



# AiP1309

## 内置 Charge Pump 自适应升压的 6.5W AB/D 类单端输入单声道音频功率放大器

### 产品说明书

说明书发行履历:

版本	发行时间	新制/修订内容
2024-12-A0	2024-12	新制
2025-11-A1	2025-11	参数修正



## 目 录

1、概 述.....	1
2、功能框图及引脚说明.....	2
2.1、引脚排列图.....	2
2.2、引脚说明.....	2
3、电特性.....	2
3.1、极限参数.....	2
3.2、推荐使用条件.....	3
3.3、电气特性.....	3
3.3.1、D 类电气特性.....	3
3.3.2、防破音模式 1 电气特性.....	4
3.3.3、防破音模式 2 电气特性.....	4
3.3.4、防破音模式 3 电气特性.....	5
3.3.5、防破音模式 4 电气特性.....	5
3.3.6、AB 类电气特性.....	5
4、典型特性曲线.....	6
5、功能介绍.....	7
5.1、CTRL 管脚控制.....	7
5.2、输入电阻 $R_{IN}$ .....	8
5.3、输入电容 $C_{IN}$ .....	9
5.4、电荷泵飞线电容 $C_f$ .....	9
5.5、电荷泵升压输出电容 $C_{Pout}$ .....	9
5.6、保护电路.....	9
6、典型应用线路与说明.....	10
7、封装尺寸与外形图.....	11
7.1、ESOP8 装尺寸.....	11
8、声明及注意事项.....	12
8.1、产品中有毒有害物质或元素的名称及含量.....	12
8.2、注意.....	12



## 1、概述

AiP1309是一款电容式升压，AB/D类可切换单端输入单声道音频功放，可以为3Ω的负载提供最高6.5W连续输出功率。

AiP1309具有自适应升压功能，在输出幅度较小时功放直接由外接电源供电，当输出幅度较大时内部启动升压电路，输出更大的功率。AiP1309具有四种可选的AGC防破音模式，能有效提高音质，保护扬声器免过载损坏。

无需滤波器的PWM调制结构及内置升压电路，减少了外围器件，降低了应用成本。该电路内置了过流保护，短路保护和过热保护。

其主要特点如下：

- AB类/D类切换功能
- 4种防破音可选
- 自适应升压功能，Charge\_pump可升压至6.6V
- D类输出功率（AGC OFF）：
  - 5.8W@VDD=4.2V，RL=4Ω，THD+N=10%；
  - 6.5W@VDD=4.2V，RL=3Ω，THD+N=10%；
- AB类输出功率：
  - 2.0W@VDD=4.2V，RL=4Ω，THD+N=10%；
  - 2.6W@VDD=4.2V，RL=3Ω，THD+N=10%；
- 工作电压：2.8V~5.5V
- 低失真和低噪声
- 开启、关闭POP-click抑制功能
- 关断电流（<1uA）
- OCP、OTP、UVLO保护功能
- 封装形式：ESOP8

### 应用范围：

- 便携式音箱、蓝牙音箱、AI音箱
- 扩音器
- MP4，导航仪

### 订购信息：

#### 编带：

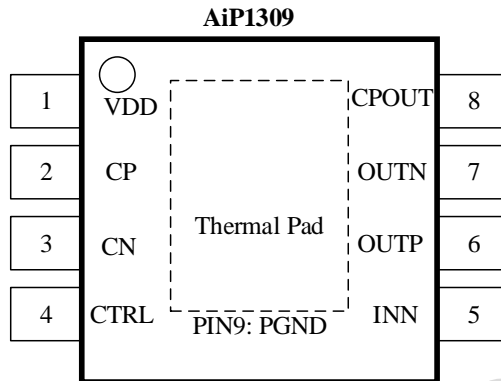
产品料号	封装形式	打印标识	编带盘装数	编带盒装数	备注说明
AiP1309SE8.TR	ESOP8	AiP1309	4000 PCS/盘	8000 PCS/盒	塑封体尺寸： 4.9mm×3.9mm 引脚间距：1.27mm

