



## 4.7W防削顶双声道D类音频功率放大器

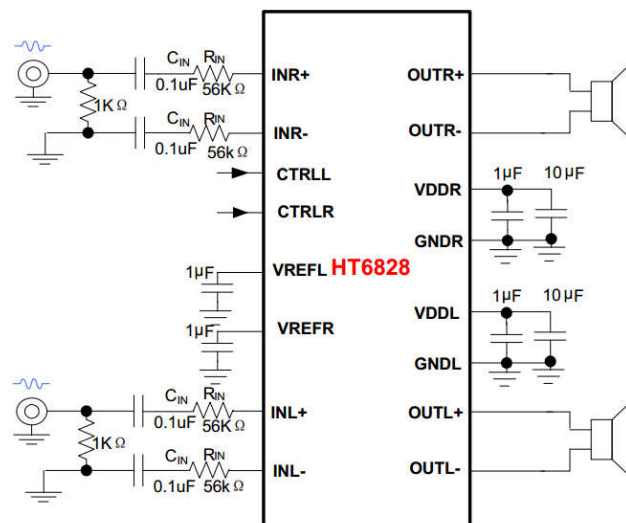
### ■ 特点

- 防削顶失真功能(Anti-Clipping Function, ACF)
- 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
  - 1.40W ( $V_{DD}=3.6V, R_L=4\Omega, THD+N=10\%$ )
  - 2.80W ( $V_{DD}=5.0V, R_L=4\Omega, THD+N=10\%$ )
  - 4.70W ( $V_{DD}=6.5V, R_L=4\Omega, THD+N=10\%$ )
- 高信噪比SNR: 95dB ( $V_{DD}=6.5V, A_v=24dB, THD+N=1\%$ )
- 低静态电流
  - Input AC Grounded, Without Load
  - 5.0mA ( $V_{DD}=3.6V$ )
  - 6.5mA ( $V_{DD}=5.0V$ )
  - 8.0mA ( $V_{DD}=6.5V$ )
- 低关断电流:  $<1\mu A$  (Input AC Grounded, Without Load)
- 过流保护及自动恢复功能
- 过热保护功能
- 欠压异常保护功能
- 无铅无卤封装, SOP16L

### ■ 应用

- 便携式音箱
- iPhone/iPod/MP3 docking
- PMP/MP4/MP5播放器
- 便携式游戏机
- 掌上电脑PDAs
- USB音箱
- 平板电脑
- 导航仪GPS
- 手机

### ■ 典型应用图



### ■ 概述

HT6828是一款低EMI的, 防削顶失真的, 双声道免滤波D类音频功率放大器。在6.5V电源, 10% THD+N, 4Ω负载条件下, 输出4.7W×2的功率, 在各类音频终端应用中维持高效率并提供AB类放大器的性能。

HT6828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电池应用中由电源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。

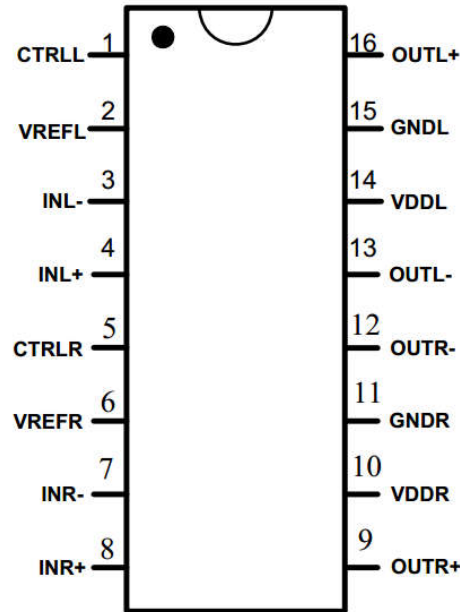
HT6828具有独有的电磁辐射 (EMI) 抑制技术和优异的全带宽低辐射性能, 辐射水平在不加任何辅助设计时仍远在FCC Part15 Class B 标准之下, 不仅避免了干扰其他敏感电路还降低了系统设计难度。

HT6828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, HT6828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。



## ■ 引脚信息



SOP16L 顶视图

## ■ 引脚定义<sup>\*1</sup>

SOP 引脚号	引脚名称	I/O	ESD 保护电路	功能
1	CTRLL	I	PN	左声道ACF和关断模式控制端
2	VREFL	A	PN	左声道模拟参考电压
3	INL-	A	PN	左声道反相输入端（差分-）
4	INL+	A	PN	左声道同相输入端（差分+）
5	CTRLR	I	PN	右声道ACF和关断模式控制端
6	VERFR	A	PN	右声道模拟参考电压
7	INR-	A	PN	右声道反相输入端（差分-）
8	INR+	A	PN	右声道同相输入端（差分+）
9	OUTR+	O	-	右声道同相输出端（BTL+）
10	VDDR	Power	-	右声道电源
11	GNDR	GND	-	右声道地
12	OUTR-	O	-	右声道反相输出端（BTL-）
13	OUTL-	O	-	左声道反相输出端（BTL-）
14	VDDL	Power	-	左声道电源
15	GNDL	GND	-	左声道地
16	OUTL+	O	-	左声道同相输出端（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。



