10W防削顶双声道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
  10.0W (V_{DD}=8.8V, R_L=4Ω, THD+N=10%)
  6.70W (V_{DD}=7.2V, R_L=4Ω, THD+N=10%)
- 过流保护功能
- 过热保护功能
- 欠压异常保护功能
- 无铅无卤封装，SOP16L-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
- 拉杆音箱
- 便携式游戏机
- MP4，导航仪

■ 概述

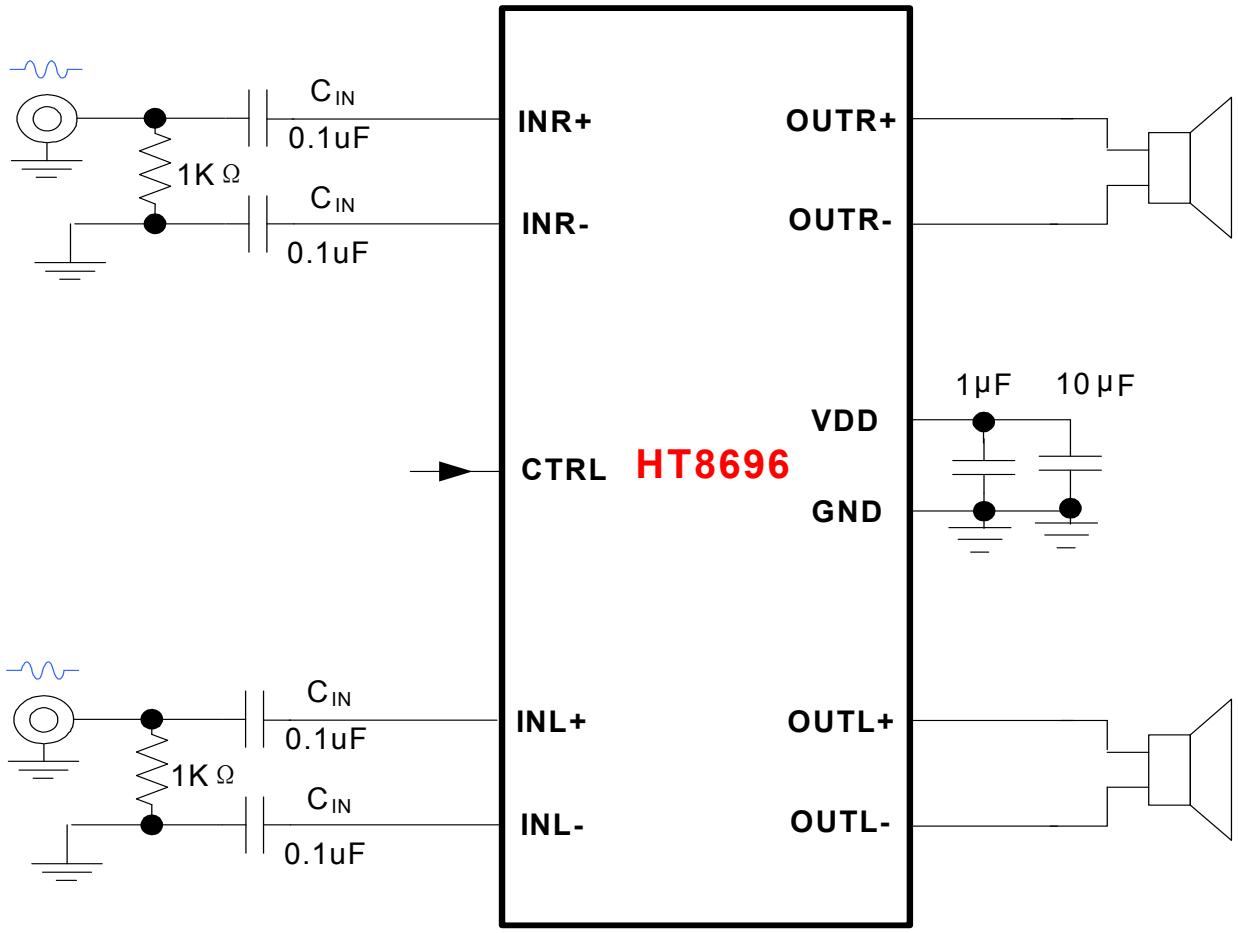
HT8696是一款防削顶失真的，双声道免滤波D类音频功率放大器。最大供电电压可达到8.8V，在VDD=8.8V、THD+N=10%、4Ω负载条件下，能连续输出2×10W功率。

HT8696具有防削顶失真（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），显著提高音质，创造舒适听音享受，并保护扬声器免受过载损坏。同时芯片也具有ACF-Off 模式可配置。

HT8696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。

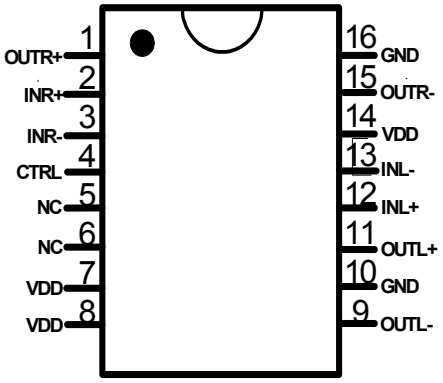
此外，HT8696内置的关断功能使待机电流最小化，还集成了输出端过流保护、片内过温保护和电源欠压异常保护等功能。

