



## 10W具有防破音单声道D类音频功放

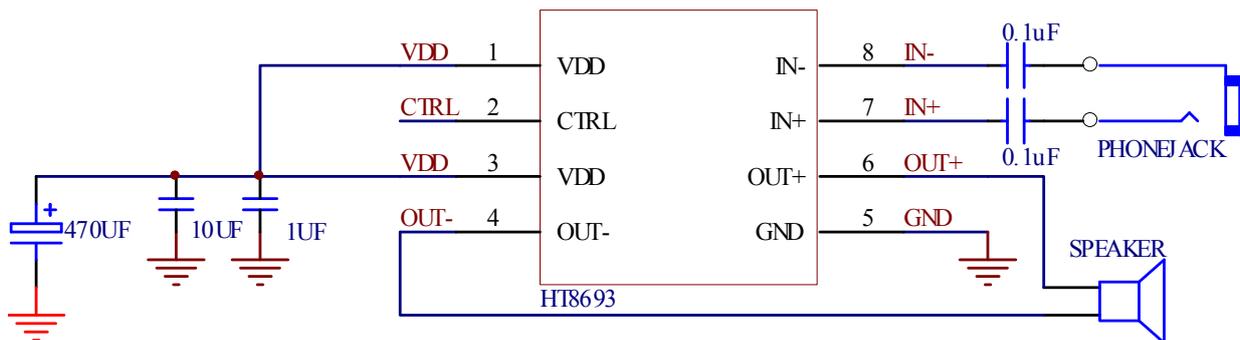
### ■ 特点

- 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 ( $V_{DD}=9V, R_L=4\Omega, THD+N=10\%$ )
  - 3.4W ( $V_{DD}=5V, R_L=4\Omega, THD+N=10\%$ )
  - 7.05W ( $V_{DD}=7.2V, R_L=4\Omega, THD+N=10\%$ )
- 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, 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

### ■ 典型应用图



### ■ 概述

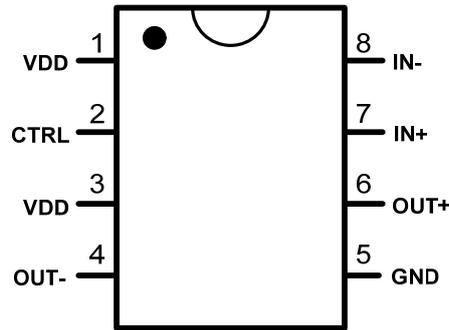
HT8693是一款可支持宽供电电压范围(3V~9V)的D类音频功率放大器, 最大供电电压可达到9V, 在 $V_{DD}=9V$ 、 $THD+N=10\%$ 、 $4\Omega$ 负载下, 能连续输出11W功率。

HT8693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, 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。

## ■ 引脚信息



顶视图

## ■ 引脚定义<sup>\*1</sup>

| SOP8L-PP<br>引脚号 | 引脚<br>名称 | I/O    | 功能            |
|-----------------|----------|--------|---------------|
| 1               | VDD      | Power  | 电源            |
| 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<br>UVWXYZ <sup>*2</sup> | -40℃~85℃<br>(扩展工业级) | 管装<br>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                 | 9.0                     | V  |
| 输入信号电压范围 (IN+, IN-)   | V <sub>IN</sub>  | V <sub>SS</sub> -0.6 | V <sub>DDout</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>DDout</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   |     | 8.5 | 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 |                      | 26  |                      | dB  |
| 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>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

| 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> |
| 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

| 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> |
| 信噪比      | SNR             | A加权, Av=24dB, 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                |

