

# 11W防破音单声道D类音频功放

## 9W单声道AB类音频功放

### ■ 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  
11W (Class D,  $V_{DD}=9.0V$ ,  $R_L=4\Omega$ , THD+N=10%)  
9W (Class AB,  $V_{DD}=8.4V$ ,  $R_L=4\Omega$ , THD+N=10%)
- 具有D类和AB类两种工作模式
- 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, SOP8L-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

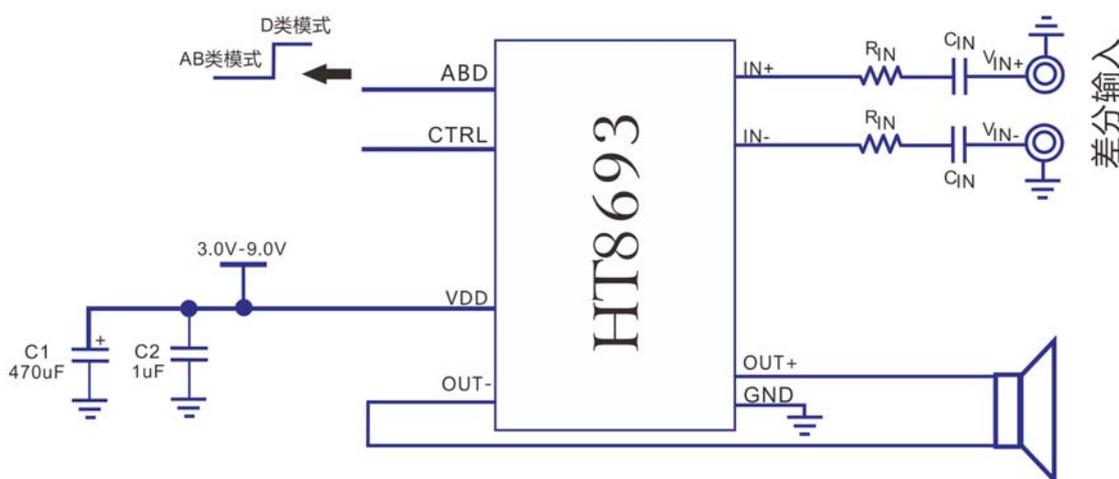
HT8693是一款具有D类和AB类两种工作模式的音频功率放大器。D类模式下最大供电电压可达到9.0V, 在 $V_{DD}=9.0V$ 、THD+N=10%、 $4\Omega$ 负载下, 能连续输出11W功率; AB类模式下最大供电电压可达到8.4V, 在 $V_{DD}=8.4V$ 、THD+N=10%、 $4\Omega$ 负载下, 能连续输出9W功率。

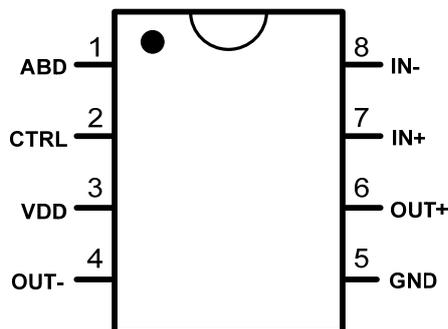
HT8693在D类工作模式下具有防削顶失真(ACF)输出控制功能, 可检测并抑制由于输入音乐、语音信号幅度过大所引起的输出信号削顶失真(破音), 显著提高音质, 创造舒适听音享受, 并保护扬声器免受过载损坏。同时芯片也具有ACF-Off模式可配置。

HT8693可实现AB类和D类的自由切换功能, 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。

此外, HT8693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



**引脚信息**


顶视图

**引脚定义<sup>\*1</sup>**

SOP8L-PP 引脚号	引脚 名称	I/O	功能
1	ABD	I	AB类模式和D类模式控制端
2	CTRL	I	ACF模式和关断模式控制端
3	VDD	Power	电源
4	OUT-	O	反相输出端 (BTL-)
5	GND	Ground	地
6	OUT+	O	同相输出端 (BTL+)
7	IN+	A	同相输入端 (差分+)
8	IN-	A	反相输入端 (差分-)

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	3
---	---	---	---	---	---

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
HT8693	SOP8L-PP	HT8693 UVWXYZ <sup>*2</sup>	-40℃~85℃ (扩展工业级)	管装 100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SOP8L-PP封装形式的HT8693型号产品。

## ■ 电气特性

### ● 极限工作条件<sup>\*1</sup>

参数	符号	最小值	最大值	单位
电源电压范围	V <sub>DD</sub>	-0.3	9.2	V
输入信号电压范围 (IN+, IN-)	V <sub>IN</sub>	V <sub>SS</sub> -0.6	V <sub>DD</sub> +0.6	V
输入信号电压范围 (除IN+, IN-外)	V <sub>IN</sub>	V <sub>SS</sub> -0.3	V <sub>DD</sub> +0.3	V
工作环境温度范围	T <sub>A</sub>	-40	85	°C
工作结温范围	T <sub>J</sub>	-40	150	°C
储存温度	T <sub>STG</sub>	-50	150	°C

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V<sub>DD</sub>/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 <sup>*2</sup>	V <sub>DD</sub>		3		9	V
工作环境温度	T <sub>a</sub>		-40	25	85	°C
扬声器阻抗	R <sub>L</sub>			4		Ω

注2: V<sub>DD</sub>的上升时间应当超过1μs。

### ● 电气特性<sup>3</sup>

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
V <sub>DD</sub> 电源的启动阈值	V <sub>UVLH</sub>			2.2		V
V <sub>DD</sub> 电源的关断阈值	V <sub>UVLL</sub>			1.9		V
载波调制频率	f <sub>PWM</sub>			430		kHz
系统增益	A <sub>v0</sub>	R <sub>IN</sub> =56 kΩ	ClassD	26		dB
			ClassAB	20		
上电启动时间 (或从关断唤醒时间)	t <sub>STUP</sub>			260		ms
ACF衰减增益	A <sub>a</sub>		-16		0	dB
<b>Class D CTRL Terminal</b>						
ACF-Off 模式阈值	V <sub>MOD1</sub>		26/36V <sub>DD</sub>		V <sub>DD</sub>	V
ACF-1 模式阈值	V <sub>MOD2</sub>		16/36V <sub>DD</sub>		26/36V <sub>DD</sub>	V
ACF-2 模式阈值	V <sub>MOD3</sub>		3/36V <sub>DD</sub>		16/36V <sub>DD</sub>	V
SD 关断模式阈值	V <sub>MOD4</sub>		V <sub>SS</sub>		3/36V <sub>DD</sub>	V

T<sub>A</sub>=25°C, V<sub>DD</sub>=5V, R<sub>L</sub>=4Ω, ClassD

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输出功率	P <sub>O</sub>	f=1kHz, THD+N=1%		2.75		W
		f=1kHz, THD+N=10%		3.40		
总谐波失真加噪声	THD+N	f=1kHz, P <sub>O</sub> =1W		0.1		%
输出噪声	V <sub>N</sub>	f=20Hz~20kHz, A加权, A <sub>v</sub> =26dB		150		μV <sub>rms</sub>
失调电压	V <sub>OS</sub>			2.3		mV
信噪比	SNR	A加权, A <sub>v</sub> =26dB, THD+N=0.4%		87.5		dB
电源抑制比	PSRR	f=1kHz		-75		dB
效率	η	f=1kHz, P <sub>O</sub> =3W		87.5		%
静态电流	I <sub>DD</sub>	Input Grounded, No Load		5.7		mA
关断电流	I <sub>SD</sub>	CTRL=V <sub>SS</sub>		0.1		μA

TA=25°C, V<sub>DD</sub>=6.5V, R<sub>L</sub>=4Ω, ClassD

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输出功率	P <sub>O</sub>	f=1kHz, THD+N=1%		4.65		W
		f=1kHz, THD+N=10%		5.75		
总谐波失真加噪声	THD+N	f=1kHz, P <sub>O</sub> =2W		0.15		%
输出噪声	V <sub>N</sub>	f=20Hz~20kHz, A加权, Av=26dB		150		μV <sub>rms</sub>
失调电压	V <sub>OS</sub>			3.3		mV
信噪比	SNR	A加权, Av=26dB, THD+N=0.4%		88.5		dB
电源抑制比	PSRR	f=1kHz		-75		dB
效率	η	f=1kHz, P <sub>O</sub> =5W		89.5		%
静态电流	I <sub>DD</sub>	Input Grounded, No Load		7.0		mA
关断电流	I <sub>SD</sub>	CTRL=V <sub>SS</sub>		0.2		μA

 TA=25°C, V<sub>DD</sub>=7.2V~8.4V (双锂电池应用), R<sub>L</sub>=4Ω

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输出功率	P <sub>O</sub>	VDD=7.2V	f=1kHz, THD+N=1%	5.75		W
		VDD=8.4V		7.75		
		VDD=7.2V	f=1kHz, THD+N=10%	7.05		
		VDD=8.4V		9.60		
总谐波失真加噪声	THD+N	VDD=7.2V, f=1kHz, P <sub>O</sub> =3W		0.2		%
		VDD=8.4V, f=1kHz, P <sub>O</sub> =5W		0.3		
输出噪声	V <sub>N</sub>	f=20Hz~20kHz, A加权, Av=26dB		150		μV <sub>rms</sub>
失调电压	V <sub>OS</sub>	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
电源抑制比	PSRR	f=1kHz		-75		dB
效率	η	VDD=7.2V, f=1kHz, P <sub>O</sub> =6W		87.5		%
		VDD=8.4V, f=1kHz, P <sub>O</sub> =9W		87.5		
静态电流	I <sub>DD</sub>	VDD=7.2V	Input Grounded, No Load	8.0		mA
		VDD=8.4V		10.8		
关断电流	I <sub>SD</sub>	VDD=7.2V	CTRL=V <sub>SS</sub>	0.5		μA
		VDD=8.4V		3.9		

