L-PP	HT8698MTE 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	5.5	V
BOOST升压范围	PVDD	V _{BAT}	7.5	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}	6.0	7.0	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}	6.0	7.0	V	
BOOST开关频率	f _{SW}			420		kHz	
BOOST最大输出电流峰值	I _{LIMTRIP}			4.6		A	
Class D Channel V _{SS} =0V, V _{BAT} =3.6V, PVDD = 6.0V, 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%	2×4.75		W	
		R _L =8Ω		2×2.7			
		R _L =4Ω	V _{BAT} =3.6V, f=1kHz, THD+N=1%	2×4.0			
		R _L =8Ω		2×2.2			
总谐波失真加噪声	THD+N	P _O =0.1W	R _L =4Ω, f=1kHz	0.11		%	
		P _O =1.0W		0.12		%	
		P _O =3.0W		0.19		%	
输出噪声	V _N	f=20Hz~20kHz, A加权, Av=26dB		155		μV _{rms}	
信噪比	SNR	A加权, Av=26dB, THD+N = 1%		88		dB	
失调电压	V _{OS}			±2		mV	
通道隔离度	CS	L → R	f = 1kHz, P _O = 1W	-100		dB	
		R → L		-85			
效率(Class D + Boost)	η	V _{BAT} =3.6V, R _L =4Ω+22uH, THD+N = 1%		65		%	
		V _{BAT} =3.6V, R _L =8Ω+33uH, THD+N = 1%		70		%	
静态电流	I _{BAT}	No Load	Input Grounded	27		mA	
		With Load ⁶		26		mA	
最大输入信号	V _{INmax}	f _{IN} = 1kHz, THD+N ≤ 10%, ACF-1 ON		1.5		V _{rms}	
Class AB Channel⁷ V _{SS} =0V, V _{BAT} =3.6V, Av=20dB, Ta=25°C, C _{IN} =0.1uF, 除非特殊说明							
输出功率	P _O	R _L =4Ω, V _{BAT} =3.6V	f=1kHz, THD+N=10%		1.3		W
		R _L =4Ω, V _{BAT} =4.2V		1.8		W	
		R _L =4Ω, V _{BAT} =5.0V		2.65		W	
		R _L =4Ω, V _{BAT} =3.6V	f=1kHz, THD+N=1%	1.0		W	
		R _L =4Ω, V _{BAT} =4.2V		1.5		W	
		R _L =4Ω, V _{BAT} =5.0V		2.1		W	
总谐波失真加噪声	THD+N	P _O =0.01W	R _L =4Ω, f=1kHz	0.12		%	
		P _O =0.1W		0.1		%	
输出噪声	V _N	f=20Hz~20kHz, A加权, Av=20dB		75		μV _{rms}	
信噪比	SNR	A加权, Av=20dB, THD+N = 1%		90		dB	
失调电压	V _{OS}			±4		mV	

效率	η	RL=4 Ω +22 μ H, THD+N = 10%		70		%
		RL=8 Ω +33 μ H, THD+N = 10%		74.5		%
静态电流	IBAT	No Load	Input Grounded	20		mA
		With Load		20		mA
静音电流	IMUTE	No Load	Input Grounded, MUCH = H	2.0		mA
		With Load		2.0		mA
关断电流	ISD	CTRL=Vss		36		μ A
系统增益	AV0	RIN=56 k Ω		20		dB
上电启动时间 (或从关断唤醒时间, 或从D类切换至AB类唤醒时间))	tSTUP			270		ms
Digital Input/Output						
ACF-Off 模式设置阈值	VMOD1		0.75 \times PVDD		PVDD	V
ACF-On 模式设置阈值	VMOD2		0.45 \times PVDD		0.70 \times PVDD	V
Class AB 模式设置阈值	VMOD3		0.10 \times PVDD		0.40 \times PVDD	V
SD 关断模式设置阈值	VMOD4		Vss		0.06 \times PVDD	V
SD关断恢复电压	VCTRL_ON		0.8			
CTRL内部下拉电阻	RCTRL	Class D		60		K Ω
MISCELLANEOUS						
VBAT电源的启动阈值	VUVLH			2.5		V
VBAT电源的关断阈值	VUVLL			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。