注：如实物与订购信息不一致，请以实物为准。



## 2、功能框图及引脚说明

## 2.1、引脚排列图



## 2.2、引脚说明

引脚	符号	I/O	功能
1	VDD	P	电源输入端
2	CP	I	飞线电容正端
3	CN	I	飞线电容负端
4	CTRL	I	关断、AB/D 类切换控制端
5	INN	I	音频负输入端
6	OUTP	O	功放正输出端
7	OUTN	O	功放负输出端
8	CPOUT	O	电荷泵升压电源输出端
9(Thermal Pad)	PGND	P	功率地 (底部散热片, 与大地相连)

## 3、电特性

## 3.1、极限参数

除非另有规定,  $T_{amb}=25^{\circ}\text{C}$ 

参数名称	符号	条件	额定值	单位
电源电压	VDD	无信号输入时供电电源	7.5	V
输入电压	VI	—	-0.3~VDD+0.3V	V
热阻 (结-环境)	$\theta_{JA}$	—	45	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
热阻 (结-壳)	$\theta_{JC}$	—	10	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
工作环境温度	$T_{amb}$	—	-40~85	$^{\circ}\text{C}$
贮存温度	$T_{stg}$	—	-65~150	$^{\circ}\text{C}$
焊接温度	$T_L$	10 秒	260	$^{\circ}\text{C}$
静电耐压	ESD	HBM	4000	V



## 3.2、推荐使用条件

参数名称	符号	最小	典型	最大	单位
电源电压	VDD	2.8	3.7	5.5	V
CTRL 高电平 (AB 类模式)	V <sub>IH</sub>	1.2	—	1.6	V
CTRL 高电平 (D 类防破音模式)		1.7	—	2.0	
CTRL 高电平(D 类不防破音模式)		2.2	—	VDD	
CTRL 低电平	V <sub>IL</sub>	0	—	0.35	V

## 3.3、电气特性

## 3.3.1、D 类电气特性

(除非另有规定, Ri=20KΩ, Ci=0.1uF, Gain=22.7dB, R<sub>L</sub>=4Ω, T<sub>amb</sub>=25℃, 防破音关闭)

参数名称	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位	
D 类防破音关闭模式输出功率	P <sub>O</sub>	THD+N=10%, f=1kHz, R <sub>L</sub> =3Ω	VDD=4.2V	—	6.5	—	W
			VDD=3.7V	—	5.9	—	
		THD+N=1%, f=1kHz, R <sub>L</sub> =3Ω	VDD=4.2V	—	5.8	—	
			VDD=3.7V	—	5.5	—	
		THD+N=10%, f=1kHz, R <sub>L</sub> =4Ω	VDD=4.2V	—	5.8	—	
			VDD=3.7V	—	5.0	—	
总谐波失真+噪声	THD+N	VDD=4.2V, P <sub>O</sub> =1W, R <sub>L</sub> =4Ω f=1kHz	VDD=4.2V	—	0.09	—	%
			VDD=3.7V, P <sub>O</sub> =1W, R <sub>L</sub> =4Ω	—	0.1	—	
D 类破音关闭增益	G <sub>V</sub>	—	Ri=20KΩ	—	22.7	—	dB
电源纹波抑制比	PSRR	VDD=4.2V ±200mV <sub>p-p</sub>	f=217Hz	—	-72	—	dB
信噪比	SNR	VDD=4.2V, V <sub>rms</sub> =1V, G <sub>V</sub> =22.4dB	f=1kHz	—	-88	—	dB
残余噪声	V <sub>n</sub>	VDD=4.2V, Input floating with C <sub>IN</sub> =0.1μF	A-weighting	—	119	—	μV <sub>rms</sub>
			No A-weighting	—	151	—	
动态范围	Dyn	VDD=4.2V, THD=1%	f=1kHz	—	-100	—	dB
静态电流	I <sub>Q</sub>	VDD=4.2V	No Load	—	4.4	—	mA
		VDD=2.8V		—	3.6	—	
效率	η	VDD=4.2V, R <sub>L</sub> =4Ω, P <sub>O</sub> =2W	f=1kHz	—	77	—	%
		VDD=3.7V, R <sub>L</sub> =4Ω, P <sub>O</sub> =1W	f=1kHz	—	78	—	
源漏导通电阻	r <sub>DS(on)</sub>	VDD=5V, I <sub>O</sub> =500mA	N+P	—	450	—	mΩ
电荷泵调制频率	F <sub>osc</sub>	VDD=2.8V~5.0V	—	—	1200	—	kHz
D 类调制频率		VDD=2.8V~5.0V	—	—	600	—	
内置输入电阻	R <sub>in</sub>	D 类模式	—	—	20	—	kΩ
内置反馈电阻	R <sub>f</sub>	D 类模式	—	—	560	—	kΩ
关断电流	I <sub>SD</sub>	VDD=5V, V <sub>IN</sub> =0V	—	—	0.4	1	μA