# 深圳市科电科技有限公司

深圳市宝安区福永镇新田大道 10 号江氏大厦 1206A

TEL: 0755-23077644 0755-27805705

## ■ 电气特性

### ● 极限工作条件<sup>\*2</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	6.8	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2: 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>*3</sup>	V <sub>DD</sub>		2.5	5	6.5	V
工作环境温度	T <sub>a</sub>	t <sub>SD</sub> (Min.)=50ms	-20	25	85	°C
		t <sub>SD</sub> (Min.)=80ms	-30			
扬声器阻抗	R <sub>L</sub>			4		Ω

注3: V<sub>DD</sub>的上升时间应当超过1μs。

### ● 直流特性 (DC)

V<sub>SS</sub>=0V, V<sub>DD</sub>=2.5V~6.5V, T<sub>a</sub>=-40°C~85°C, 除非特殊说明。

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>			2.10		V
V <sub>DD</sub> 电源的关断阈值	V <sub>UVLL</sub>			1.90		V
ACF 模式的设置阈值电压	V <sub>MOD1</sub>		1.20		V <sub>DD</sub>	V
ACF-Off 模式的设置阈值电压	V <sub>MOD2</sub>		0.40	0.80 <sup>*4</sup>	0.90	V
SD 关断模式的设置阈值电压	V <sub>MOD3</sub>		V <sub>SS</sub>		0.20	V
静态电流	I <sub>DD</sub>	V <sub>DD</sub> =3.6V, V <sub>in</sub> =0V, No load		5.0		mA
		V <sub>DD</sub> =5.0V, V <sub>in</sub> =0V, No load		6.5		
		V <sub>DD</sub> =6.5V, V <sub>in</sub> =0V, No load		8.0		
关断电流	I <sub>SD</sub>	CTRL=V <sub>SS</sub> , T <sub>a</sub> =25°C		0.01	1	μA
V <sub>REF</sub> 端电压值	V <sub>VREF</sub>			V <sub>DD</sub> /2		V

注4: HT6828启动时CTRL端电压须大于0.80V。



# 深圳市科电科技有限公司

深圳市宝安区福永镇新田大道 10 号江氏大厦 1206A

TEL: 0755-23077644 0755-27805705

## ● 模拟特性\*6

$V_{SS}=0V, V_{DD}=5V, A_v=23.5dB, T_a=25^\circ C, C_{IN}=1\mu F, R_{IN}=12k\Omega, ACF-Off$ 模式, 除非特殊说明.

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输出功率	$P_o$	$R_L=4\Omega, V_{DD}=3.6V$	$f=1kHz,$ $THD+N=1\%$	1.10		W
		$R_L=4\Omega, V_{DD}=5.0V$		2.30		
		$R_L=8\Omega, V_{DD}=3.6V$		0.70		
		$R_L=8\Omega, V_{DD}=5.0V$		1.40		
		$R_L=4\Omega, V_{DD}=3.6V$	$f=1kHz,$ $THD+N=10\%$	1.40		
		$R_L=4\Omega, V_{DD}=5.0V$		2.80		
		$R_L=8\Omega, V_{DD}=3.6V$		0.85		
		$R_L=8\Omega, V_{DD}=5.0V$		1.70		
总谐波失真加噪声	THD+N	$R_L=4\Omega, P_o=1W, f=1kHz$		0.08		%
输出噪声	$V_N$	$f=20Hz\sim 20kHz, A$ 加权, $A_v=23.5dB$		85		$\mu V_{rms}$
信噪比	SNR	$A$ 加权, $A_v=23.5dB, THD+N=1\%$		91		dB
通道隔离度	CS	$f=1kHz, P_o=1W$		-105		dB
效率	$\eta$	$R_L=4\Omega+22\mu H, THD+N=1\%$		80		%
		$R_L=8\Omega+33\mu H, THD+N=1\%$		90		%
输出失调电压	$V_{OS}$			$\pm 6$		mV
系统增益	$A_{V0}$	$R_{IN}=12k\Omega$		23.5		dB
ACF衰减增益	$A_a$		-10		0	dB

$V_{SS}=0V, V_{DD}=6.5V, A_v=23.5dB, T_a=25^\circ C, C_{IN}=1.0\mu F, R_{IN}=12k\Omega, ACF-Off$ 模式, 除非特殊说明.

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输出功率	$P_o$	$R_L=4\Omega$	$f=1kHz,$ $THD+N=1\%$	3.80		W
		$R_L=8\Omega$		2.40		
		$R_L=4\Omega$	$f=1kHz,$ $THD+N=10\%$	4.70		
		$R_L=8\Omega$		2.90		
总谐波失真加噪声	THD+N	$R_L=4\Omega, P_o=1W, f=1kHz$		0.10		%
输出噪声	$V_N$	$f=20Hz\sim 20kHz, A$ 加权, $A_v=23.5dB$		83		$\mu V_{rms}$
信噪比	SNR	$A$ 加权, $A_v=23.5dB, THD+N=1\%$		95		dB
通道隔离度	CS	$f=1kHz, P_o=1W$		-90		dB
效率	$\eta$	$R_L=4\Omega+22\mu H, THD+N=1\%$		81		%
		$R_L=8\Omega+33\mu H, THD+N=1\%$		91		%
输出失调电压	$V_{OS}$			$\pm 7.5$		mV
系统增益	$A_{V0}$	$R_{IN}=12k\Omega$		23.5		dB
ACF衰减增益	$A_a$		-10		0	dB

注6: 以上模拟特性随所选元件和PCB布局而有所变化.