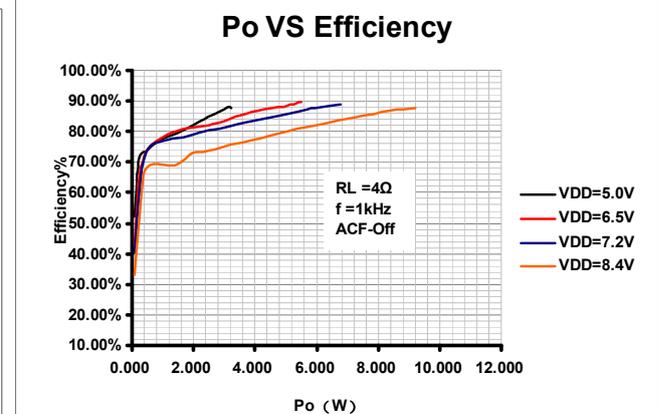
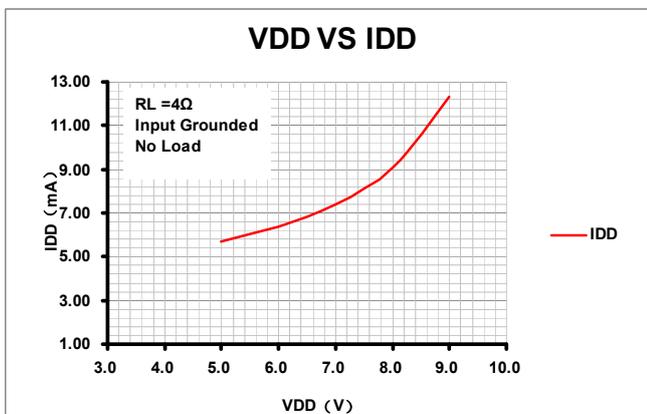
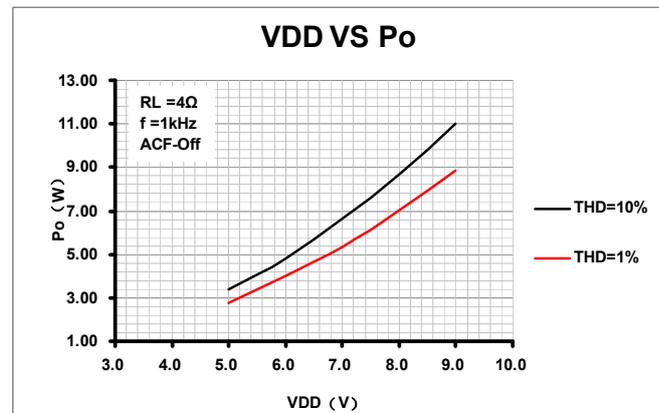
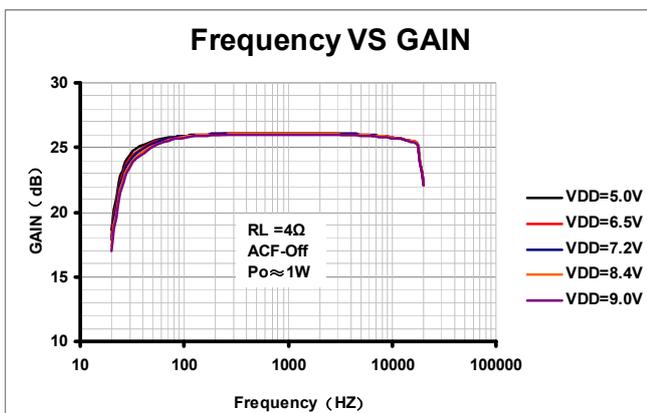
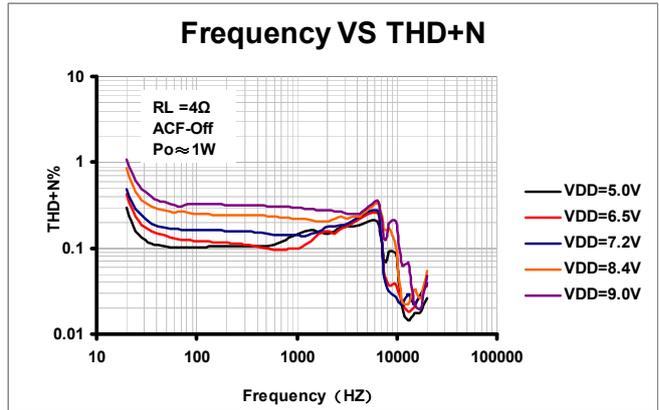
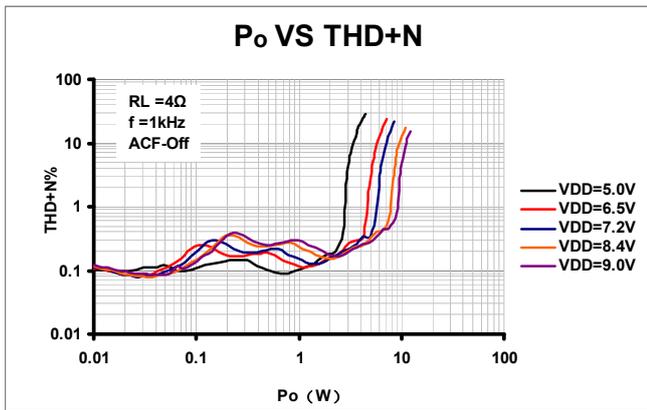
TA=25°C, V<sub>DD</sub>=7.2V~8.4V (双锂电池应用), R<sub>L</sub>=4Ω

| 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> |
| 信噪比      | SNR             | A加权, Av=24dB, 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,<br>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

| 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> |
| 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                |

■ 典型特性曲线



## ■ 功能描述及应用信息

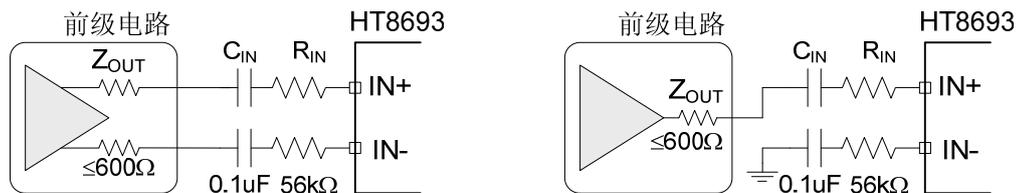
### ● 输入配置

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  $A_v = 1440k/R_{IN}$ ，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  $600\Omega$ 。