失调电压	V <sub>os</sub>	VDD=5V, V <sub>IN</sub> =0V	—	—	10	30	mV
启动时间	T <sub>st</sub>	—	VDD=4.2V	—	110	—	ms
—	OTP	No Load, Junction Temperature	VDD=5.0V	—	165	—	°C
—	OTH			—	30	—	

### 3.3.2、防破音模式 1 电气特性

(除非另有规定, Ri=20KΩ, Ci=0.1uF, R<sub>L</sub>=4Ω, f=1kHz, T<sub>amb</sub>=25°C, 防破音模式 1)

参数名称	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
防破音模式 1 输出功率	P <sub>O</sub>	VDD=4.2V, V <sub>in</sub> =0.45V <sub>p</sub> , R <sub>L</sub> =4Ω, AGC MODE1	—	4.7	—	W
		VDD=3.7V, V <sub>in</sub> =0.45V <sub>p</sub> , R <sub>L</sub> =4Ω, AGC MODE1	—	4	—	
总谐波失真+噪声	THD+N	VDD=4.2V, V <sub>in</sub> =0.45V <sub>p</sub> , R <sub>L</sub> =4Ω, AGC MODE1	—	0.5	—	%
		VDD=3.7V, V <sub>in</sub> =0.45V <sub>p</sub> , R <sub>L</sub> =4Ω, AGC MODE1	—	0.35	—	
防破音启动时间	T <sub>at</sub>	—	—	35	—	ms
防破音释放时间	T <sub>rl</sub>	—	—	60	—	ms

### 3.3.3、防破音模式 2 电气特性

(除非另有规定, Ri=20KΩ, Ci=0.1uF, R<sub>L</sub>=4Ω, f=1kHz, T<sub>amb</sub>=25°C, 防破音模式 2)

参数名称	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
防破音模式 2 输出功率	P <sub>O</sub>	VDD=4.2V, V <sub>in</sub> =0.45V <sub>p</sub> , R <sub>L</sub> =4Ω, AGC MODE2	—	4.7	—	W
		VDD=3.7V, V <sub>in</sub> =0.45V <sub>p</sub> , R <sub>L</sub> =4Ω, AGC MODE2	—	4.05	—	
总谐波失真+噪声	THD+N	VDD=4.2V, V <sub>in</sub> =0.45V <sub>p</sub> , R <sub>L</sub> =4Ω, AGC MODE2	—	0.42	—	%
		VDD=3.7V, V <sub>in</sub> =0.45V <sub>p</sub> , R <sub>L</sub> =4Ω, AGC MODE2	—	0.3	—	
防破音启动时间	T <sub>at</sub>	—	—	35	—	ms
防破音释放时间	T <sub>rl</sub>	—	—	220	—	ms

**3.3.4、防破音模式 3 电气特性**(除非另有规定,  $R_i=20K\Omega$ ,  $C_i=0.1\mu F$ ,  $R_L=4\Omega$ ,  $f=1kHz$ ,  $T_{amb}=25^\circ C$ , 防破音模式 3)

参数名称	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
防破音模式 3 输出功率	$P_o$	VDD=4.2V, $V_{in}=0.45V_p$ , $R_L=4\Omega$ , AGC MODE3	—	4.75	—	W
		VDD=3.7V, $V_{in}=0.45V_p$ , $R_L=4\Omega$ , AGC MODE3	—	4.1	—	
总谐波失真+ 噪声	THD+N	VDD=4.2V, $V_{in}=0.45V_p$ , $R_L=4\Omega$ , AGC MODE3	—	0.65	—	%
		VDD=3.7V, $V_{in}=0.45V_p$ , $R_L=4\Omega$ , AGC MODE3	—	0.37	—	
防破音启动时间	$T_{at}$	—	—	35	—	ms
防破音释放时间	$T_{rl}$	—	—	110	—	ms