 TA=25°C, V<sub>DD</sub>=9V, R<sub>L</sub>=4Ω, ClassD

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输出功率	P <sub>O</sub>	f=1kHz, THD+N=1%		8.85		W
		f=1kHz, THD+N=10%		11.00		
总谐波失真加噪声	THD+N	f=1kHz, P <sub>O</sub> =5W		0.3		%
输出噪声	V <sub>N</sub>	f=20Hz~20kHz, A加权, Av=26dB		150		μV <sub>rms</sub>
失调电压	V <sub>OS</sub>			6.6		mV
信噪比	SNR	A加权, Av=26dB, THD+N=0.4%		90		dB
电源抑制比	PSRR	f=1kHz		-75		dB
效率	η	f=1kHz, P <sub>O</sub> =10W		81.5		%
静态电流	I <sub>DD</sub>	Input Grounded, No Load		12.3		mA
关断电流	I <sub>SD</sub>	CTRL=V <sub>SS</sub>		4.7		μA

TA=25°C, RL=4Ω, ClassAB

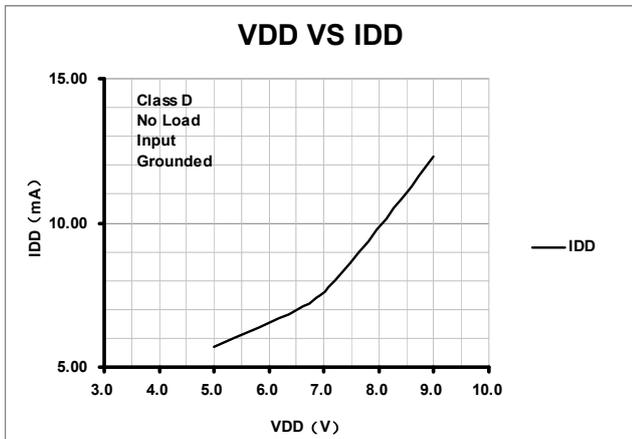
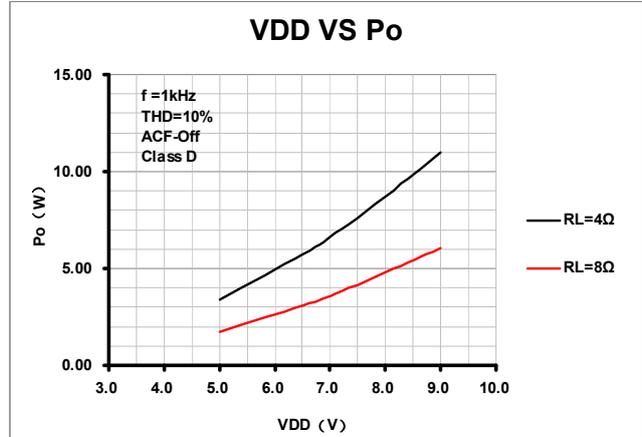
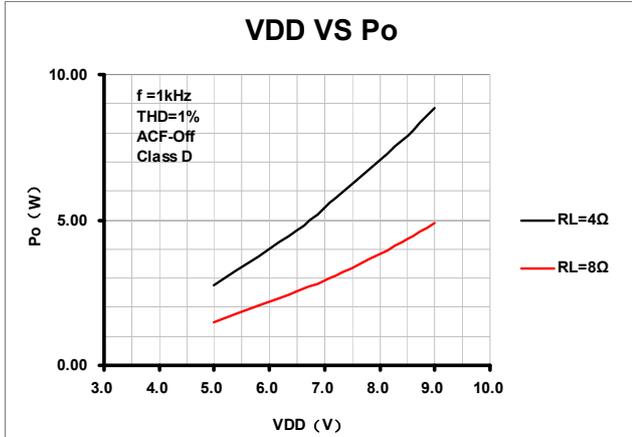
参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输出功率	Po	VDD=5.0V	f=1kHz, THD+N=1%	2.60		W
		VDD=6.5V		4.40		
		VDD=7.2V		4.65		
		VDD=8.4V		7.40		
		VDD=5.0V	f=1kHz, THD+N=10%	3.20		
		VDD=6.5V		5.50		
		VDD=7.2V		6.75		
		VDD=8.4V		9.00		

TA=25°C, RL=8Ω, ClassAB

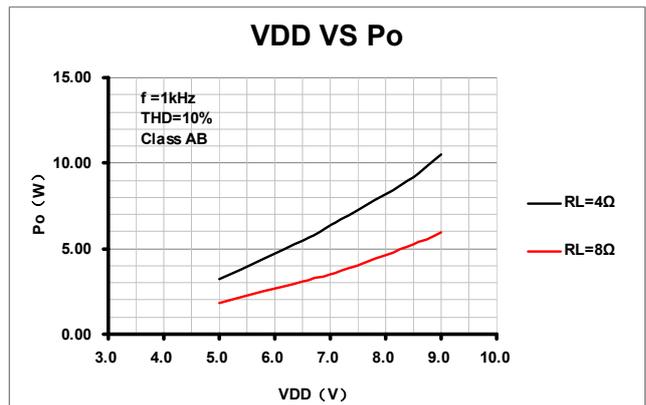
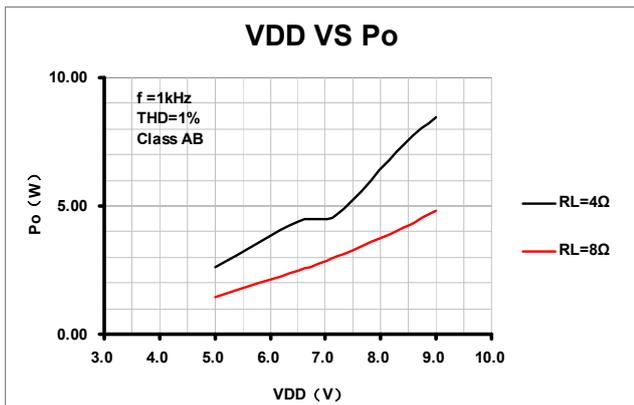
参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输出功率	Po	VDD=5.0V	f=1kHz, THD+N=1%	1.45		W
		VDD=6.5V		2.50		
		VDD=7.2V		3.05		
		VDD=8.4V		4.15		
		VDD=9.0V		4.80		
		VDD=5.0V	f=1kHz, THD+N=10%	1.80		
		VDD=6.5V		3.05		
		VDD=7.2V		3.75		
		VDD=8.4V		5.15		
		VDD=9.0V		5.95		