■ 典型应用图



TEL:0755-82863877 13242913995 E-MAIL:panxia168@126.com http://www.szczkjgs.com

■ 引脚信息



SOP16L-PP顶视图

■ 引脚定义[*1]

SOP8L-PP 引脚号	引脚 名称	I/O	功能
1	OUTR+	O	右声道同相输出端（BTL+）
2	INR+	A	右声道同相输入端（差分+）
3	INR-	A	右声道反相输入端（差分-）
4	CTRL	I	ACF和关断模式控制端
5,6	NC		
7,8,14	VDD	Power	电源
9	OUTL-	O	左声道反相输出端（BTL-）
10,16	GND	Ground	地
11	OUTL+	O	左声道同相输出端（BTL+）
12	INL+	A	左声道同相输入端（差分+）
13	INL-	A	左声道反相输入端（差分-）
15	OUTR-	O	右声道反相输出端（BTL-）

注1　I: 输入端　　O: 输出端　　A: 模拟端
当大于VDD的电压外加于PN保护型端口（ESD保护电路由PMOS和NMOS组成）时，PMOS电路将有漏电流流过。

■ 订购信息

H T 8 6 9 6

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
HT8696	SOP16L-PP	HT8696 UVWXYZ [*2]	-40℃～85℃ （扩展工业级）	管装 50片/管

注2：WXYZ/UVWXYZ为内部生产跟踪随机编码。
注3：除特殊说明外，以下页面的数据内容均针对SOP16L-PP封装形式的HT8696型号产品。

■ 电气特性

● 极限工作条件*1

参数	符号	最小值	最大值	单位
电源电压范围	V_{DD}	-0.3	9.0	V
输入信号电压范围 (IN+, IN-)	V_{IN}	V_{SS}－0.6	V_{DD}＋0.6	V
输入信号电压范围 (除IN+, IN-外)	V_{IN}	V_{SS}－0.3	V_{DD}＋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1: 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VDD/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*2	V_{DD}		3		8.8	V
工作环境温度	T_a		-40	25	85	℃
扬声器阻抗	R_L			4		Ω

注2: VDD的上升时间应当超过1μs。

● 电气特性*3

注3: 以下模拟特性随所选元件和PCB布局而有所变化；

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
VDD电源的启动阈值	V_{UVLH}			2.2		V
VDD电源的关断阈值	V_{UVLL}			1.9		V
载波调制频率	f_{PWM}			430		kHz
系统增益	Av_0	R_{IN}=56 kΩ		26		dB
上电启动时间 (或从关断唤醒时间)	t_{STUP}			260		ms
ACF衰减增益	Aa		-16		0	dB
ACF-Off 模式阈值	V_{MOD1}		$26/36V_{DD}$		V_{DD}	V
ACF-1 模式阈值	V_{MOD2}		$16/36V_{DD}$		$26/36V_{DD}$	V
ACF-2 模式阈值	V_{MOD3}		$3/36V_{DD}$		$16/36V_{DD}$	V
SD 关断模式阈值	V_{MOD4}		V_{SS}		$3/36V_{DD}$	V

TA=25℃，V_{DD}=5V，R_L=4Ω

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输出功率	P_O	f=1kHz,THD+N=1%		2.6		W
		f=1kHz,THD+N=10%		3.2		
总谐波失真加噪声	THD+N	f=1kHz, P_O=1W		0.15		%
输出噪声	V_N	f=20Hz~20kHz, A加权, Av=26dB		150		μV_{rms}
失调电压	V_{os}			2.3		mV
信噪比	SNR	A加权, Av=26dB, THD+N=0.4%		87.5		dB
通道隔离度	CS	f=1kHz, Po = 1W		-86		dB
电源抑制比	PSRR	f=1kHz		-75		dB
效率	η	f=1kHz, P_O=6.5W		87		%
静态电流	I_{DD}	Input Grounded, No Load		11		mA
关断电流	I_{SD}	CTRL=V_{SS}		0.7		μA

TA=25℃，V_{DD}=6.5V，R_L=4Ω

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输出功率	P_O	f=1kHz,THD+N=1%		4.6		W
		f=1kHz,THD+N=10%		5.6		
总谐波失真加噪声	THD+N	f=1kHz, P_O=2W		0.2		%
输出噪声	V_N	f=20Hz~20kHz, A加权, Av=26dB		150		μV_{rms}
失调电压	V_{os}			3.3		mV
信噪比	SNR	A加权, Av=26dB, THD+N=0.4%		88.5		dB
通道隔离度	CS	f=1kHz, Po = 1W		-90		dB
电源抑制比	PSRR	f=1kHz		-75		dB
效率	η	f=1kHz, P_O=11W		87		%
静态电流	I_{DD}	Input Grounded, No Load		13.1		mA
关断电流	I_{SD}	CTRL=V_{SS}		1.1		μA