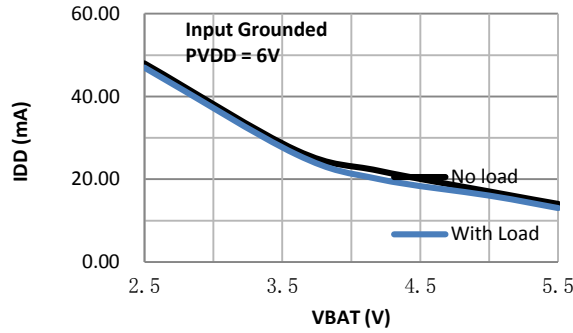
注6: 此处负载使用4ohm+22uH来模拟喇叭。

■ 典型特性曲线

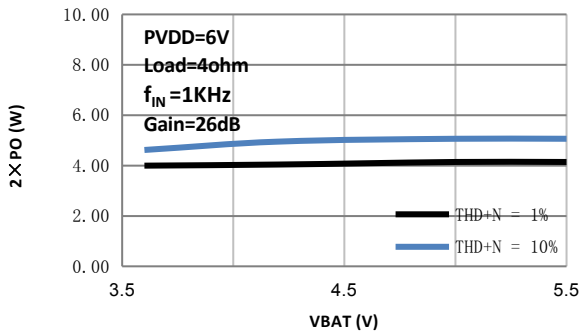
Class D Channel

Condition: Class D mode, $V_{BAT} = 3.6V$, $PVDD = 6V$, $f_{IN} = 1kHz$, $R_{IN} = 56k$, $C_{IN} = 0.1\mu F$, Gain = 26dB, ACF off, Output = Load + Filter, Load = 4ohm, Filter = 100ohm + 47nF, unless otherwise specified