## ● 交流特性 (AC)

$V_{SS}=0V, V_{DD}=2.5$  to  $6.5V, T_a=-30^\circ C\sim 85^\circ C$ , 除非特殊说明.

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
上电启动时间 (或从关断唤醒时间)	t <sub>STUP</sub>			90		ms
ACF 启动时间	t <sub>AT1</sub>	$V_{DD}=3.6V, g=10dB$		72		ms
ACF 释放时间	t <sub>RL1</sub>	$V_{DD}=3.6V, g=10dB$		720		ms
唤醒模式设置时间	t <sub>WK</sub>		35			ms
关断设置时间	t <sub>SD</sub>	$T_a(\text{Min.})=-20^\circ C$	50			ms
		$T_a(\text{Min.})=-30^\circ C$	80			ms
各模式设置时间 (除关断外)	t <sub>MOD</sub>		0.1			ms
载波调制频率	f <sub>PWM</sub>			488		KHz

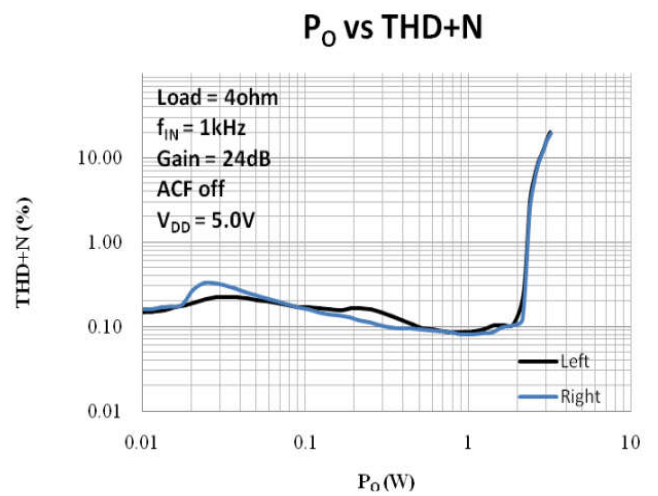
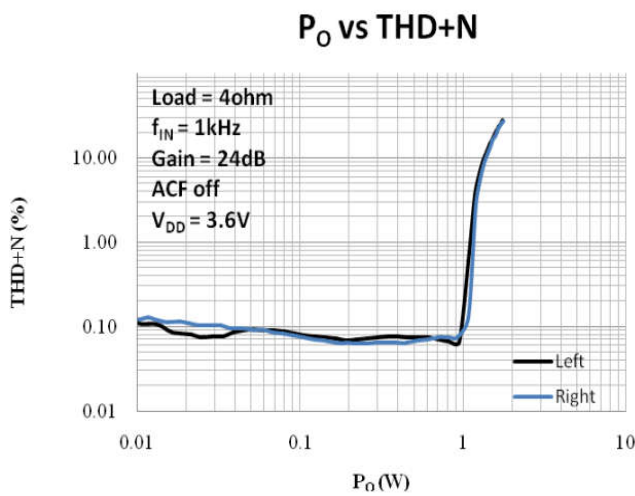
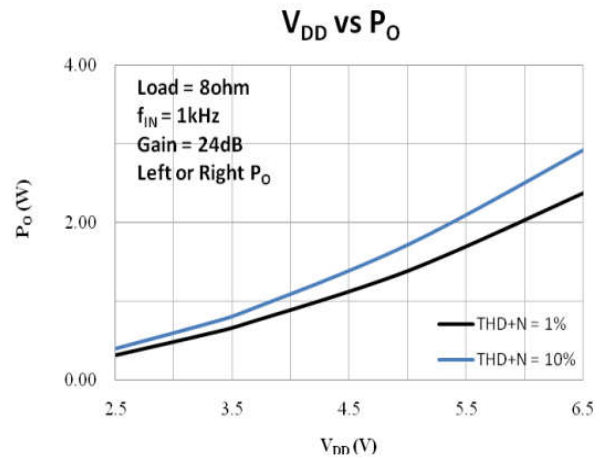
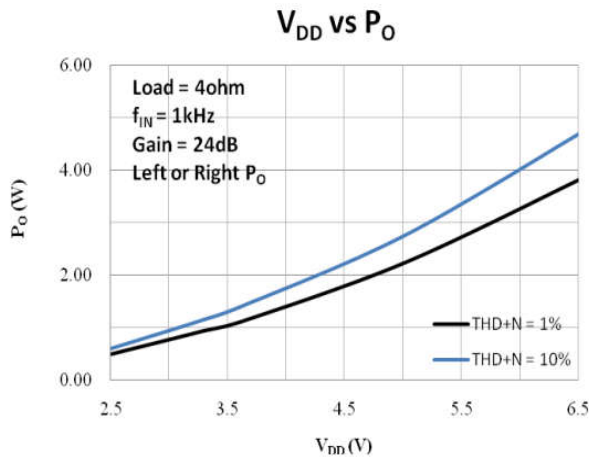
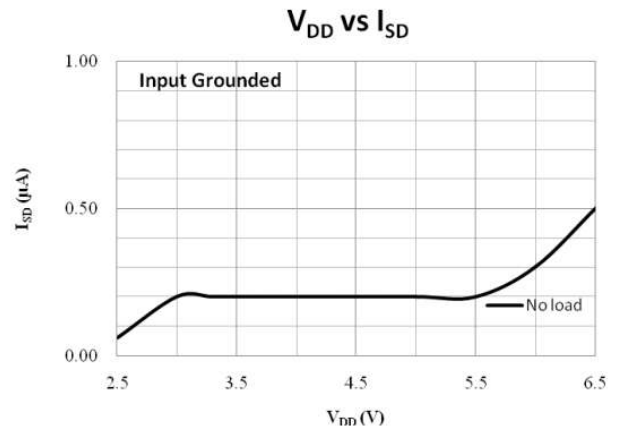
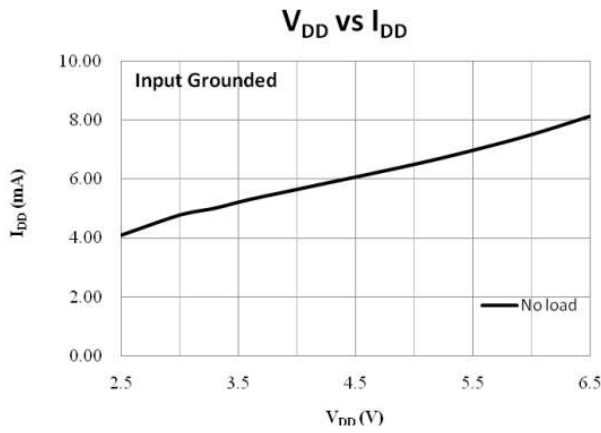