■ 典型特性曲线

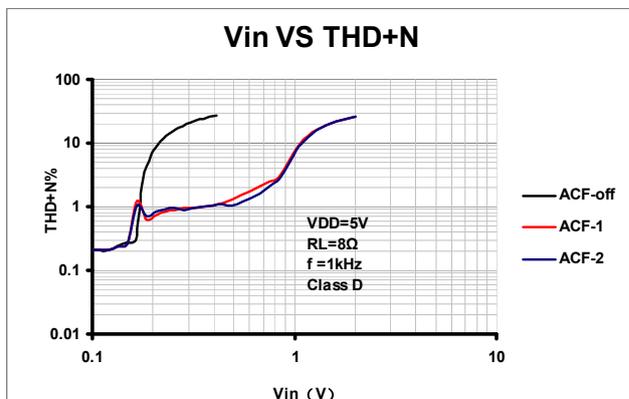
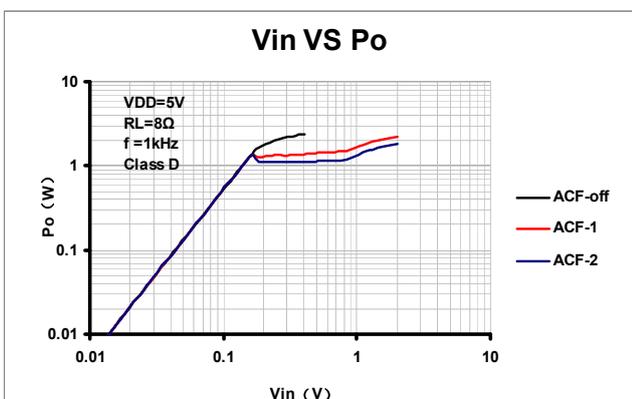
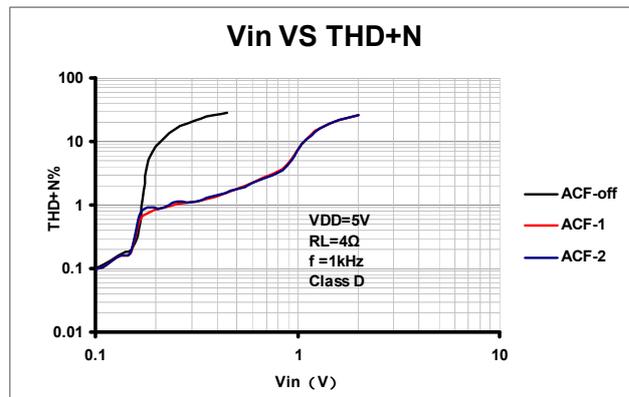
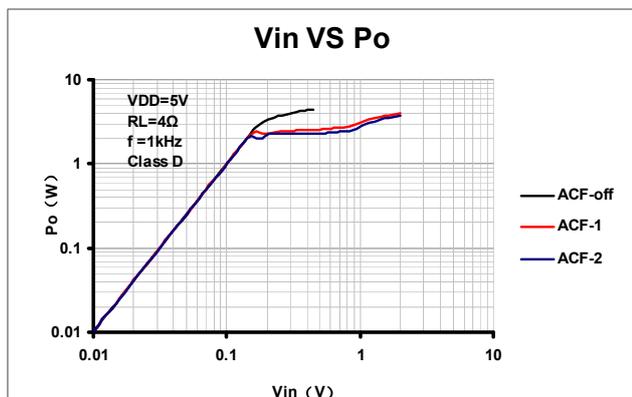
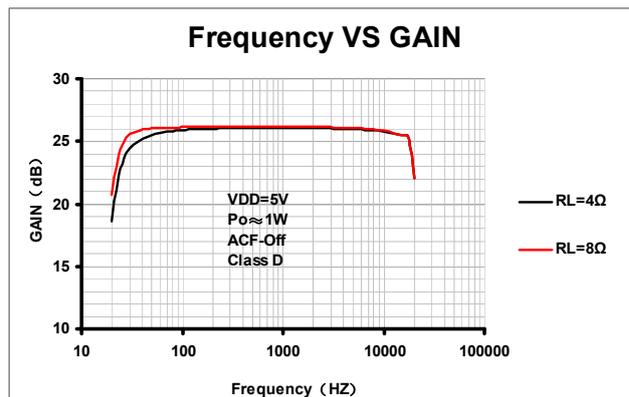
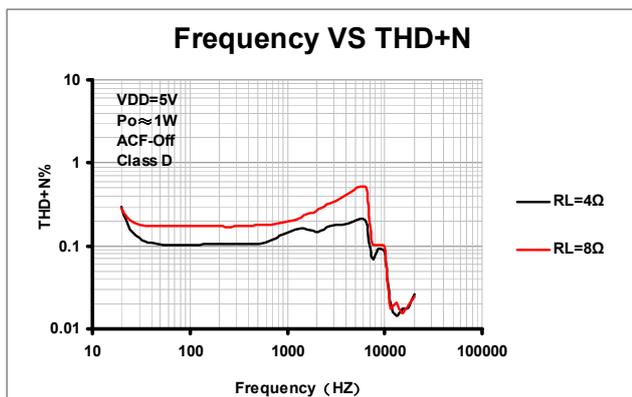
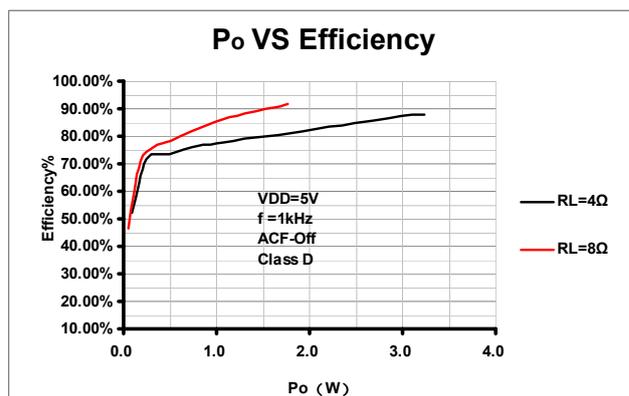
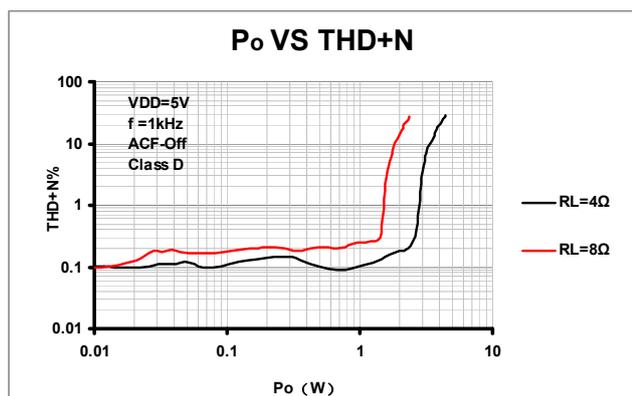
TA=25°C, ClassD



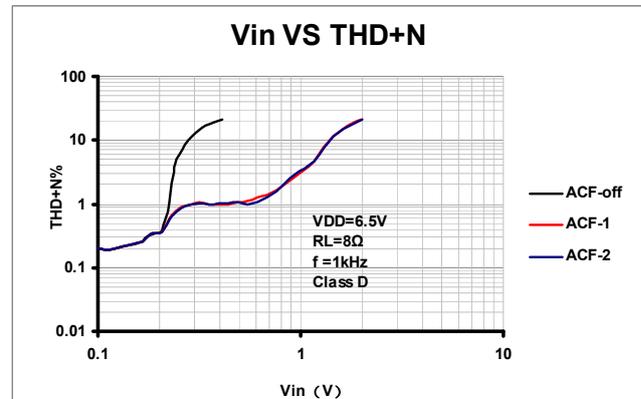
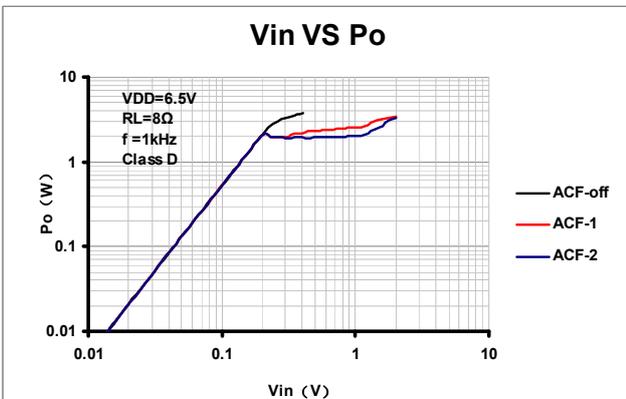
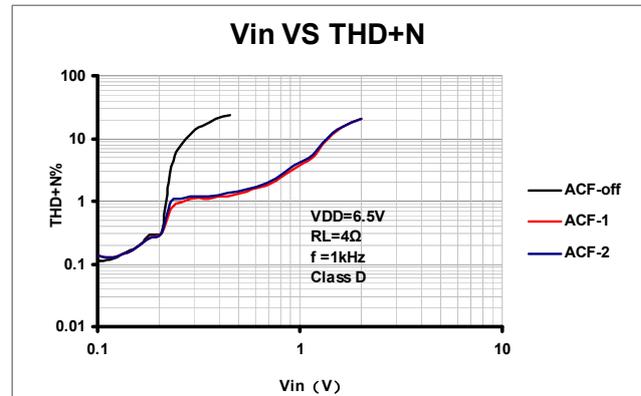
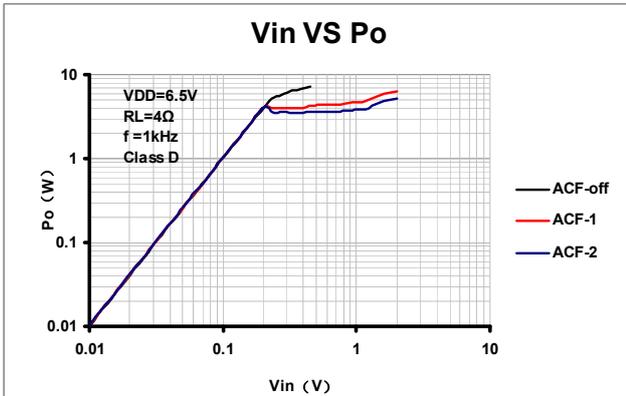
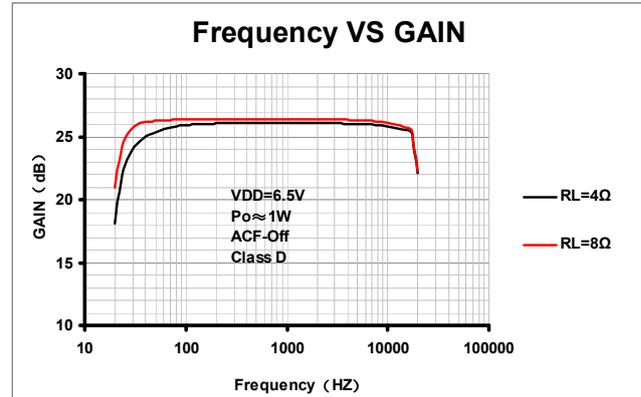
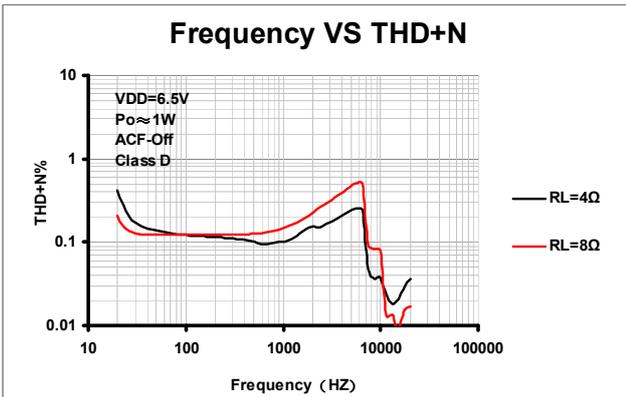
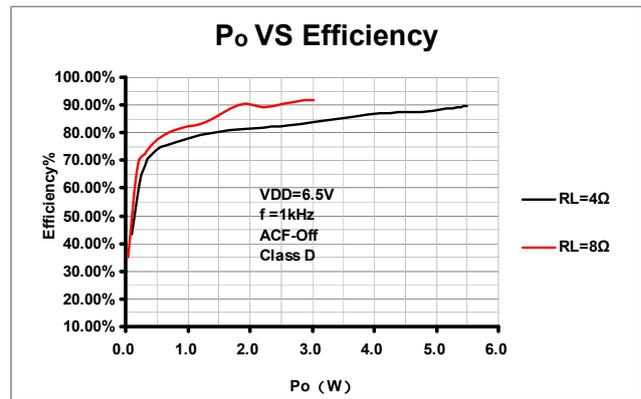
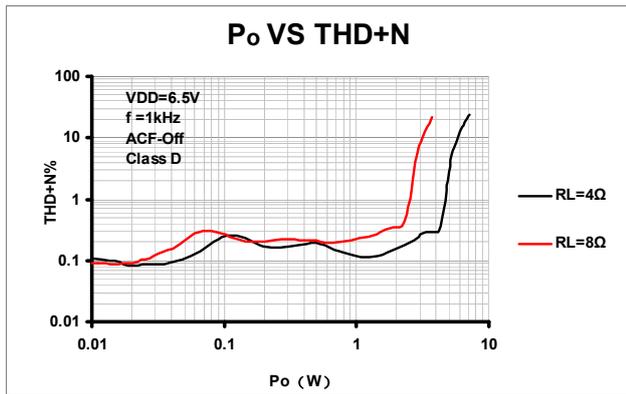
TA=25°C, ClassAB