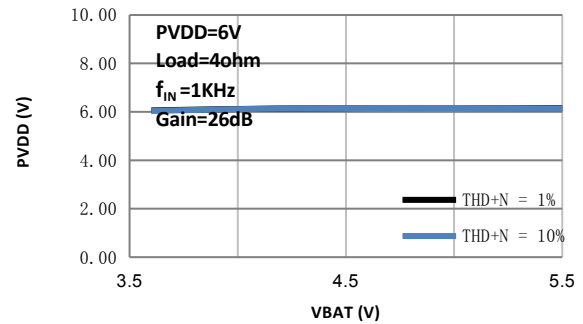
VBAT vs IDD



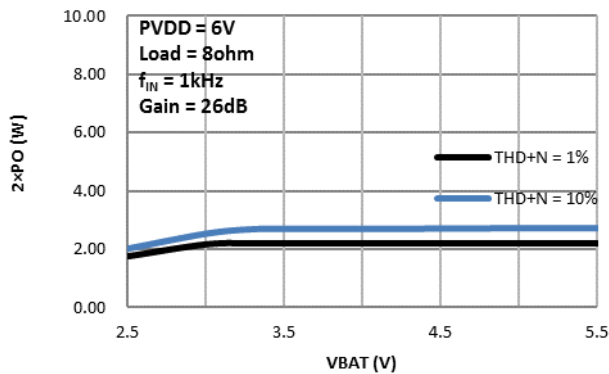
VBAT vs PO



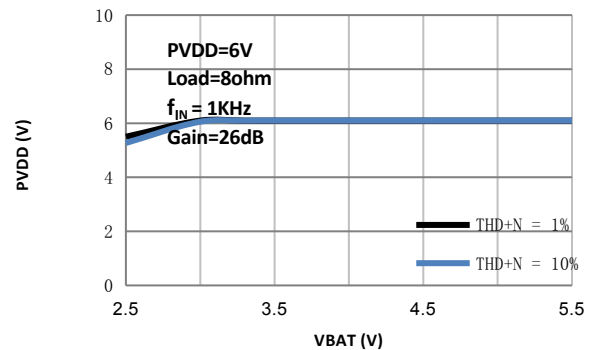
VBAT vs PVDD



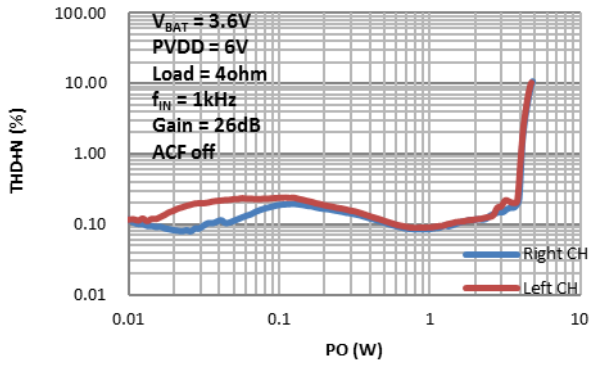
VBAT vs PO



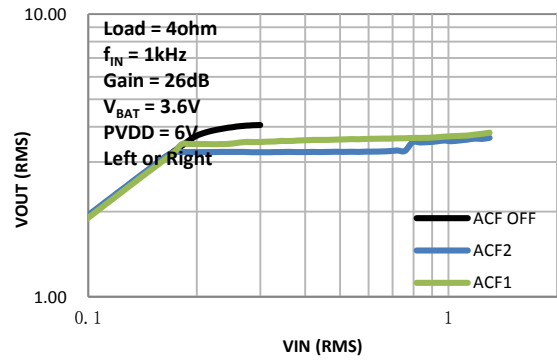
VBAT vs PVDD



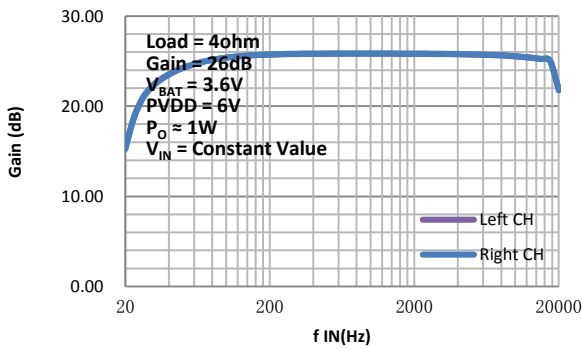
PO vs THD+N



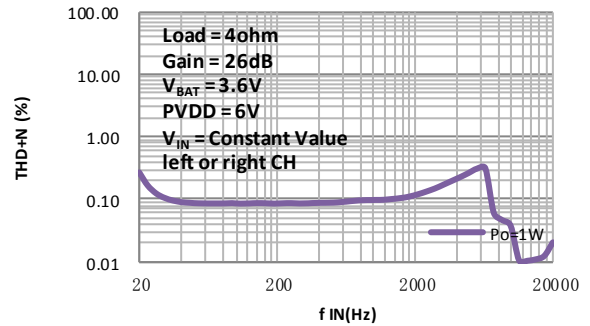
VIN vs VOUT



f_{IN} vs Gain

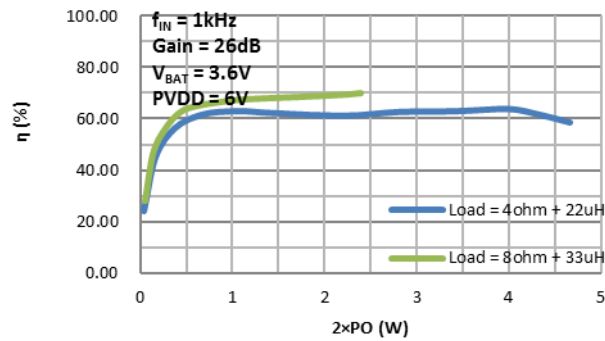


f_{IN} vs THD+N