TA=25℃，V_{DD}=7.2V~8.4V（双锂电池应用），R_L=4Ω

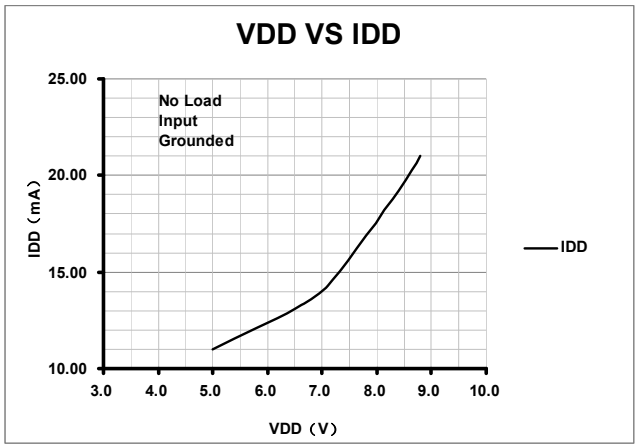
参数	符号	条件		最小值	典型值	最大值	单位
输出功率	P_O	VDD=7.2V	f=1kHz,THD+N=1%		5.4		W
		VDD=8.4V			7.3		
		VDD=7.2V	f=1kHz,THD+N=10%		6.7		
		VDD=8.4V			9.0		
总谐波失真加噪声	THD+N	VDD=7.2V,f=1kHz, P_O=3W			0.3		%
		VDD=8.4V,f=1kHz, P_O=4W			0.3		
输出噪声	V_N	f=20Hz~20kHz, A加权, Av=26dB			150		μV_{rms}
失调电压	V_{os}	VDD=7.2V			5.0		mV
		VDD=8.4V			6.1		
信噪比	SNR	A加权, Av=26dB, THD+N=0.4%			89.5		dB
通道隔离度	CS	VDD=7.2V	f=1kHz, Po = 1W		-94		dB
		VDD=8.4V			-96		
电源抑制比	PSRR	f=1kHz			-75		dB
效率	η	VDD=7.2V,f=1kHz, P_O=13.5W			86		%
		VDD=8.4V,f=1kHz, P_O=18.5W			87		
静态电流	I_{DD}	VDD=7.2V	Input Grounded, No Load		14.6		mA
		VDD=8.4V			19.2		
关断电流	I_{SD}	VDD=7.2V	CTRL=V_{SS}		1.5		μA
		VDD=8.4V			1.8		

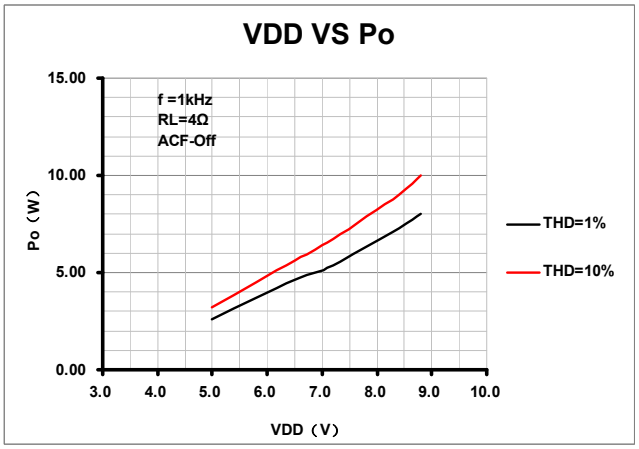
TA=25℃，V_{DD}=8.8V，R_L=4Ω

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输出功率	P_O	f=1kHz,THD+N=1%		8.0		W
		f=1kHz,THD+N=10%		10.0		
总谐波失真加噪声	THD+N	f=1kHz, P_O=5W		0.4		%
输出噪声	V_N	f=20Hz~20kHz, A加权, Av=26dB		150		μV_{rms}
失调电压	V_{os}			6.6		mV
信噪比	SNR	A加权, Av=26dB, THD+N=0.4%		90		dB
通道隔离度	CS	f=1kHz, Po = 1W		-93		dB
电源抑制比	PSRR	f=1kHz		-75		dB
效率	η	f=1kHz, P_O=20W		85		%
静态电流	I_{DD}	Input Grounded, No Load		21.0		mA
关断电流	I_{SD}	CTRL=V_{SS}		2.0		μA