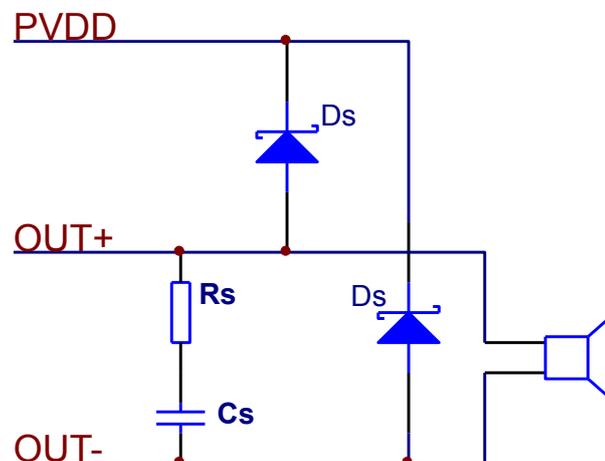
图表 1 (1) 差分输入;

(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  $100\mu F$  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 2 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  $\geq 2A$ ; 正向浪涌峰值电流  $\geq 6A$ ; 正向电压 ( $I_F = 1A$ )  $\leq 0.38V$ 。

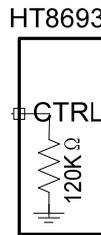
● CTRL 模式设置

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 120Kohm 下拉电阻，如下图所示。

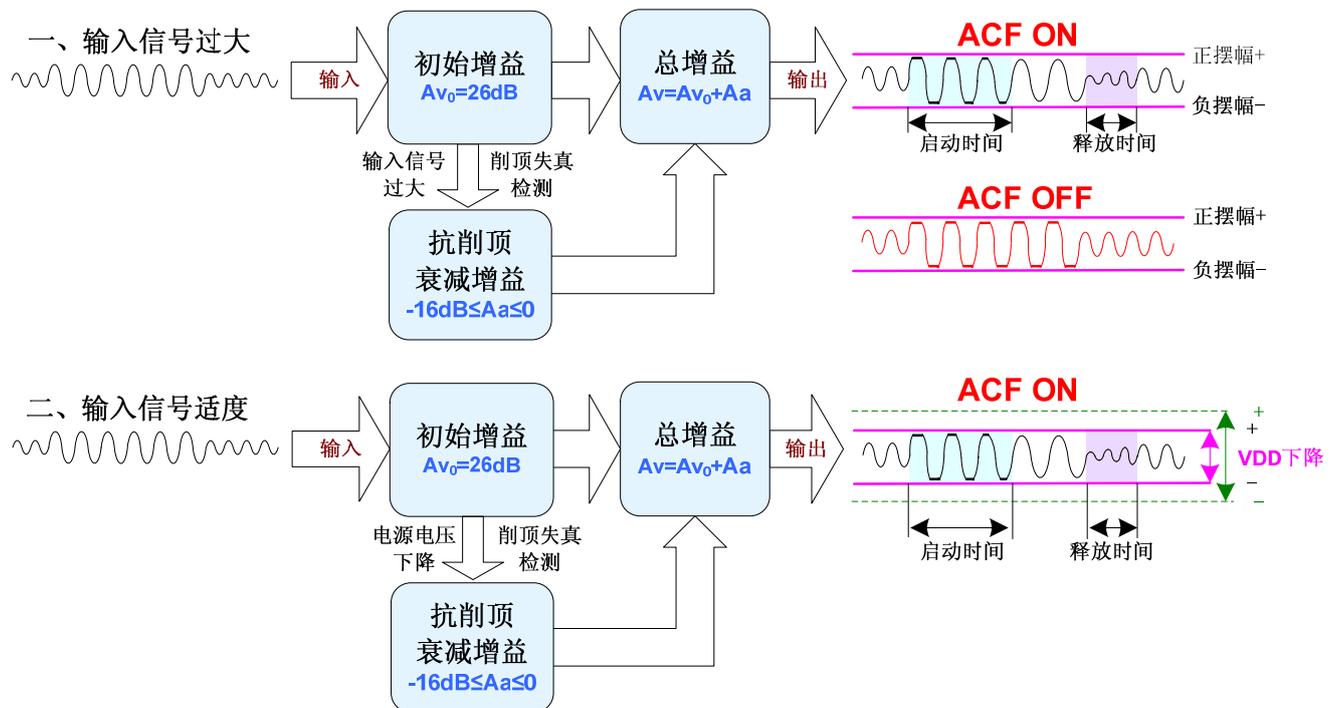


图表 3 CTRL 端内部电阻

● 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     | 5ms  | 1600ms |

## (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，输出端为弱低电平状态（内部通过高阻接地）。

### ● 咔嗒-噼噗声消除

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  $0.1\mu F$  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  $150^{\circ}C$  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  $V_{UVLH}$  ( $2.2V$ )，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