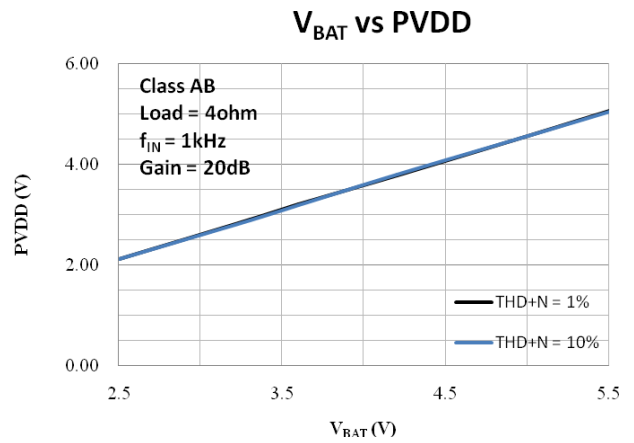
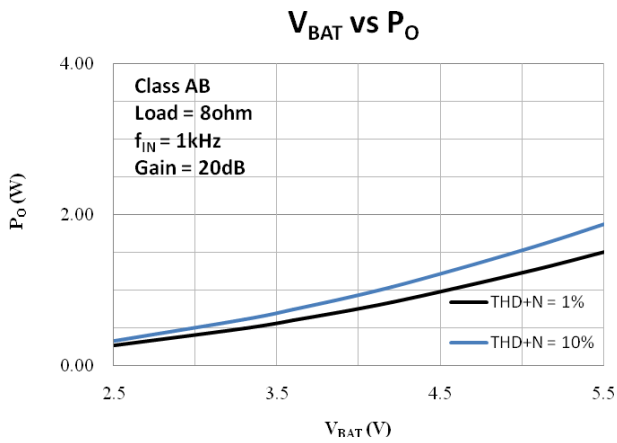
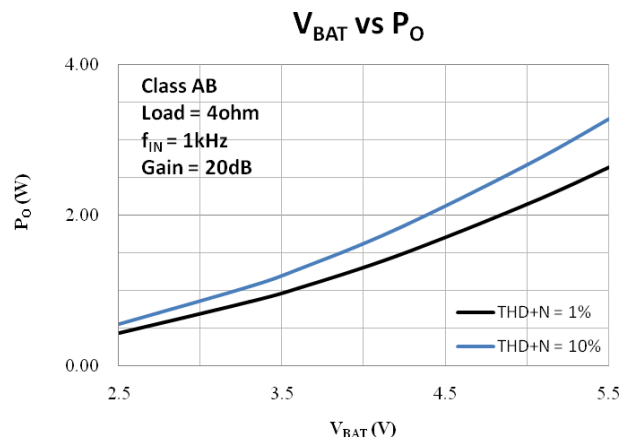
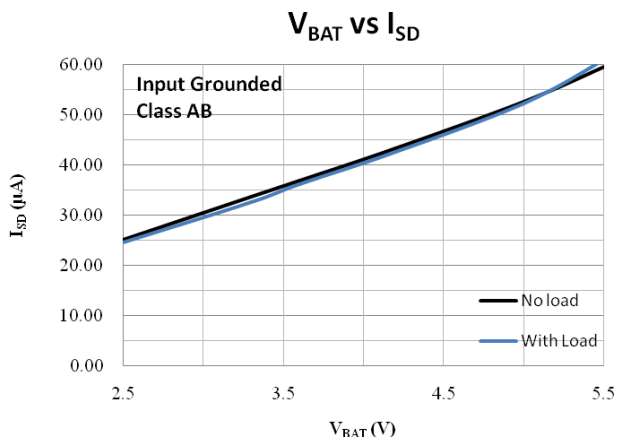
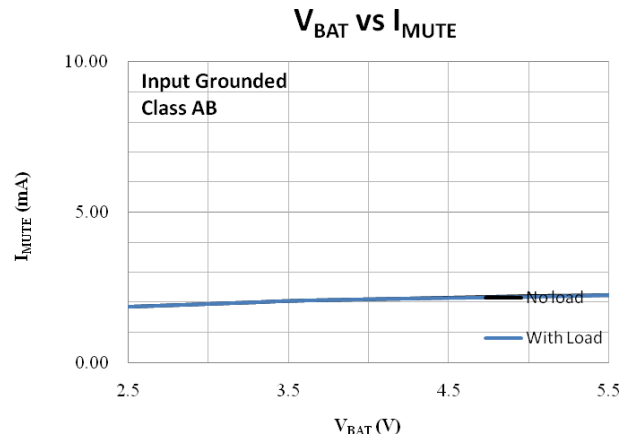
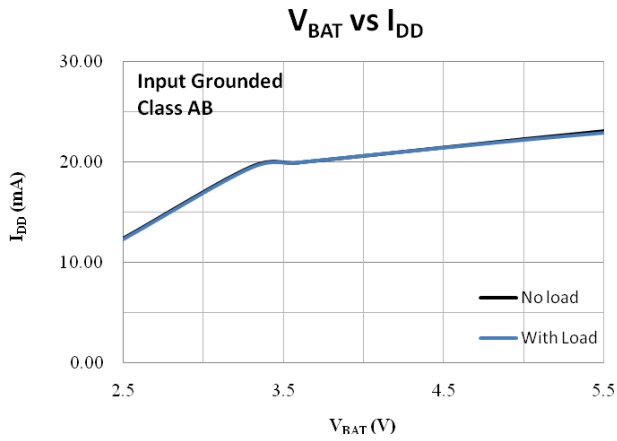
X

PO vs η

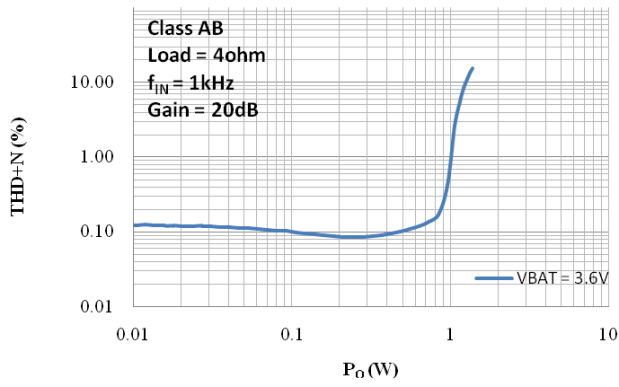


Class AB Channel

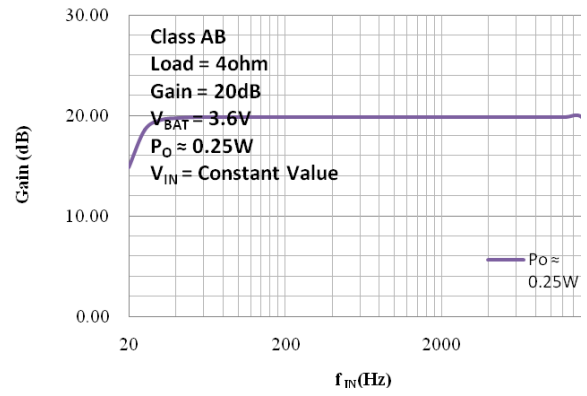
Condition: Class AB mode, $V_{BAT} = 3.6V$, $f_{IN} = 1kHz$, $R_{IN} = 56k$, Gain = 20dB, Output = Load = 4ohm, unless otherwise specified