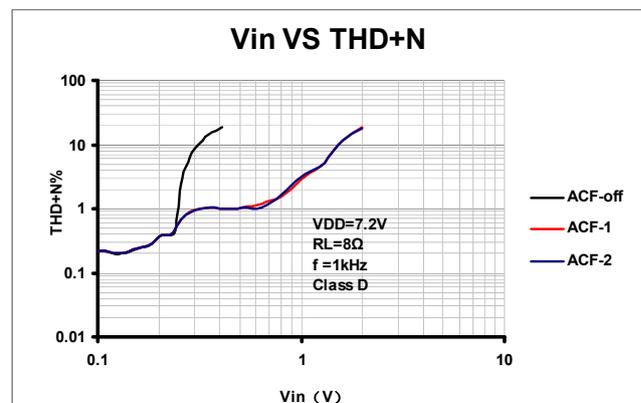
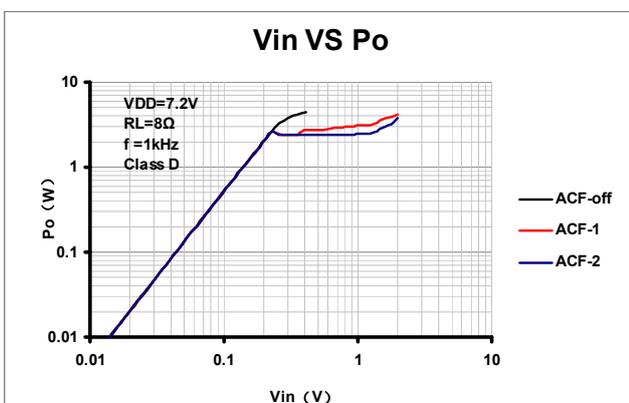
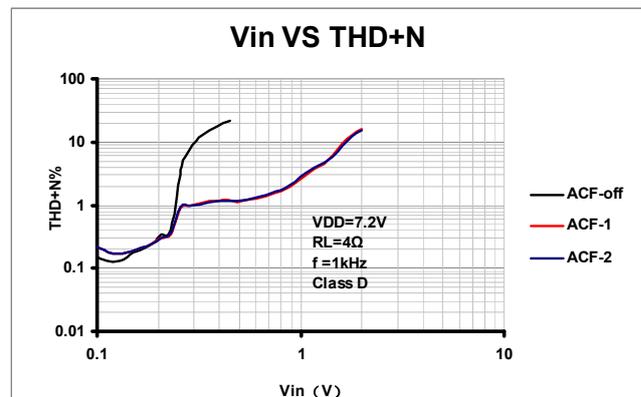
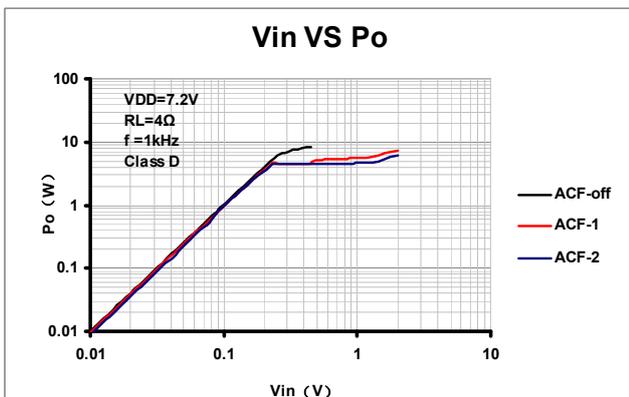
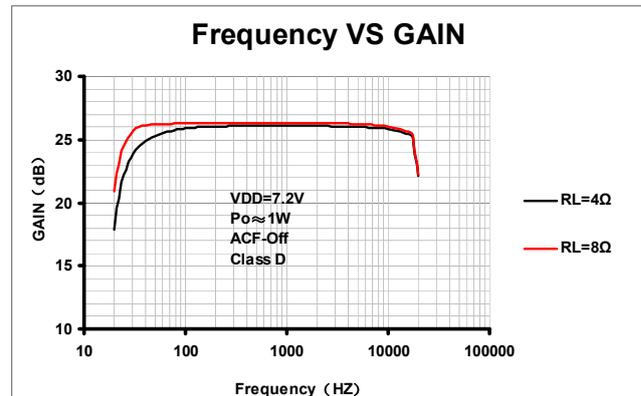
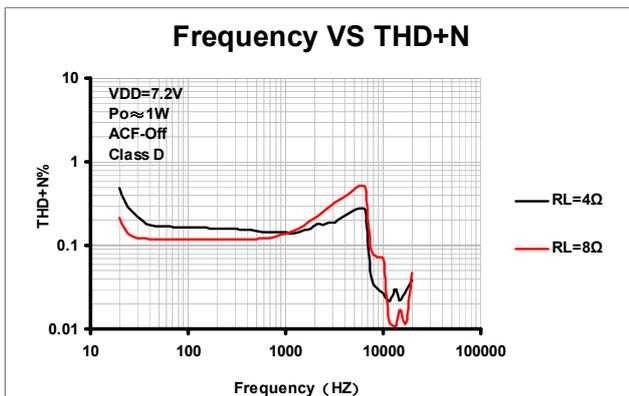
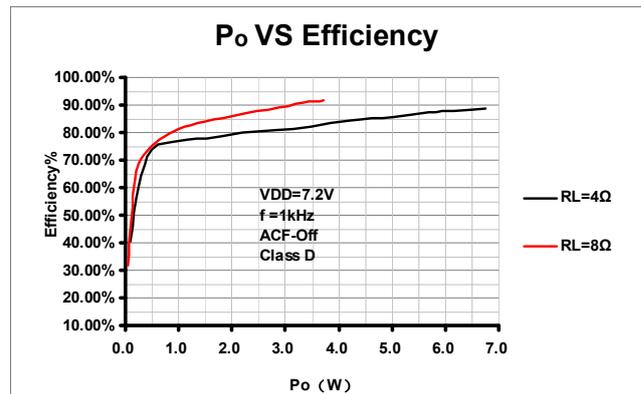
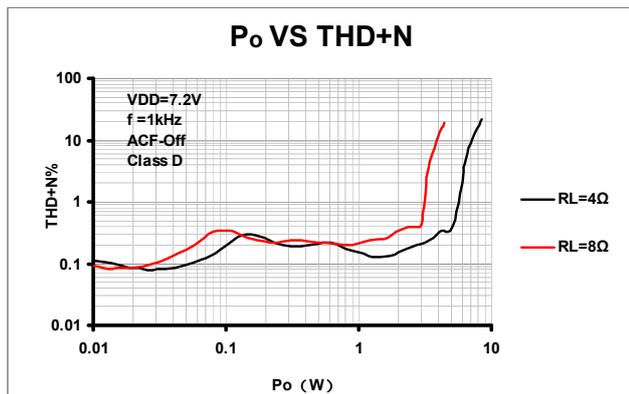
TA=25°C, VDD=5V, ClassD