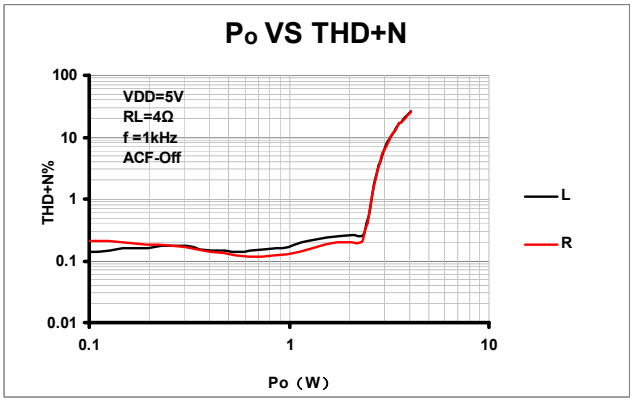
■ 典型特性曲线

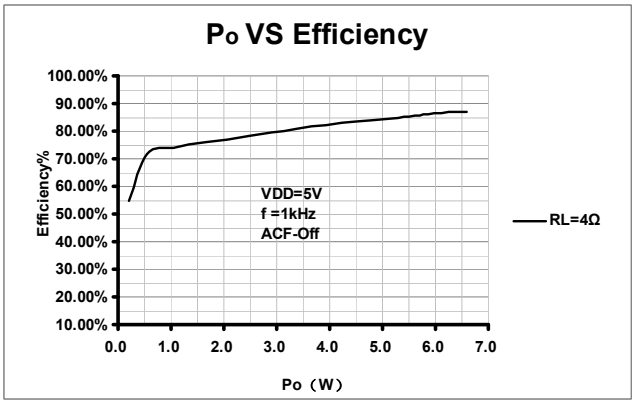
TA=25℃

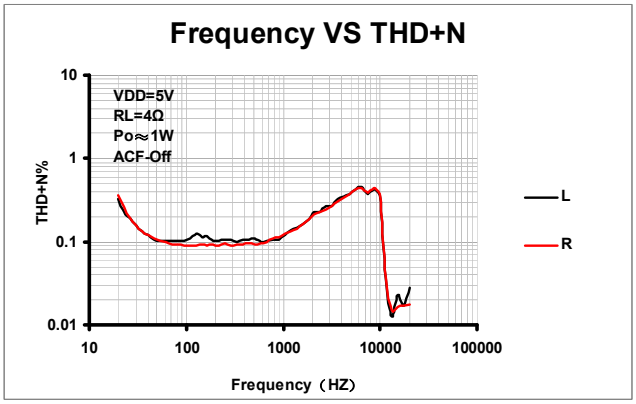


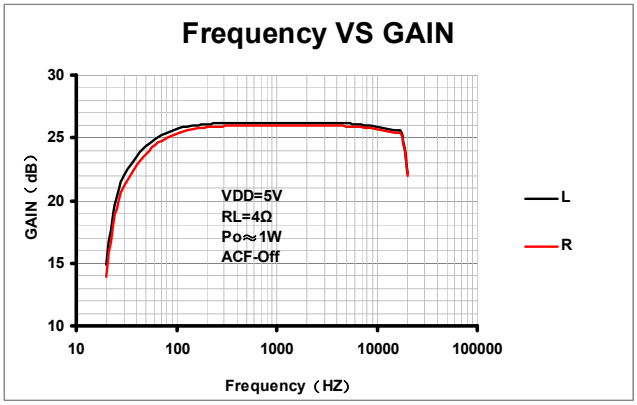


TA=25℃，VDD=5V

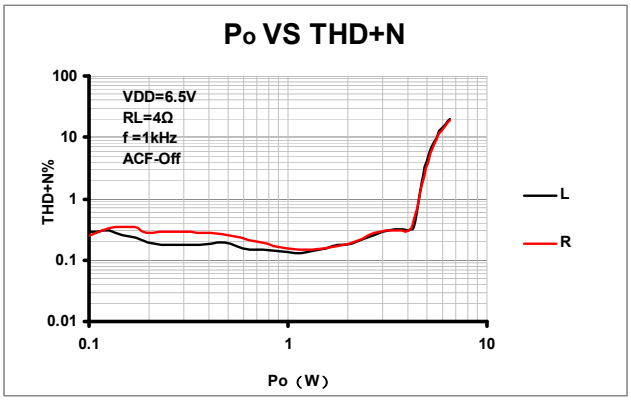


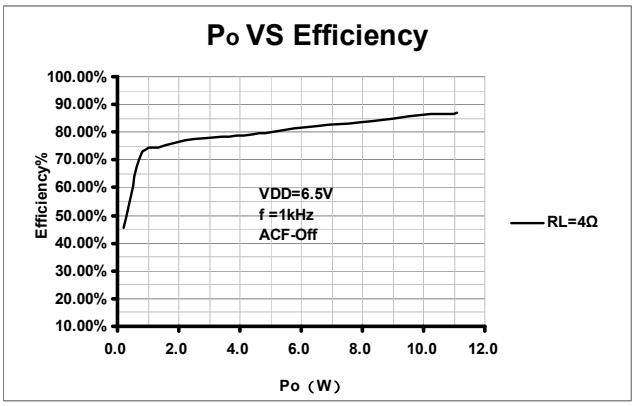


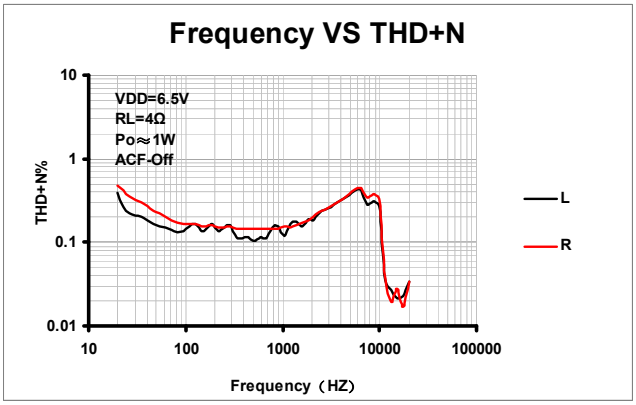


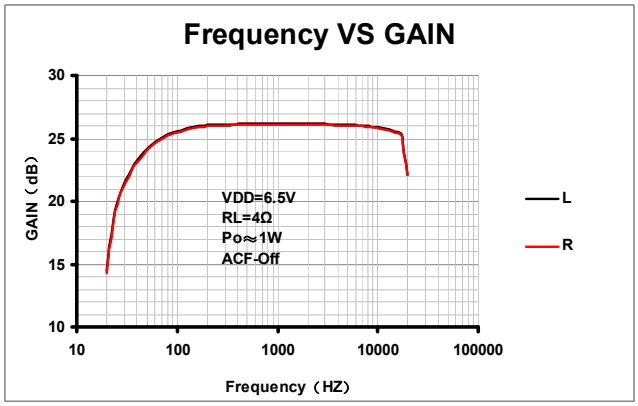


TA=25℃，VDD=6.5V

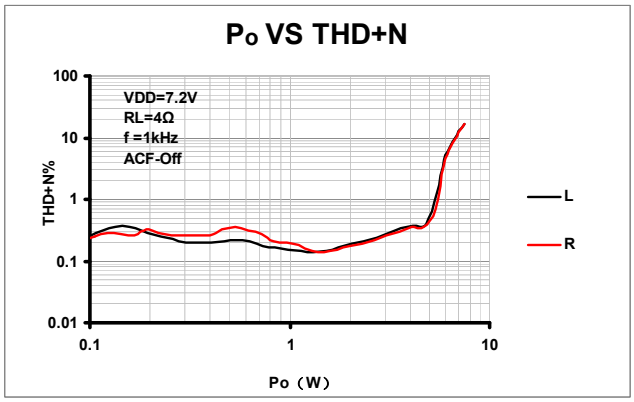


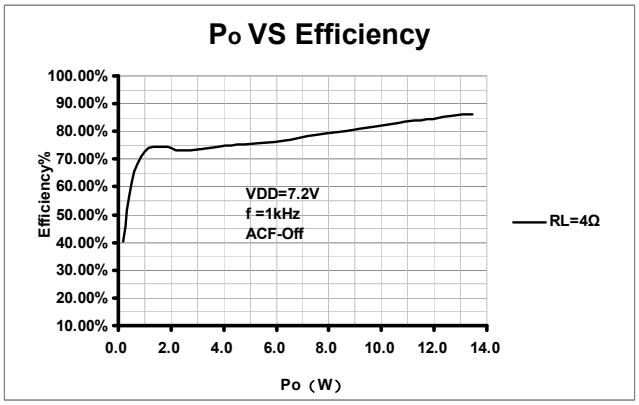