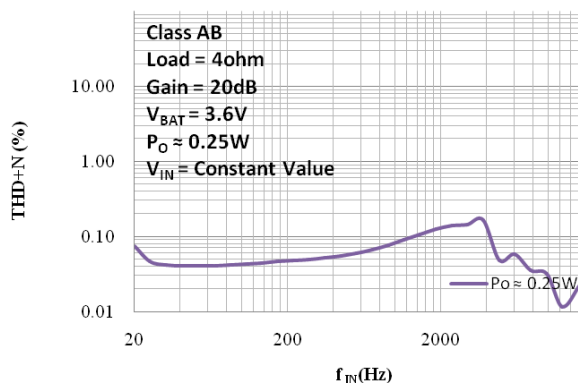
P_O vs THD+N



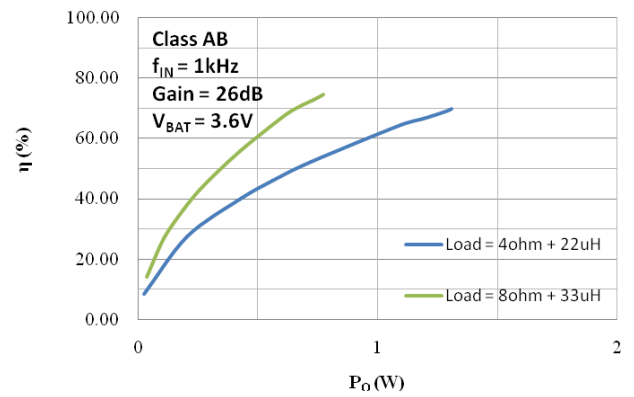
f_{IN} vs Gain



f_{IN} vs THD+N



P_O vs η

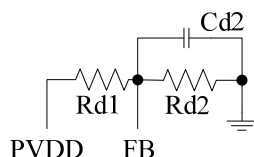


■ 功能描述及应用信息

● 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

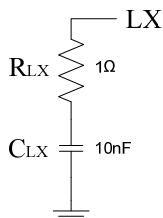
建议取值如下表，并可根据实际应用进行微调。

表格 1 BOOST 输出电压配置表

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

(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VBAT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VBAT和两个PVDD端至少放置一组1uF和10uF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，VBAT和两个PVDD端需各放置一个不小于470uF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IF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R_{d1}和R_{d2}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。

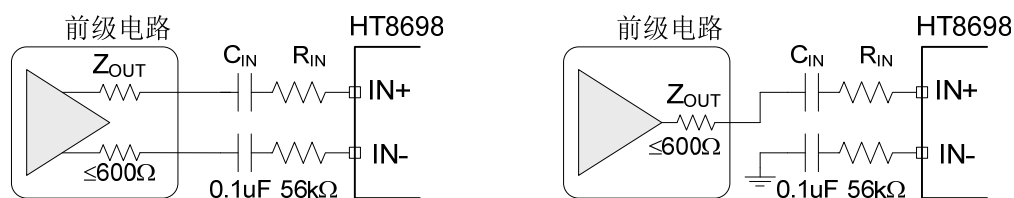
● 音频功放输入配置

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。



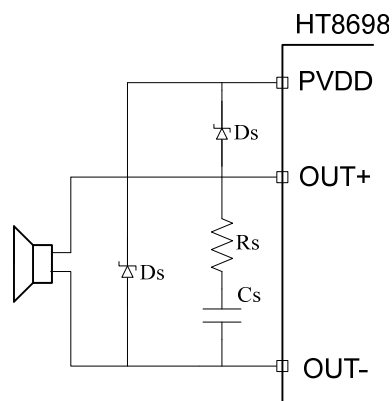
图表 3 (1) 差分输入;

(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470μF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 ~ 2Ω;

C_s: 330pF~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 ($I_f=3A$) $\leq 0.5V$ 。