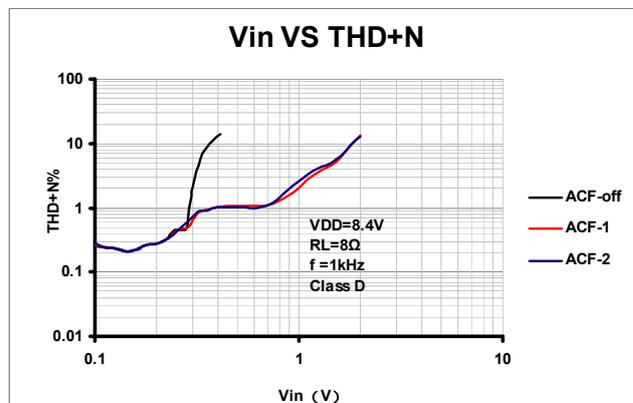
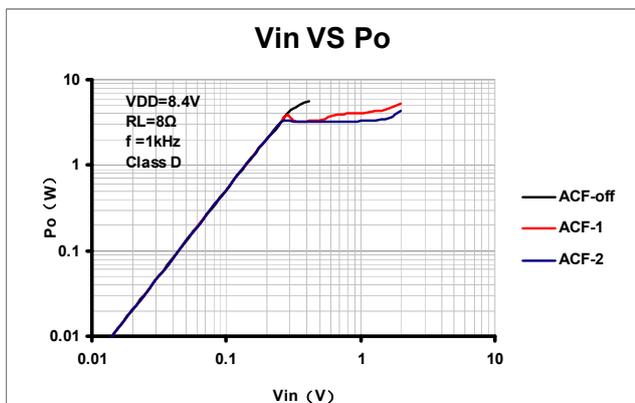
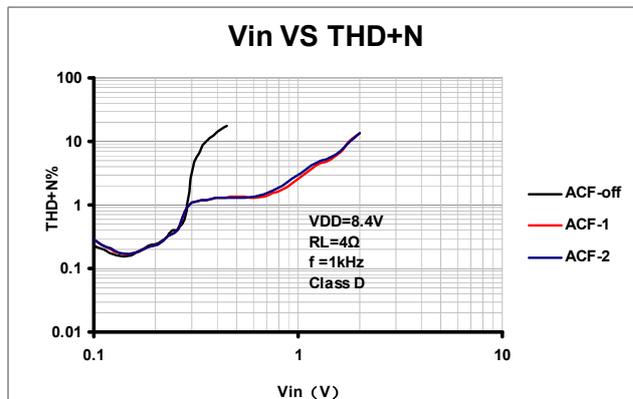
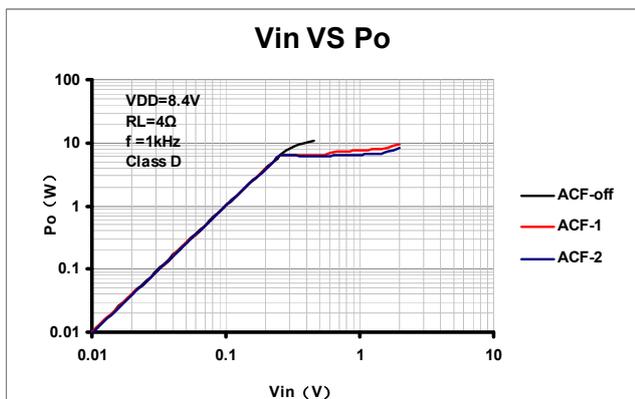
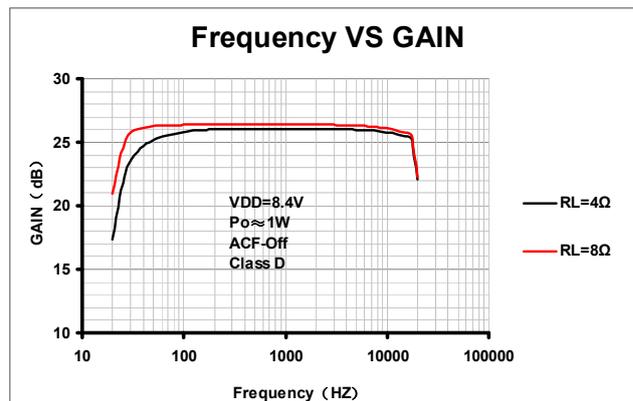
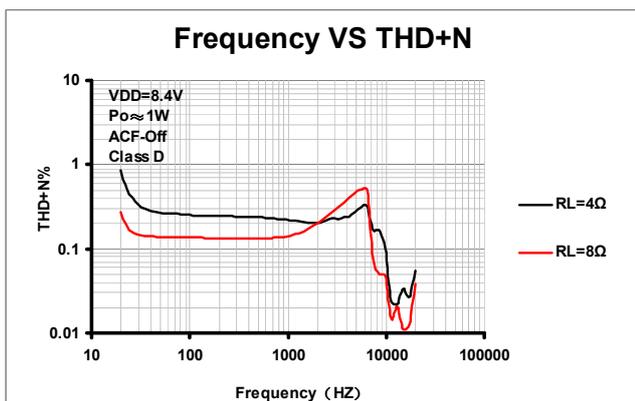
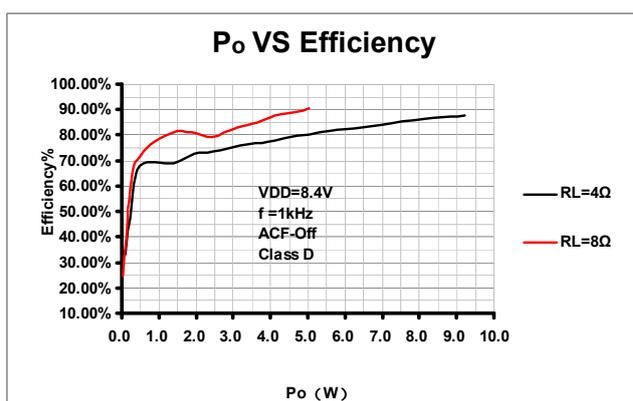
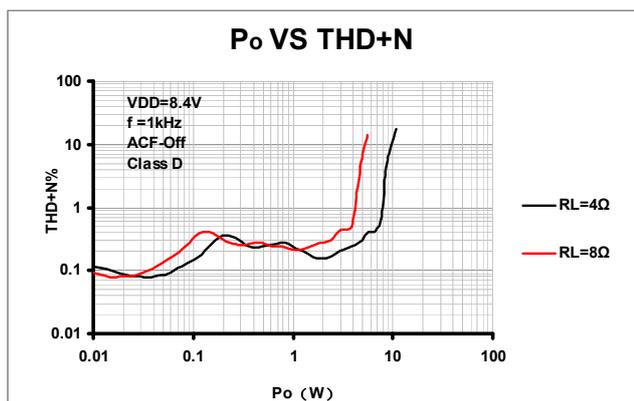
TA=25°C, VDD=6.5V, ClassD