# 深圳市科电科技有限公司

深圳市宝安区福永镇新田大道 10 号江氏大厦 1206A

TEL: 0755-23077644 0755-27805705

## ■ 典型特性曲线



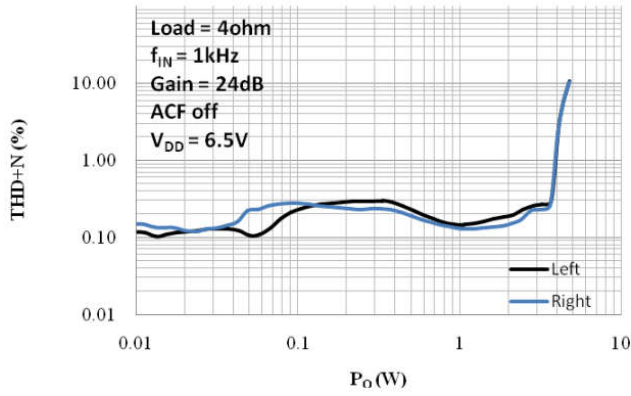


# 深圳市科电科技有限公司

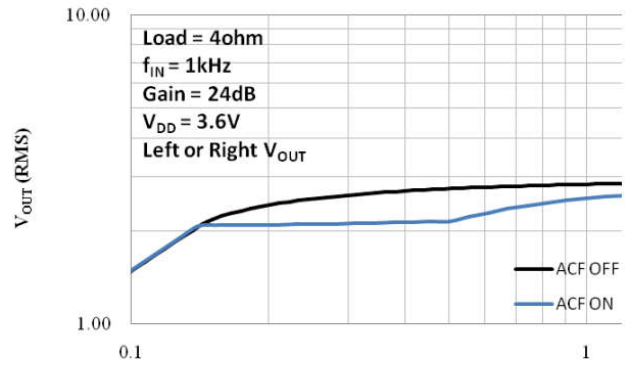
深圳市宝安区福永镇新田大道 10 号江氏大厦 1206A

TEL: 0755-23077644 0755-27805705

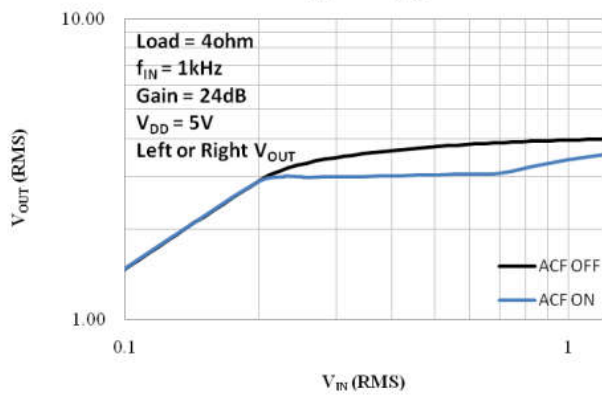
### $P_O$ vs THD+N



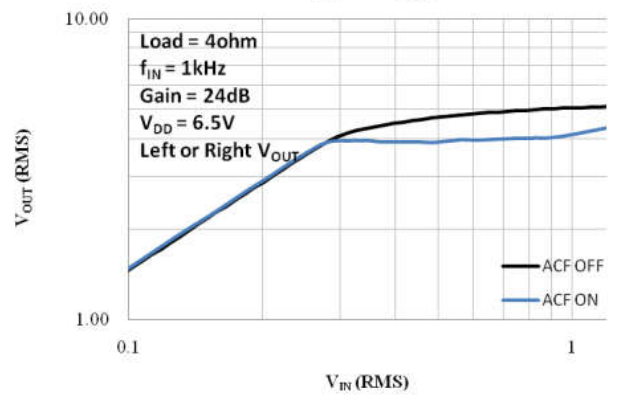
### $V_{IN}$ vs $V_{OUT}$



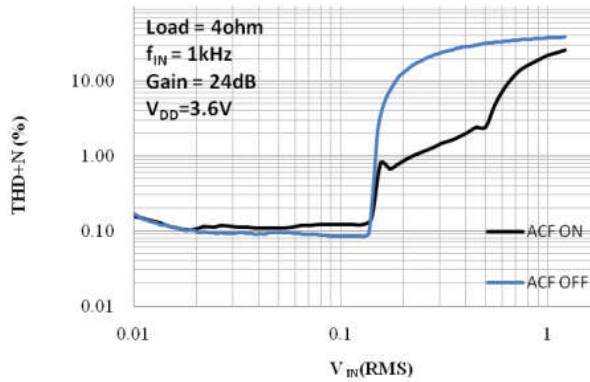
### $V_{IN}$ vs $V_{OUT}$



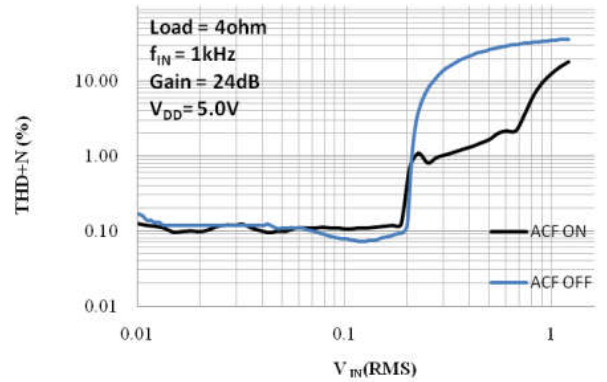