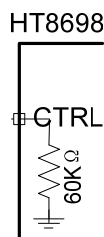
● CTRL模式设置

在 CTRL 端输入不同电压值，能实现 4 种工作模式，即 D 类防削顶模式（ACF-On），AB 类防削顶功能关闭模式（Class AB），D 类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
D类防削顶功能关闭模式（ACF-Off）的设置阈值电压	V_{MOD1}	0.75PVDD		PVDD	V
D类防削顶模式（ACF-On）的设置阈值电压	V_{MOD2}	0.45PVDD		0.70PVDD	V
AB类防削顶功能关闭模式（Class AB）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。

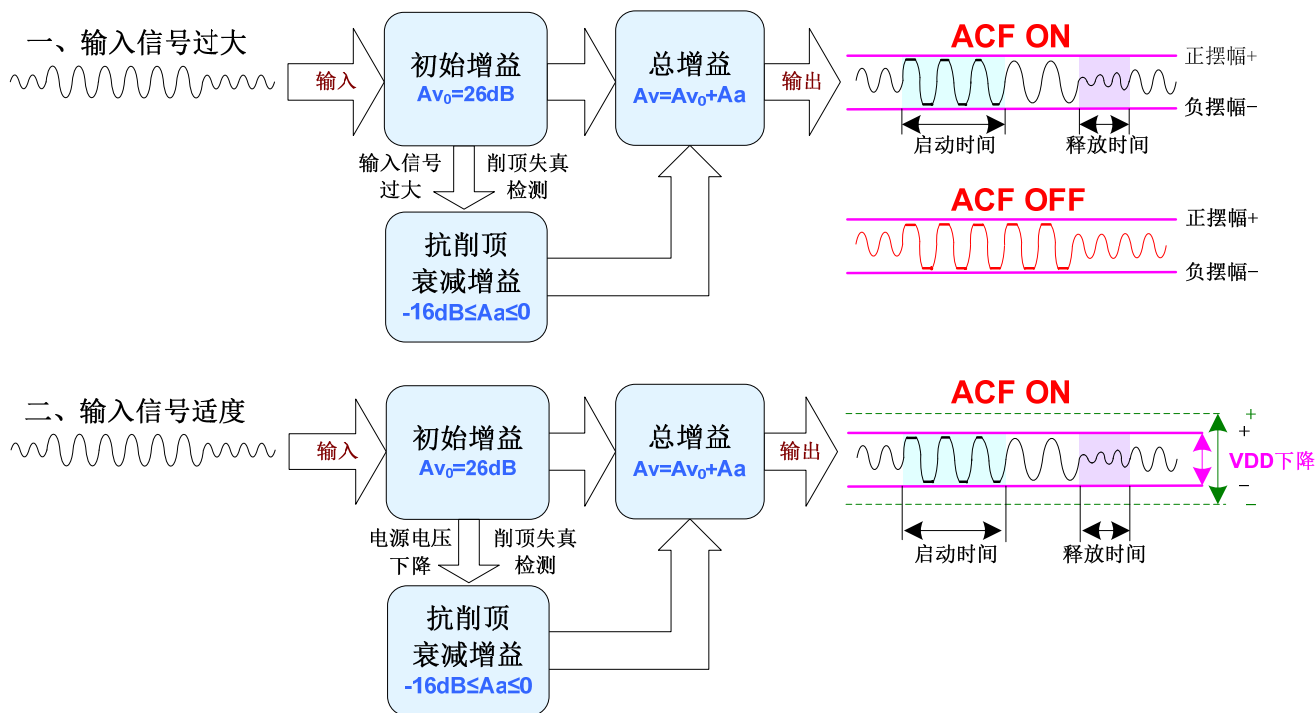


图表 5 CTRL 端内部电阻

● CTRL 模式功能描述

(一) ACF ON 模式

在 ACF-on 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，ACF 启动对放大器的增益调整速率，以 ms/dB 为单位；释放时间（Release time）指产生削顶的输入条件消失，增益退出衰减状态的速率，以 ms/dB 为单位。HT8698 的最大衰减增益为 16dB。

ACF-on 模式的启动时间和释放时间见下表。

表格 3 ACF-on 启动与释放时间

模式	启动时间	释放时间
ACF-On	6.7ms/dB	67ms/dB

(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 μF 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。