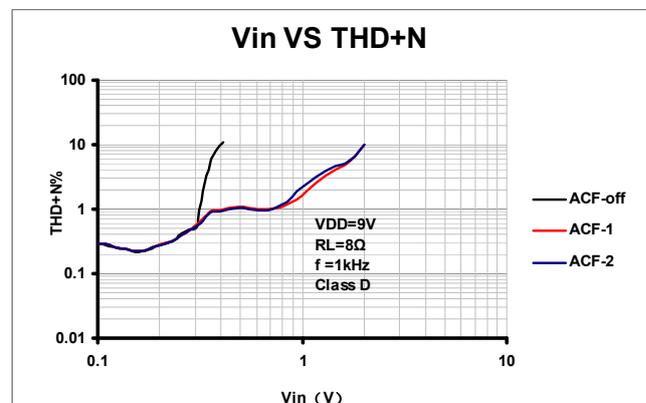
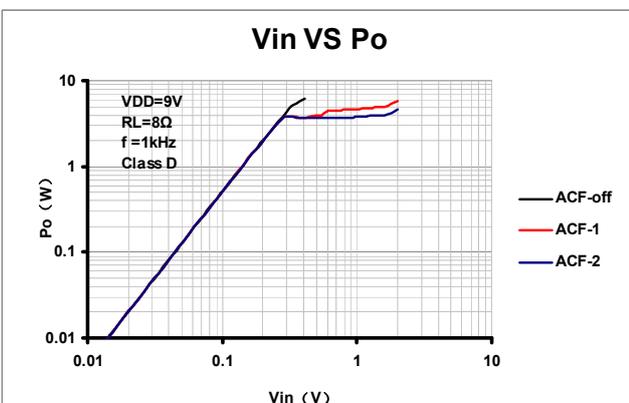
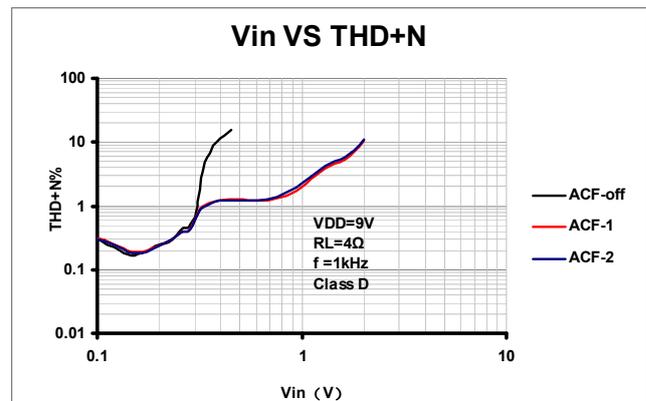
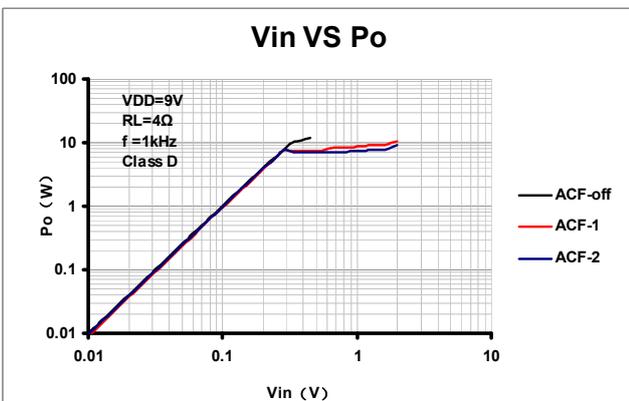
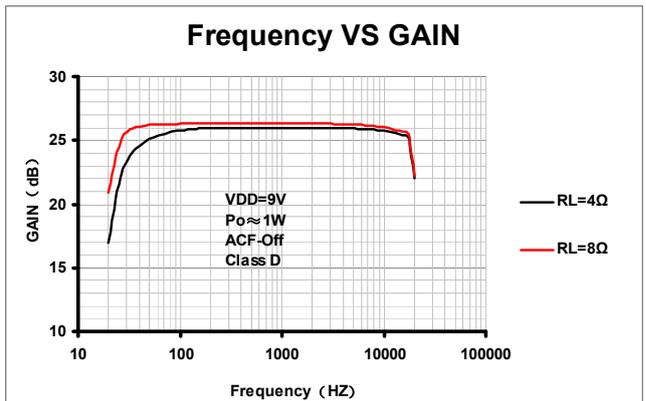
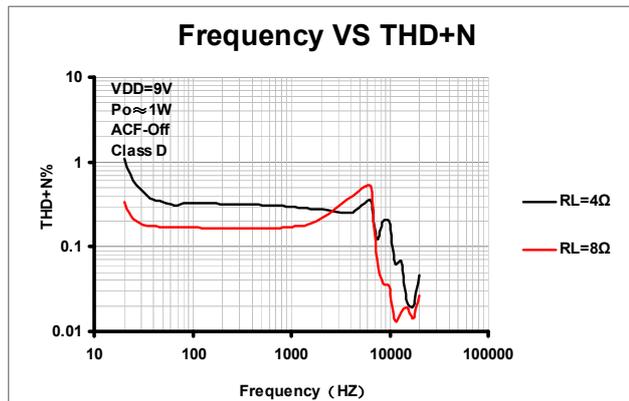
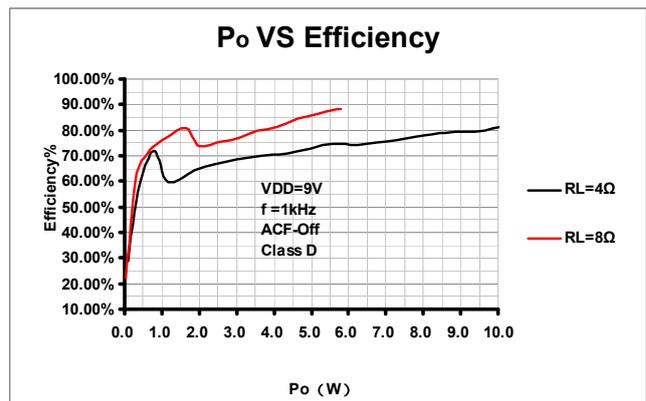
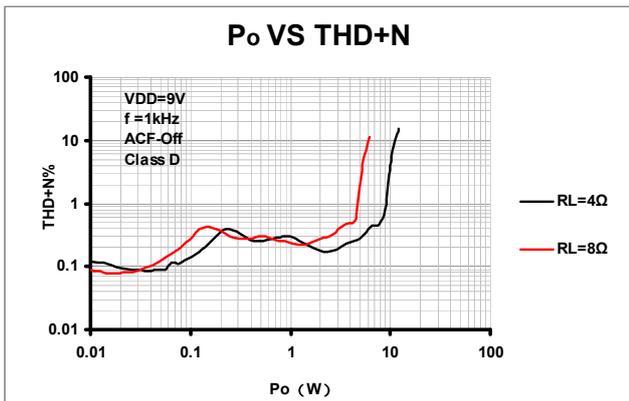
TA=25°C, VDD=7.2V, ClassD



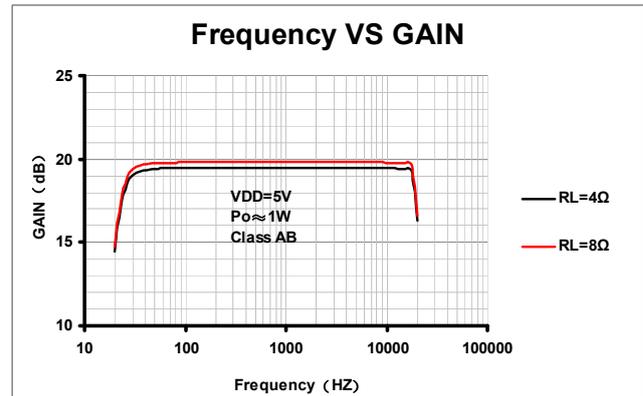
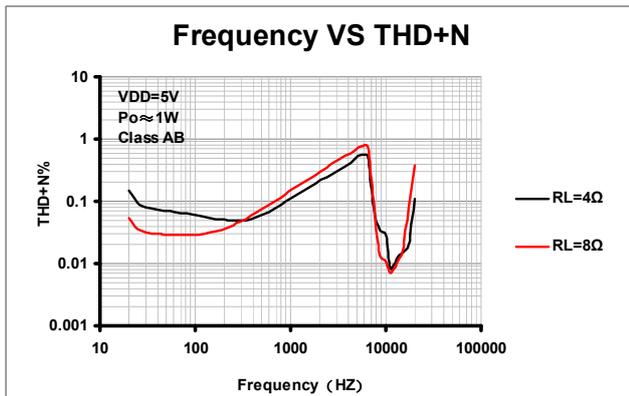
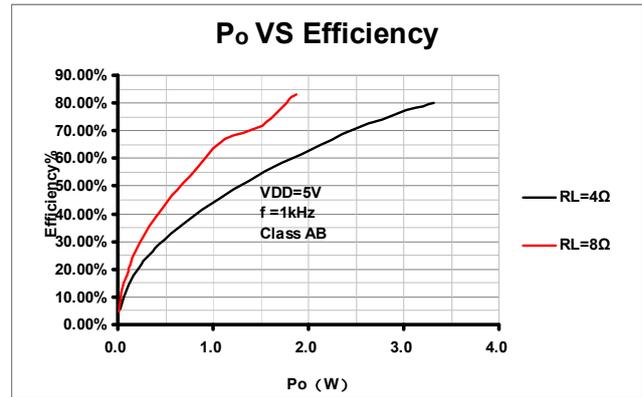
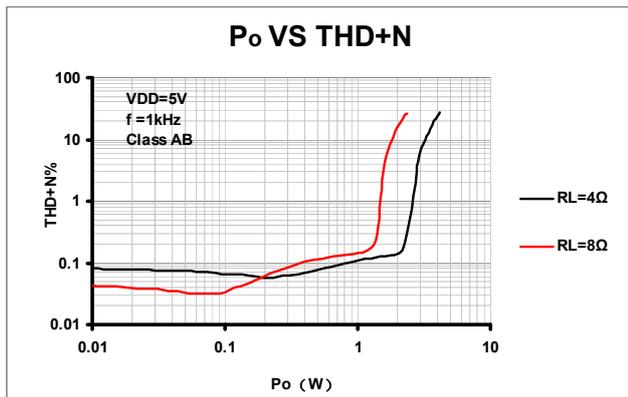
TA=25°C, VDD=8.4V, ClassD



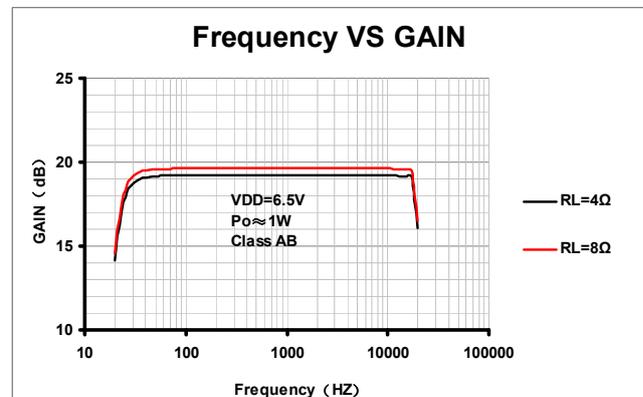
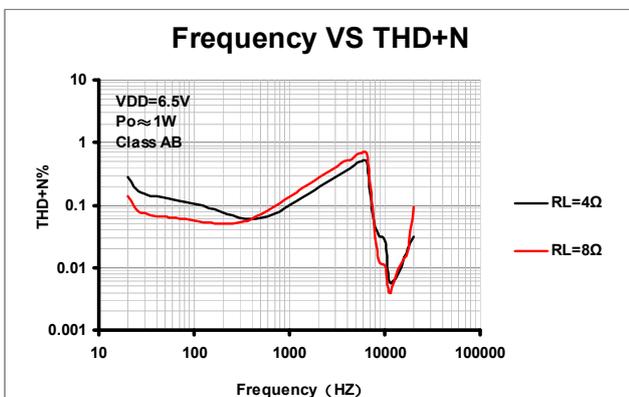
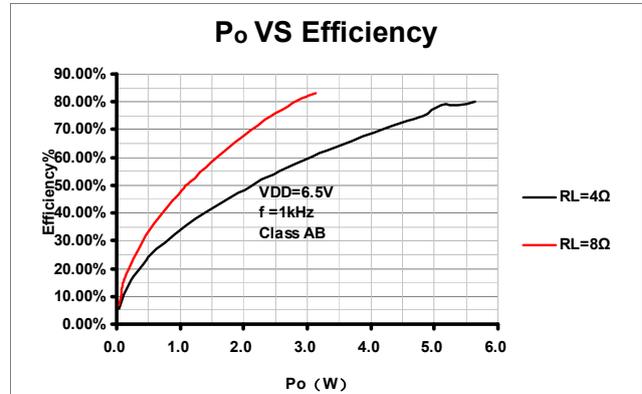
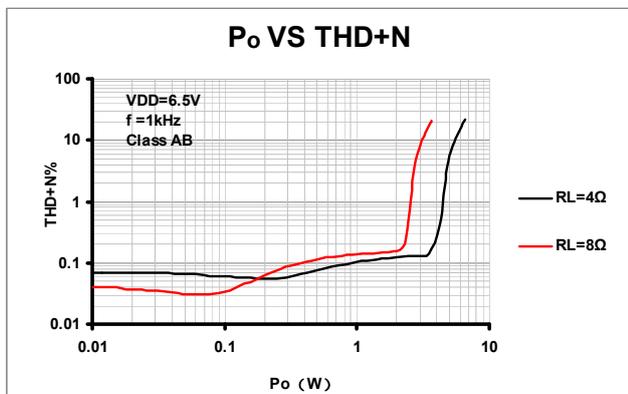
TA=25°C, VDD=9V, Class D