### $V_{IN}$ vs $V_{OUT}$



### $V_{IN}$ vs THD+N



### $V_{IN}$ vs THD+N



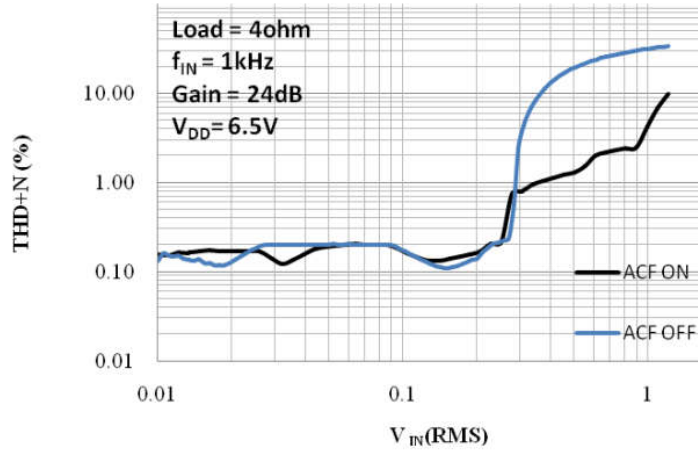


# 深圳市科电科技有限公司

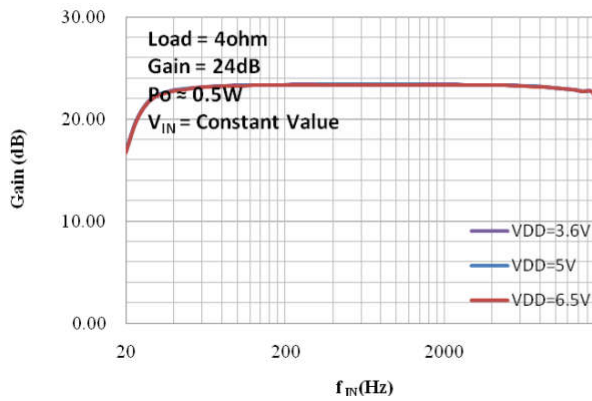
深圳市宝安区福永镇新田大道 10 号江氏大厦 1206A

TEL: 0755-23077644 0755-27805705

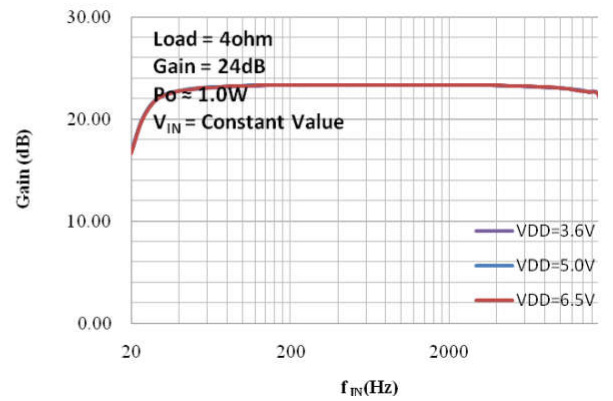
## $V_{IN}$ vs THD+N



## $f_{IN}$ vs Gain



## $f_{IN}$ vs Gain

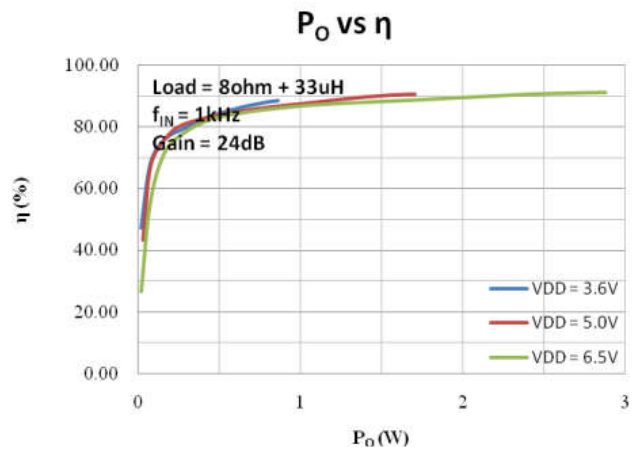
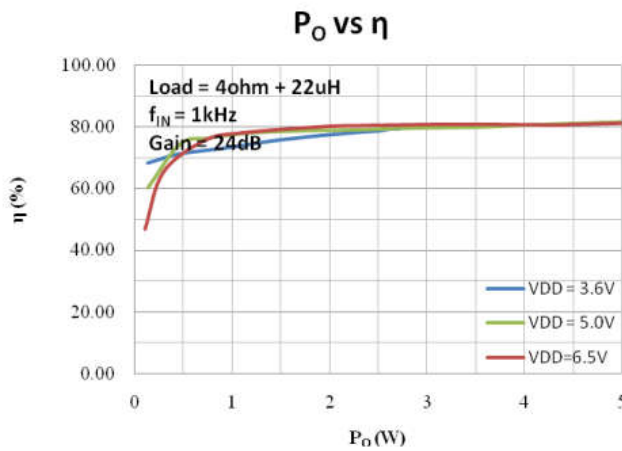
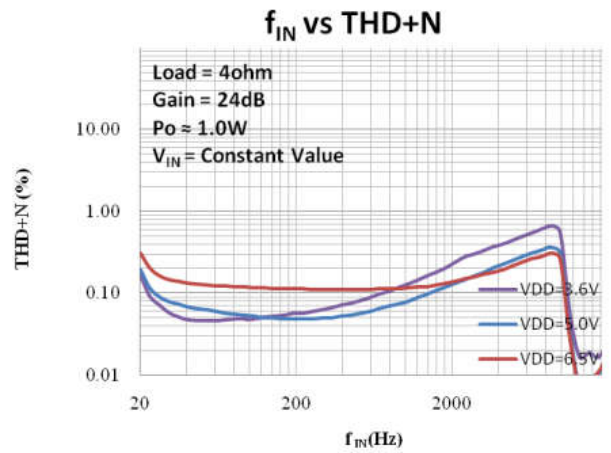
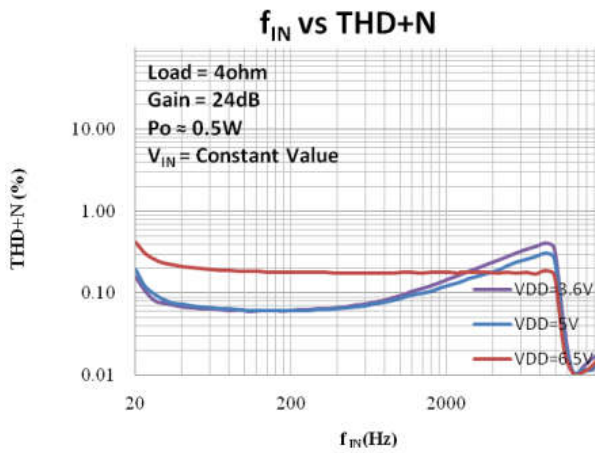




# 深圳市科电科技有限公司

深圳市宝安区福永镇新田大道 10 号江氏大厦 1206A

TEL: 0755-23077644 0755-27805705



## 功能描述及应用信息

### ● 输入配置

HT6828 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  $A_v=200/R_{IN}$ ，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  $A_v$  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  $600\Omega$ 。

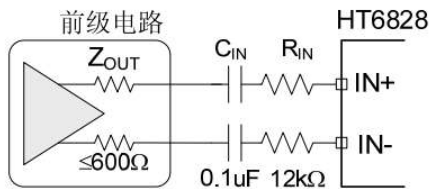
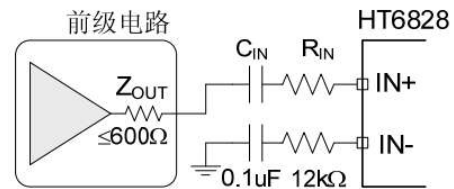


图 1 (1) 差分输入;



(2) 单端输入



## ● CTRL 模式设置

在 CTRL 端输入不同电压值, 能实现 3 种工作模式, 即防削顶模式 (ACF), 防削顶功能关闭模式 (ACF-Off) 和芯片关断模式 (SD), 详见下表。