**3.3.5、防破音模式 4 电气特性**(除非另有规定,  $R_i=20K\Omega$ ,  $C_i=0.1\mu F$ ,  $R_L=4\Omega$ ,  $f=1kHz$ ,  $T_{amb}=25^\circ C$ , 防破音模式 4)

参数名称	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
防破音模式 4 输出功率	$P_o$	VDD=4.2V, $V_{in}=0.45V_p$ , $R_L=4\Omega$ , AGC MODE4	—	4.6	—	W
		VDD=3.7V, $V_{in}=0.45V_p$ , $R_L=4\Omega$ , AGC MODE4	—	4.0	—	
总谐波失真+ 噪声	THD+N	VDD=4.2V, $V_{in}=0.45V_p$ , $R_L=4\Omega$ , AGC MODE4	—	0.6	—	%
		VDD=3.7V, $V_{in}=0.45V_p$ , $R_L=4\Omega$ , AGC MODE4	—	0.26	—	
防破音启动时间	$T_{at}$	—	—	3	—	ms
防破音释放时间	$T_{rl}$	—	—	650	—	ms

**3.3.6、AB 类电气特性**(除非另有规定,  $R_i=20K\Omega$ ,  $C_i=0.1\mu F$ ,  $Gain=18.9dB$ ,  $R_L=4\Omega$ ,  $T_{amb}=25^\circ C$ , 防破音关闭)

参数名称	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位	
AB 类模式输出 功率	$P_o$	THD+N=10%, $f=1kHz$ , $R_L=3\Omega$	VDD=4.2V	—	2.6	—	W
			VDD=3.7V	—	2.0	—	
		THD+N=1%, $f=1kHz$ , $R_L=3\Omega$	VDD=4.2V	—	2.1	—	
			VDD=3.7V	—	1.6	—	
		THD+N=10%, $f=1kHz$ , $R_L=4\Omega$	VDD=5.0V	—	2.85	—	
			VDD=4.2V	—	2.0	—	
			VDD=3.7V	—	1.5	—	
		THD+N=1%, $f=1kHz$ , $R_L=4\Omega$	VDD=5.0V	—	2.3	—	
VDD=4.2V	—		1.5	—			
总谐波失真+ 噪声	THD+N	VDD=5.0V, $P_o=1W$ , $R_L=4\Omega$	$f=1kHz$	—	0.3	—	%
		VDD=3.7V, $P_o=1W$ , $R_L=4\Omega$		—	0.27	—	