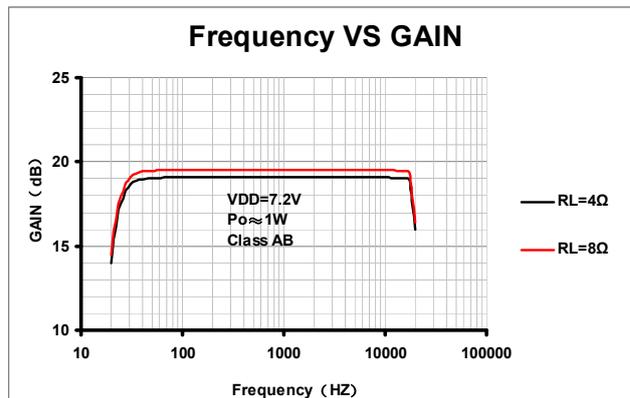
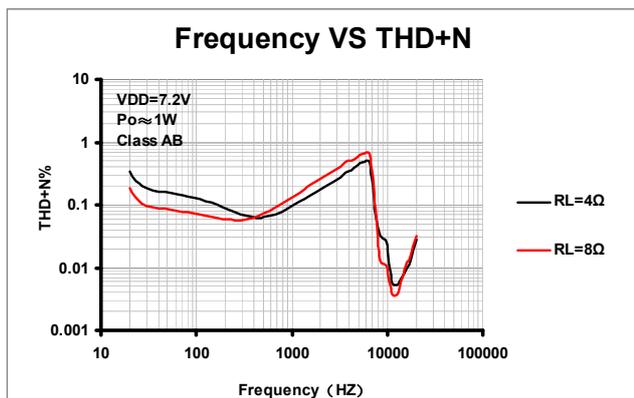
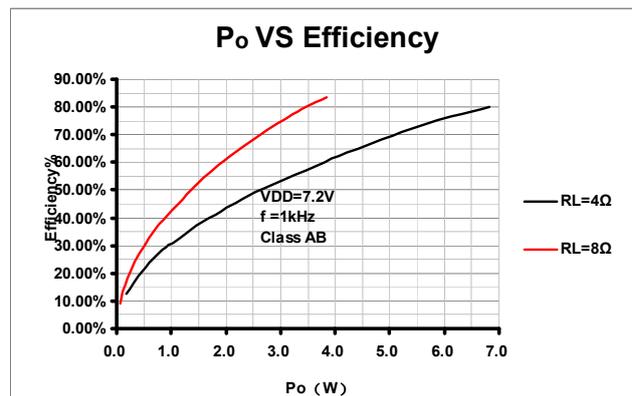
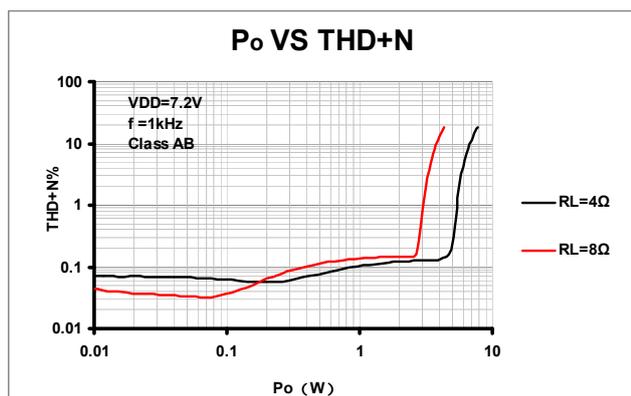
TA=25°C, VDD=5V, ClassAB



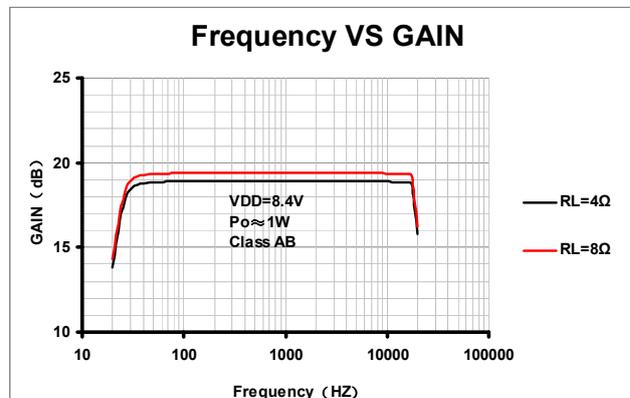
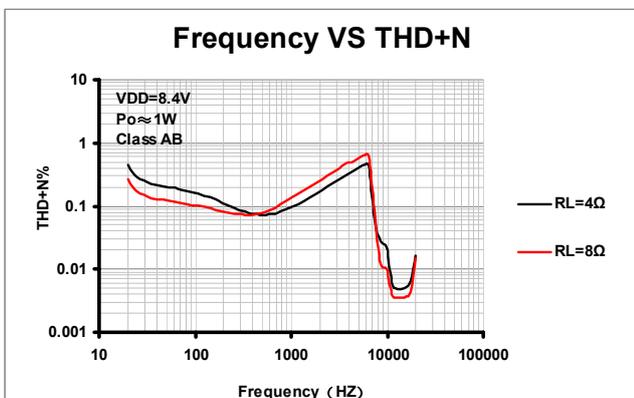
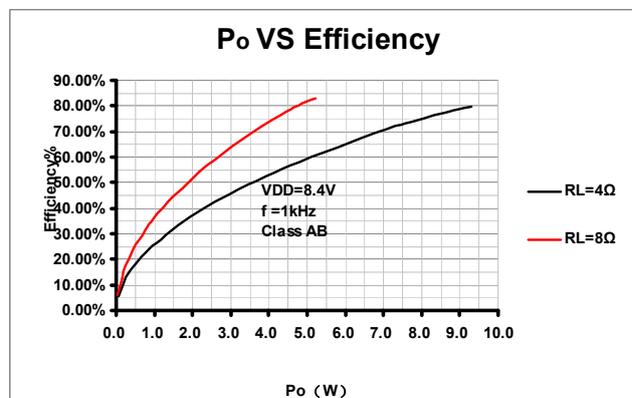
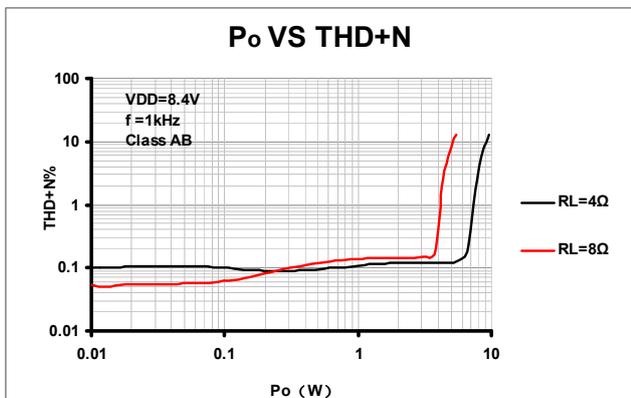
TA=25°C, VDD=6.5V, ClassAB



TA=25°C, VDD=7.2V, ClassAB



TA=25°C, VDD=8.4V, ClassAB



## ■ 功能描述及应用信息

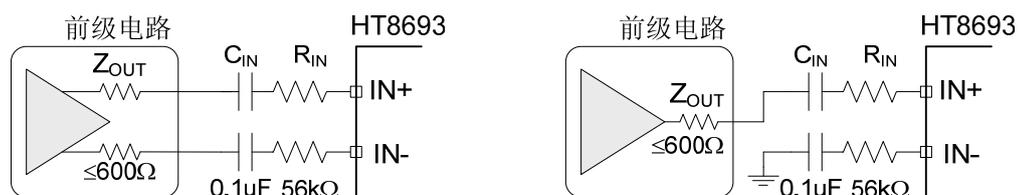
### ● 输入配置

HT8693 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  $A_v=1200k/R_{IN}$ （D 类模式）或  $A_v=600k/R_{IN}$ （AB 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。