表 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 模式的设置阈值电压	$V_{MOD1}$	1.20		$V_{DD}$	V
ACF-Off 模式的设置阈值电压	$V_{MOD2}$	0.40	0.80	0.90	V
SD 模式的设置阈值电压	$V_{MOD3}$	$V_{SS}$		0.20	V

应用时, 可通过以下两种方式来设置预置模式:

### (1) 外部微控制器设置方式

通过外部微控制器的逻辑控制端 CTRL 来控制实现 ACF 和 SD 模式, 见下图。根据  $V_{MOD1}$ 、 $V_{MOD2}$  和  $V_{MOD3}$  阈值来设置 CTRL 端电压, 为消除噪声建议采用时间常数不小于 1ms 的 RC 滤波器 (例如  $R_{CTRL}=10K$ ,  $C_{CTRL}=0.1\mu F$ )。

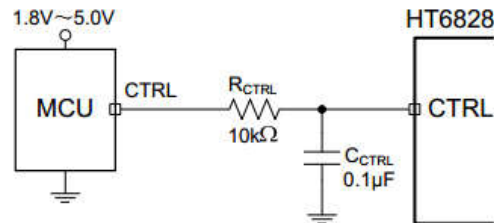


图2 微控制器单端控制CTRL

### (2) 外部开关按钮变换模式

#### (一) 精简应用电路 (ACF)

图 3 是 ACF 和 SD 固定模式应用图, 开关 S1 闭合时处于 ACF-1 模式, 打开后则进入 SD 关断模式。

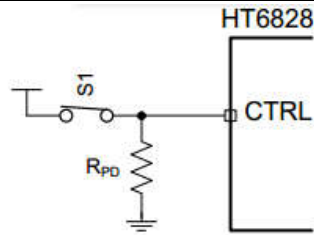


图3 ACF-1 模式实现

若不需 SD 低功耗应用，可去掉开关 S1 和下拉电阻  $R_{PD}$ ，直接将 CTRL 脚接电源 VDD 即可。

## (二) 精简应用电路 (ACF-off)

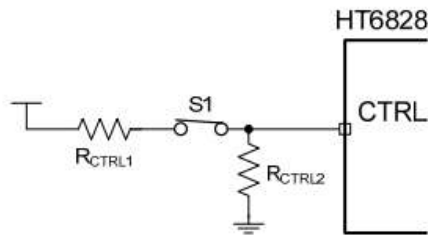


图4 ACF-Off 模式精简电路

表 2 ACF-Off 精简电路电阻取值

电源电压VDD	3.3V~5.5V	6.5V
$R_{CTRL1}$	200k $\Omega$	200k $\Omega$
$R_{CTRL2}$	39k $\Omega$	30k $\Omega$

## ● CTRL模式功能描述

### (一) ACF ON 模式

在 ACF 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，HT6828 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，HT6828 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。