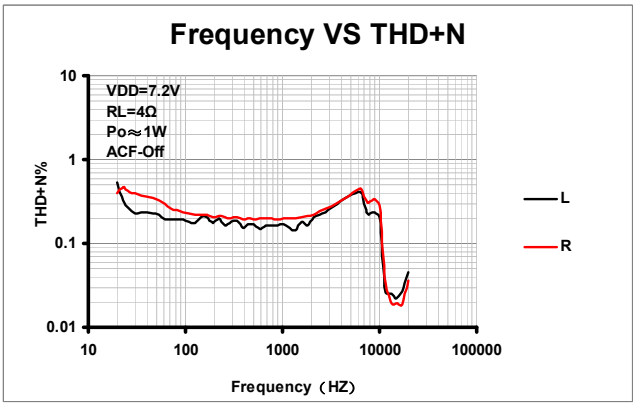


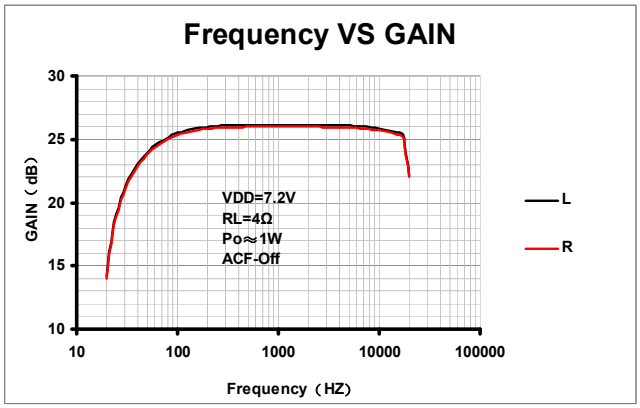


TA=25℃，VDD=7.2V

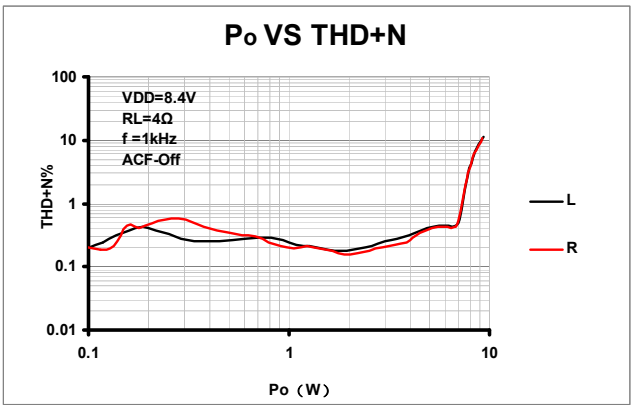


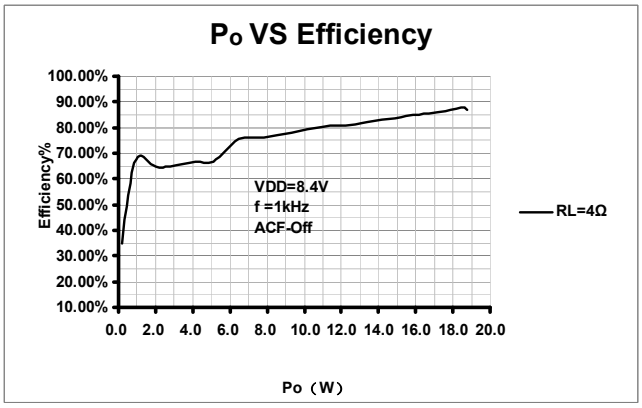


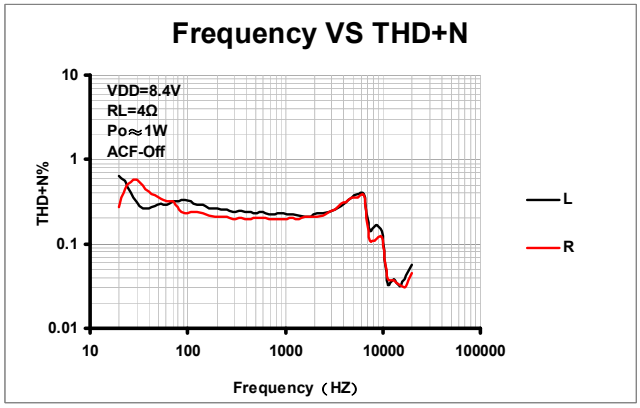


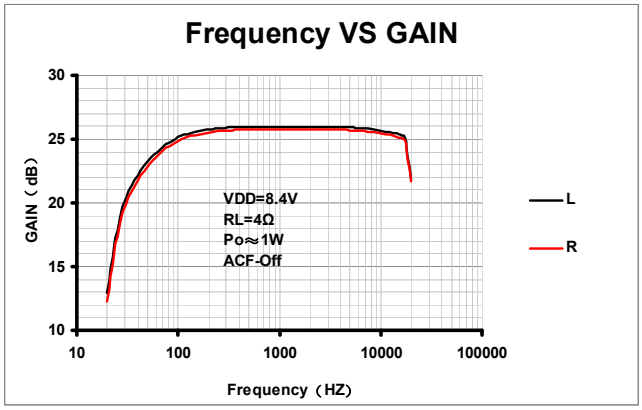


TA=25℃，VDD=8.4V

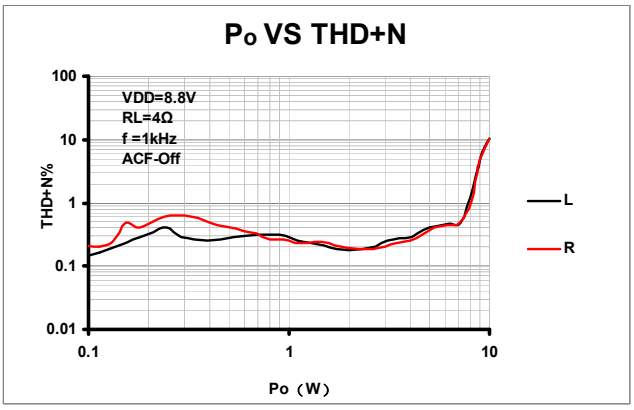


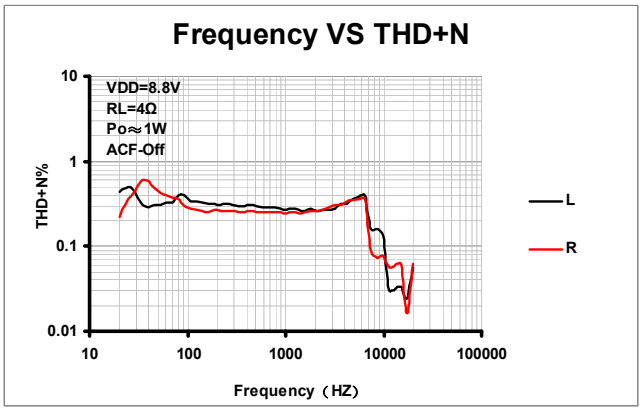


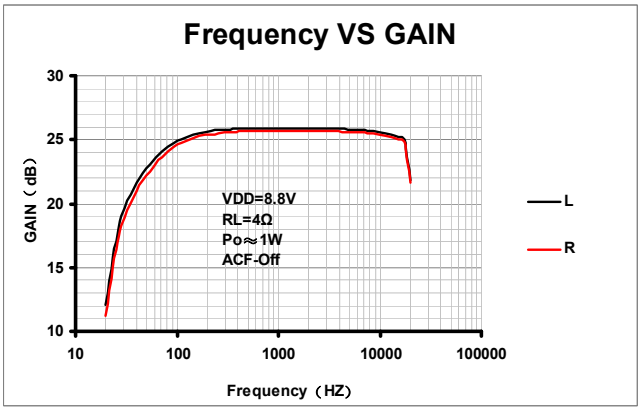




TA=25℃，VDD=8.8V







■ 功能描述及应用信息

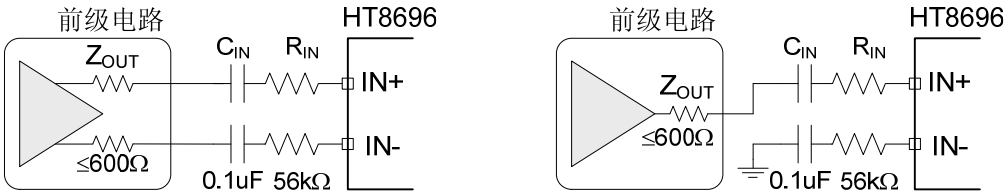