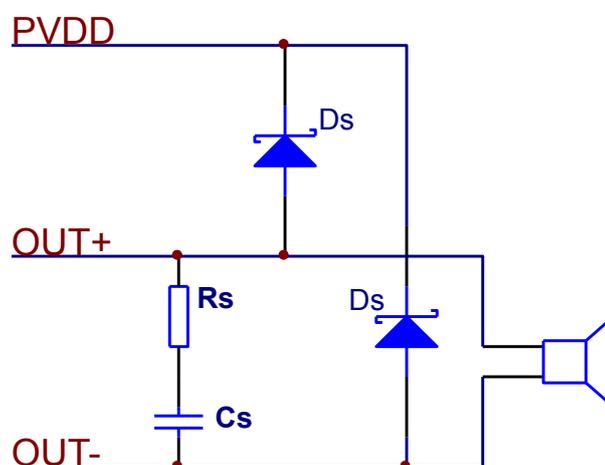
图表 1 (1) 差分输入;

(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 ( $\geq 1.0V_{rms}$ )，或负载喇叭阻抗较小 ( $<4\Omega$ ) 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:

$R_s$ : 1.5 ~ 2Ω;

$C_s$ : 330pF~680pF;

$D_s$ : 正向平均电流  $\geq 2A$ ; 正向浪涌峰值电流  $\geq 6A$ ; 正向电压 ( $I_F=1A$ )  $\leq 0.38V$ 。

## ● ABD模式设置

在ABD端输入高电平或者悬空，HT8693处于Class D模式，系统增益  $A_v=1200k/R_{IN}$ 。

在ABD端输入低电平，HT8693处于Class AB模式，系统增益  $A_v=600k/R_{IN}$ 。

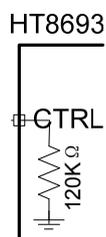
## ● CTRL模式设置

Class D 模式下，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 120Kohm 下拉电阻，如下图示。

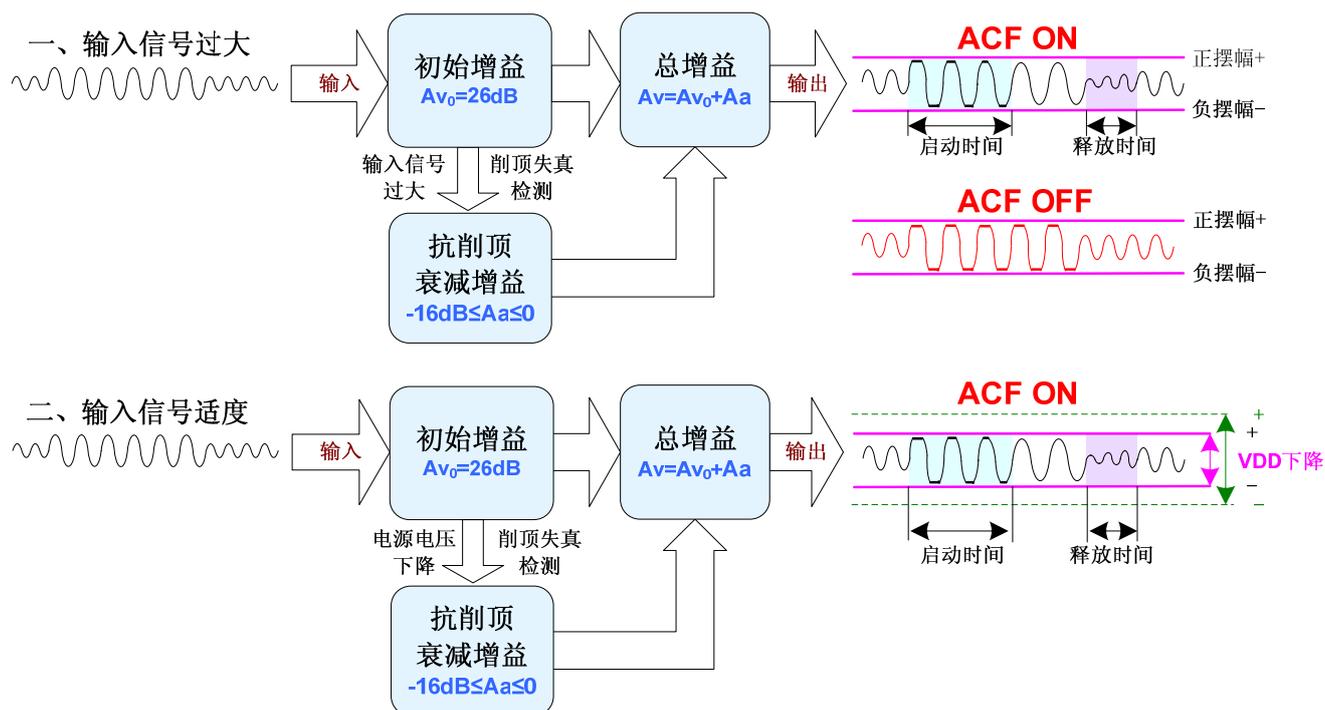


图表 3 CTRL 端内部电阻

## ● 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，HT8693 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，HT8693 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。HT8693 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，HT8693 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。HT8693 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，输出端为弱电平状态（内部通过高阻接地）。

## ● 咔嚓-噼噼声消除

HT8693 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-噼噼（Click-Pop）噪声。

为达到更优异的咔嚓-噼噼声消除效果，一般情况下，建议采用 0.1 $\mu$ 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

HT8693 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。

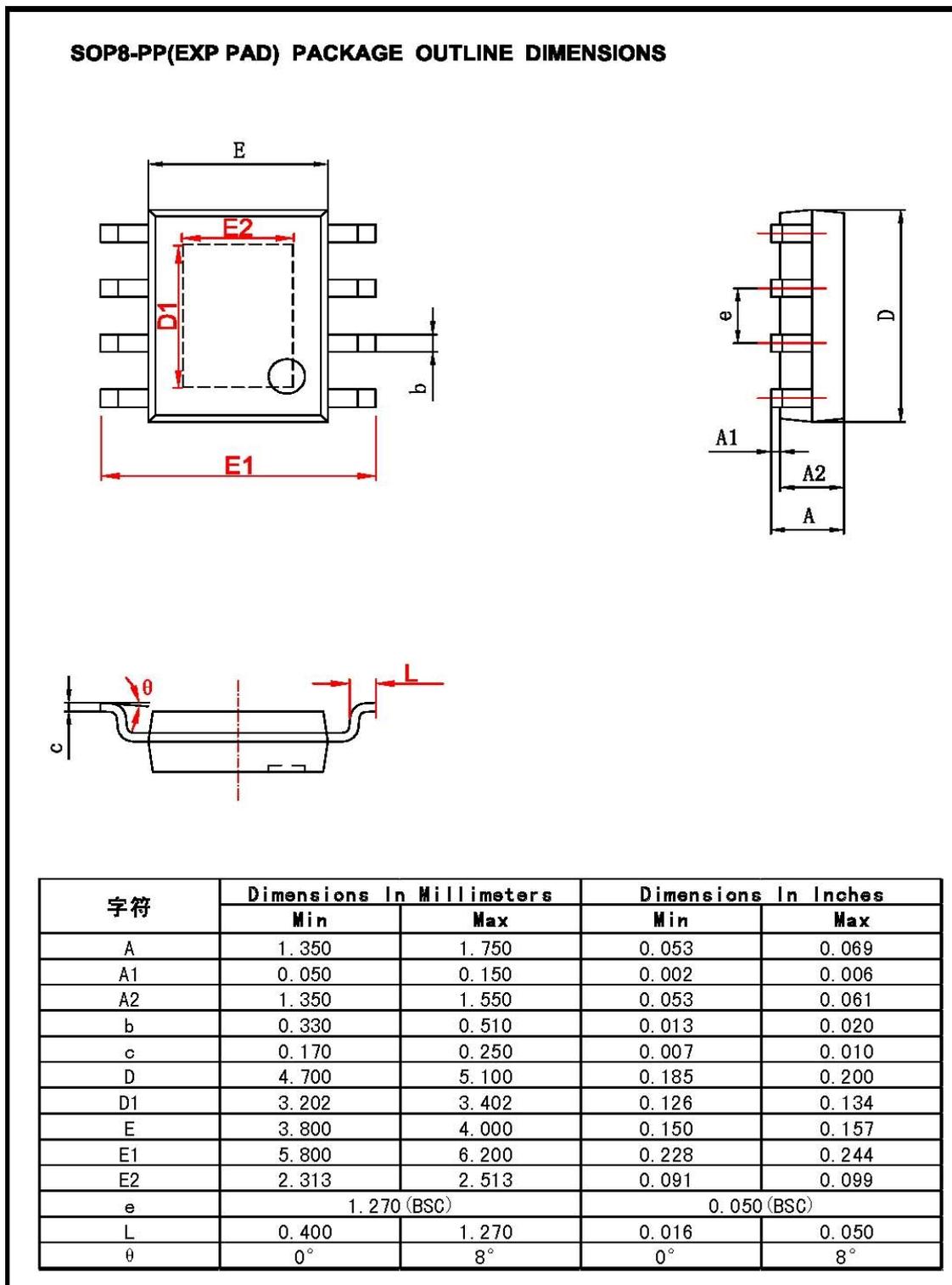
### (2) 过温保护

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 VDD 低于  $V_{UVLL}$  ( $1.9\text{V}$ )，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  $V_{UVLH}$  ( $2.2\text{V}$ )，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



嘉兴禾润电子科技有限公司

Jiaxing Heroic Technology Co., Ltd.

地址: 浙江省嘉兴市亚太路 JRC 大厦 A 座三层

电话: 0573-82583866 82585565

传真: 0573-82585078

E-mail: sales@heroic.com.cn

网址: www.heroic.com.cn