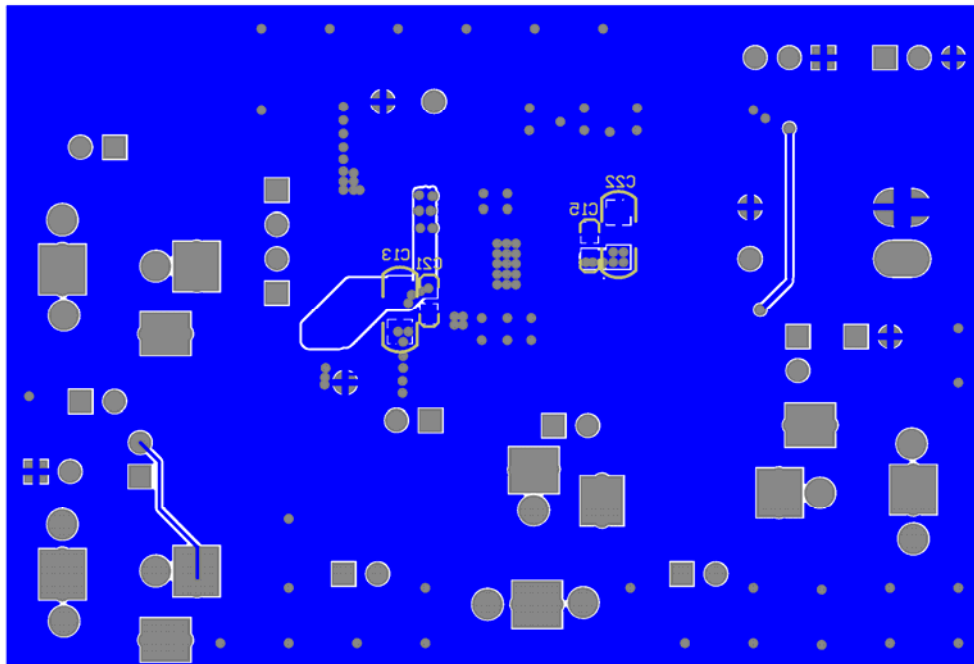
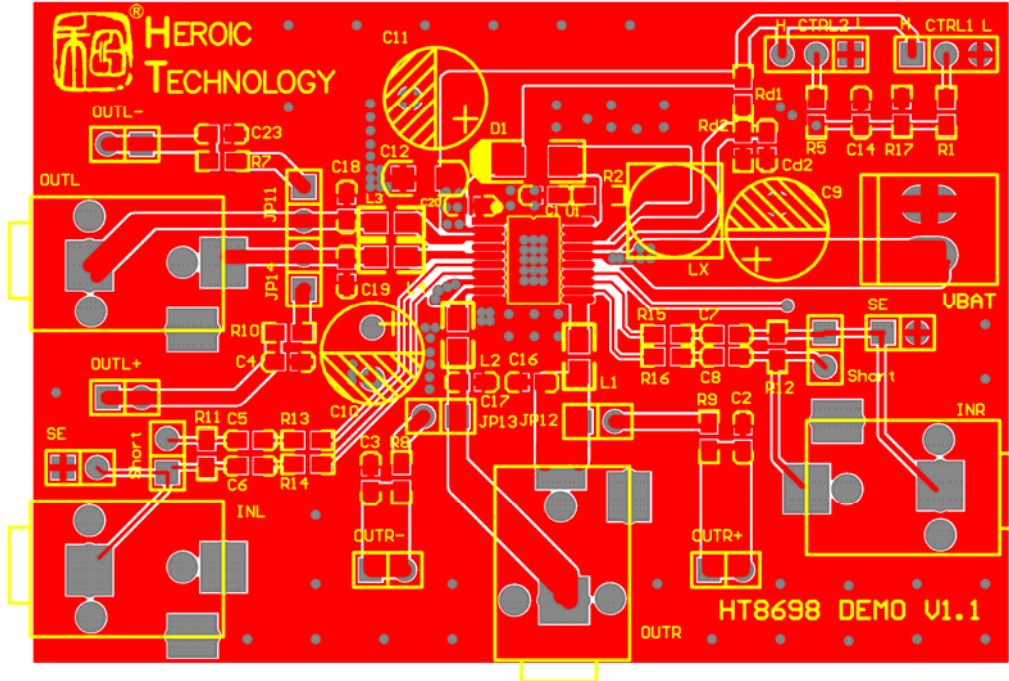
(2) 过温保护

当检测到芯片内温度超过 150 $^{\circ}\text{C}$ 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。