● 输入配置

HT8696 接受模拟差分或单端音频信号输入，产生 PWM 脉冲输出信号驱动扬声器。

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 $Av=1200k/R_{IN}$，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 Av 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。

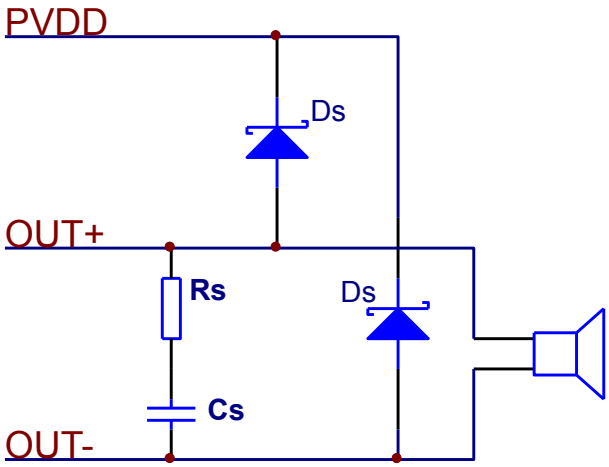


图表 1 (1) 差分输入; (2) 单端输入

● 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，如果电源电压较大（＞8.5V），纹波较严重，或输入信号幅度较大(≥1.0Vrms)，或负载喇叭阻抗较小（＜4Ω）时，有必要适当增大电源端电容（至少100uF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 2 输出端的连接

推荐参数：

Rs: 1.5 ~ 2Ω；

Cs: 330pF~680pF；

Ds: 正向平均电流≥2A；正向浪涌峰值电流≥6A；正向电压（I_F=1A）≤0.38V。

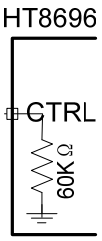
● CTRL模式设置

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 1　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}	26/36VDD		VDD	V
ACF-1　模式的设置阈值电压	V_{MOD2}	16/36VDD		26/36VDD	V
ACF-2模式的设置阈值电压	V_{MOD3}	3/36VDD		16/36VDD	V
SD　模式的设置阈值电压	V_{MOD4}	VSS		3/36VDD	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。