# 深圳市科电科技有限公司

深圳市宝安区福永镇新田大道 10 号江氏大厦 1206A

TEL: 0755-23077644 0755-27805705

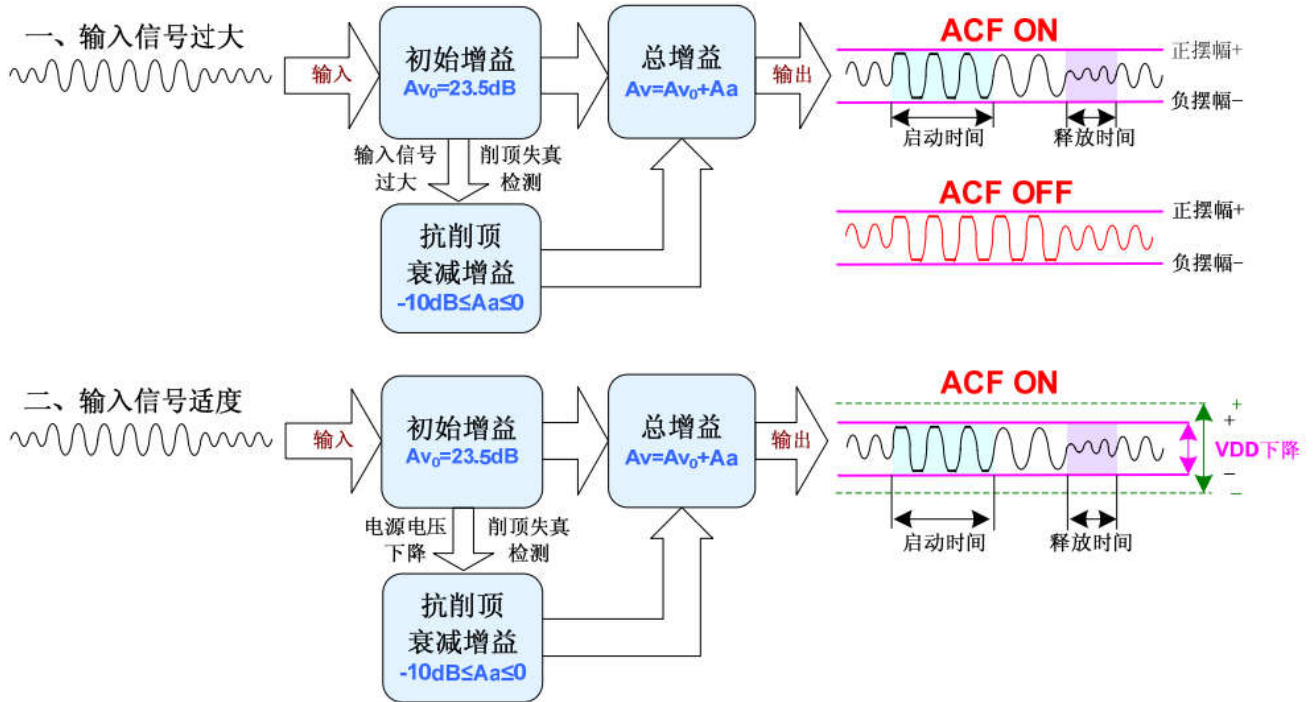


图 5 ACF 工作原理示意图

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。HT6828 的最大衰减增益为 10dB。

ACF 模式启动时间和释放时间（见下表）。

表 3 ACF 模式启动时间和释放时间

模式	启动时间	释放时间
ACF	72ms	720ms

## (二) ACF OFF 模式

在 ACF-Off 模式下，ACF 功能被关闭，HT6828 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  $Av=Av_0=23.5\text{dB}$  恒定不变。HT6828 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

HT6828 内置控制电路实现了独创的杂音抑制效果，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  $0.1\mu\text{F}$  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

HT6828 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，可自动恢复正常工作。

### (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。

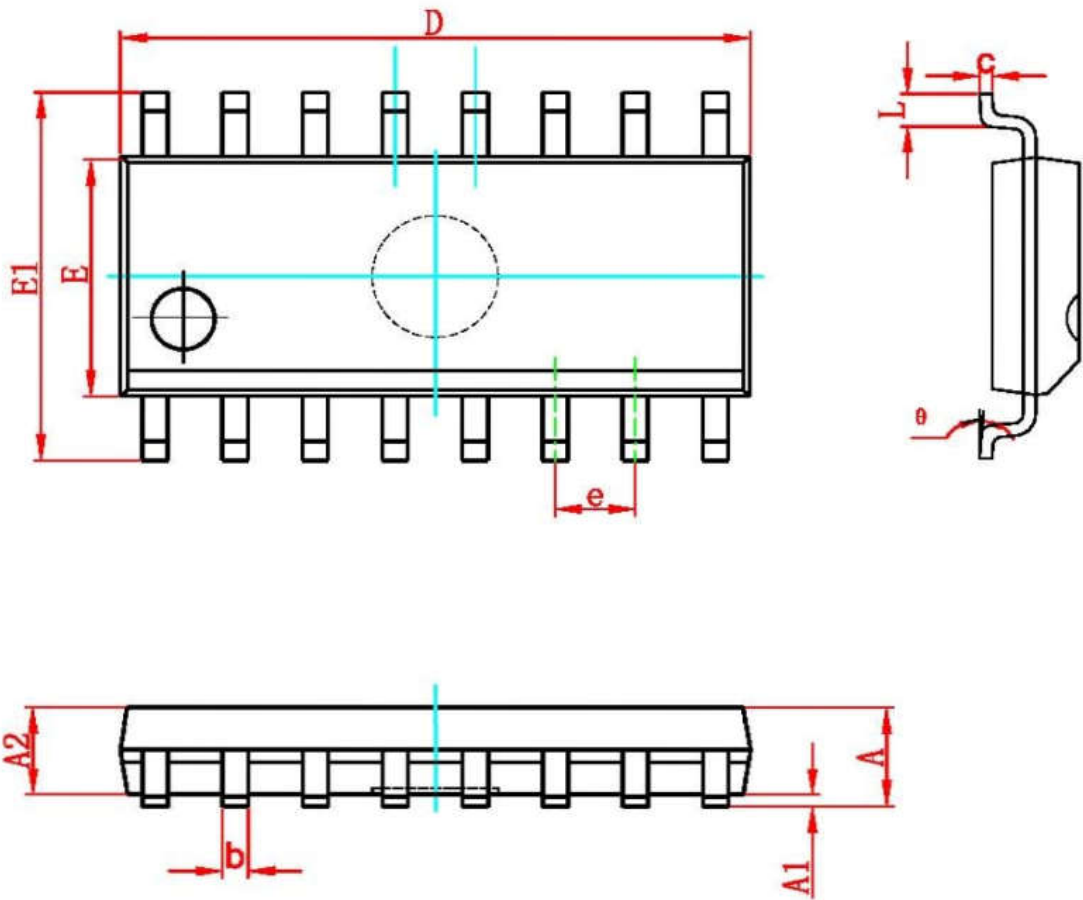
### (3) 欠压保护

当检测到电源端 VDD 低于  $V_{UVLL}$  (1.9V)，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  $V_{UVLH}$  (2.1V)，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

### SOP16 PACKAGE OUTLINE DIMENSIONS



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.100	0.250	0.004	0.010
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.007	0.010
D	9.800	10.200	0.386	0.402
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
e	1.270 (BSC)		0.050 (BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°