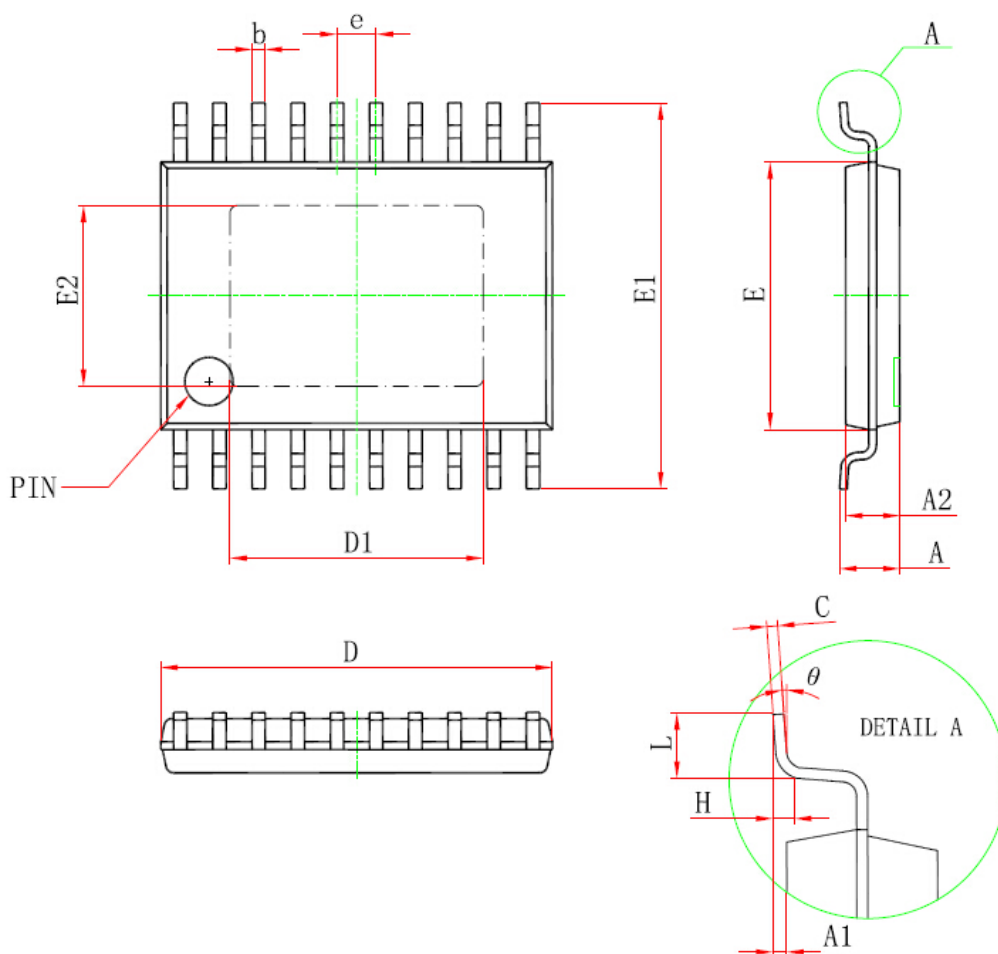
(3) 欠压保护

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。

● PCB Layout



封装外形



TSSOP20-PP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
D1	4.100	4.500	0.165	0.169
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
E2	2.900	3.100	0.114	0.122
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°

IMPORTANT NOTICE

注意

Jiaxing Heroic Electronic Technology Co., Ltd (HT) reserves the right to make corrections, modifications, enhancements, improvements, and other changes to its products and services at any time and to discontinue any products or services. Customers should obtain the latest relevant information before placing orders and should verify that such information is current and complete.

嘉兴禾润电子科技有限公司（以下简称HT）保留对产品、服务、文档的任何修改、更正、提高、改善和其他改变，或停止提供任何产品和服务的权利。客户在下单和生产前应确保所得到的信息是最新、最完整的。

HT assumes no liability for applications assistance or customer product design. Customers are responsible for their products and applications using HT components.

HT对相关应用的说明和协助以及客户产品的板级设计不承担任何责任。

HT products are not authorized for use in safety-critical applications (such as life support devices or systems) where a failure of the HT product would reasonably be expected to affect the safety or effectiveness of that devices or systems.

HT的产品并未授权用于诸如生命维持设备等安全性极高的应用中。

The information included herein is believed to be accurate and reliable. However, HT assumes no responsibility for its use; nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use.

本文中的相关信息是精确和可靠的，但HT并不对其负责，也不对任何可能的专利和第三方权利的侵害负责。

Following are URLs and contacts where you can obtain information or supports on any HT products and application solutions:

下面是可以联系到我公司的相关链接和联系方式：

嘉兴禾润电子科技有限公司

Jiaxing Heroic Electronic Technology Co., Ltd.

地址：浙江省嘉兴市凌公塘路3339号JRC大厦A座三层

Add: A 3rd floor, JRC Building, No. 3339, LingGongTang Road, Jiaxing, Zhejiang Province

Sales: 0573-82583866, sales@heroic.com.cn

Support: 0573-82586151, support@heroic.com.cn

Fax: 0573-82585078

Website: www.heroic.com.cn; wap.heroic.com.cn

Wechat MP: HEROIC_JX

请及时关注禾润官方微信公众号，随时获取最新产品信息和技术资料！