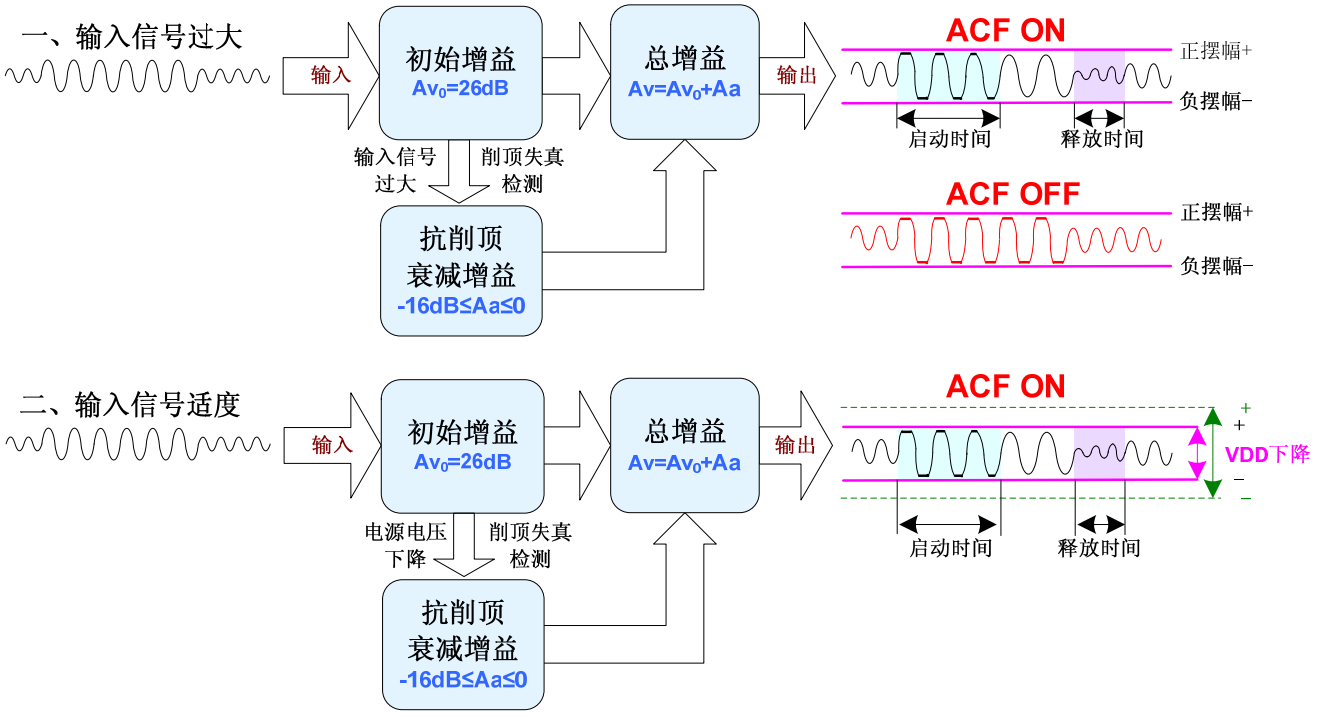


图表 3 CTRL 端内部电阻

● 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，HT8696 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，HT8696 也能自动衰减输出增益，实现与 VDD 下降值相匹配的最大限度无削顶输出水平。



图表 4　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 Av_0 的时间间隔。HT8696 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 2　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，HT8696 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 $Av=Av_0=26dB$ 恒定不变。HT8696 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（内部通过高阻接地）。

● 咔嗒-噼噗声消除

HT8696 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嗒-噼噗（Click-Pop）噪声。

为达到更优异的咔嗒-噼噗声消除效果，一般情况下，建议采用 0.1μF 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

HT8696 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。

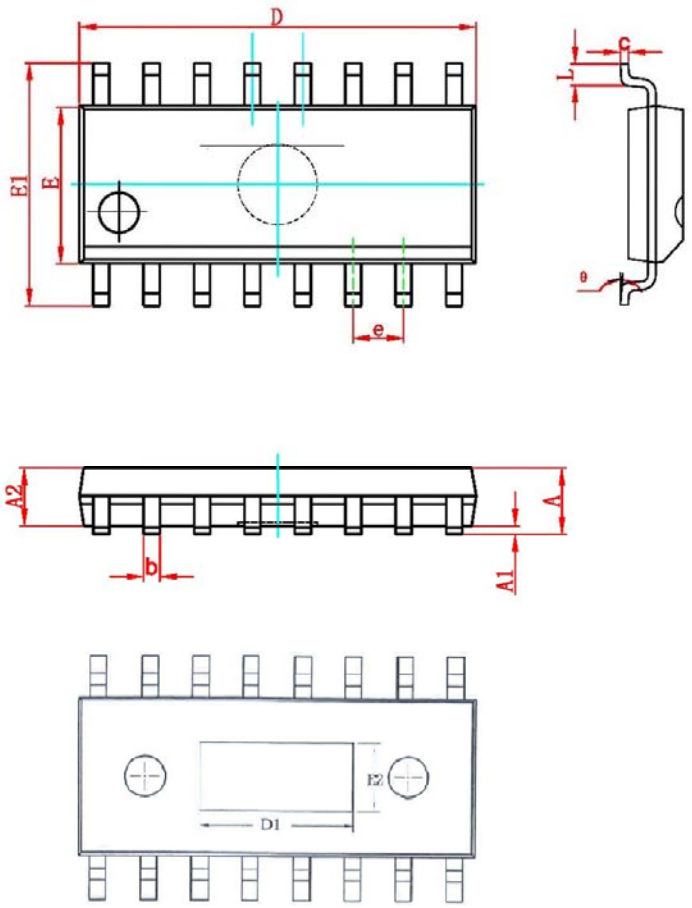
（2）过温保护

当检测到芯片内温度超过 150℃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 VDD 低于 V_{UVLL}（1.9V），启动欠压保护，输出端为弱低电平状态（内部通过高阻接地）；当检测到 VDD 高于 V_{UVLH}（2.2V），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



符号	尺寸 (mm)	
	最小	最大
A	-	1.75
A1	0.05	0.15
A2	1.30	1.50
b	0.39	0.48
c	0.21	0.26
D	9.70	10.10
D1	4.57(REF)	
E	3.70	4.10
E1	5.80	6.20
E2	2.41(REF)	
e	1.27(BSC)	
L	0.50	0.80
θ	0°	8°