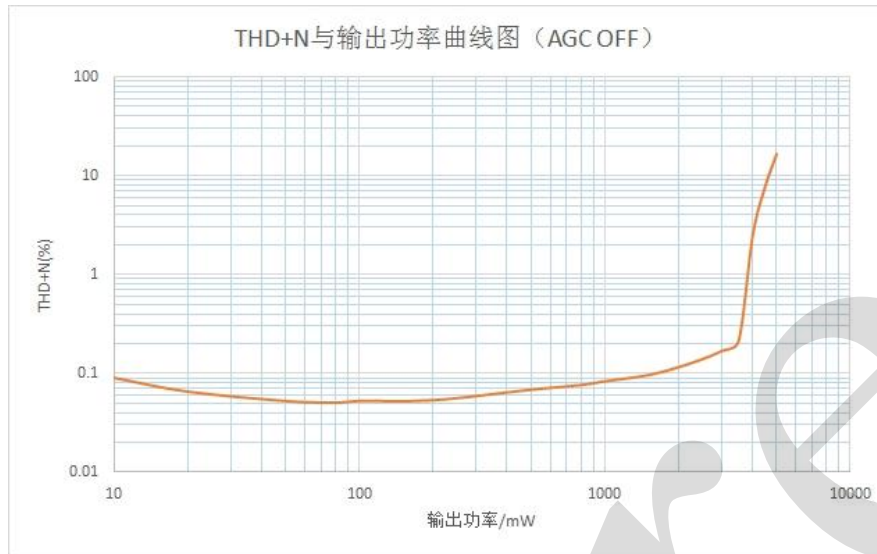
表 835-11-B5

AB 类模式增益	$G_V$	—	$R_i=20K\Omega$	—	18.9	—	dB
电源纹波抑制比	PSRR	$V_{DD}=5V \pm 200mV_{p-p}$	$f=217Hz$	—	-70	—	dB
信噪比	SNR	$V_{DD}=5V, V_{rms}=1V, G_V=18.9dB$	$f=1kHz$	—	-89	—	dB
残余噪声	$V_n$	$V_{DD}=5.0V, \text{Input floating with } C_{IN}=0.1\mu F$	A-weighting	—	78	—	$\mu V_{rms}$
			No A-weighting	—	113	—	
动态范围	Dyn	$V_{DD}=5.0V, THD=1\%$	$f=1kHz$	—	-85	—	dB
静态电流	$I_Q$	$V_{DD}=5.0V$	No Load	—	7	—	mA
		$V_{DD}=3.0V$		—	5.5	—	
内置输入电阻	$R_{in}$	AB 类模式	—	—	20	—	$k\Omega$
内置反馈电阻	$R_f$	AB 类模式	—	—	373	—	$k\Omega$
关断电流	$I_{SD}$	$V_{DD}=5V, V_{IN}=0V$	—	—	0.1	—	$\mu A$
失调电压	$V_{os}$	$V_{DD}=5V, V_{IN}=0V$	—	—	10	—	mV
启动时间	$T_{st}$	—	$V_{DD}=5.0V$	—	110	—	ms
—	OTP	No Load, Junction Temperature	$V_{DD}=5.0V$	—	165	—	$^{\circ}C$
—	OTH		$V_{DD}=5.0V$	—	30	—	

#### 4、典型特性曲线

(D 类模式,  $V_{DD}=4.2V, \text{Gain}=22.7dB, C_i=0.1\mu F, R_L=4\Omega, T_{amb}=25^{\circ}C$ , 除非特殊说明)





## 5、功能介绍

### 5.1、CTRL 管脚控制

#### ■ 电平控制

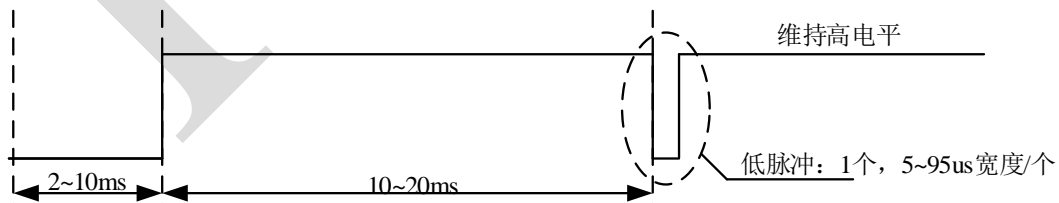
设置 CTRL 管脚的输入电压值，AiP1309 可处于不同的工作模式，如下表所示：

CTRL 状态	功放工作状态
<0.35V	芯片关断
1.2V~1.6V	AB 类模式
1.7V~2.0V	D 类防破音模式
>2.2V	D 类不防破音模式

此外，CTRL 还具备一线脉冲切换 AB 类、D 类工作模式以及切换 4 种 AGC 防破音的功能。当主控 IO 控制端口比较少时，可用一线脉冲切换的方式实现 AB/D 等工作模式的切换。

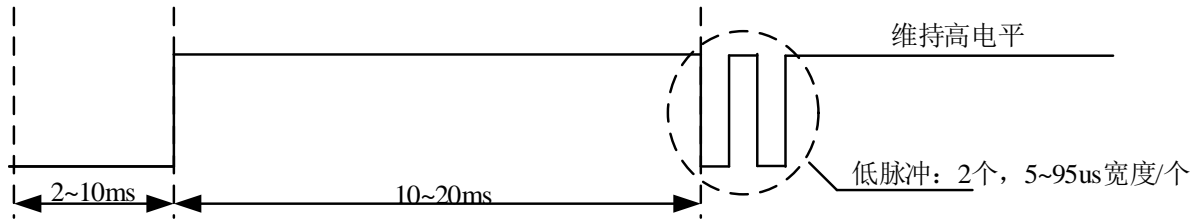
#### ■ 一线脉冲控制

(1) 切换到 D 类防破音模式 1 的波形

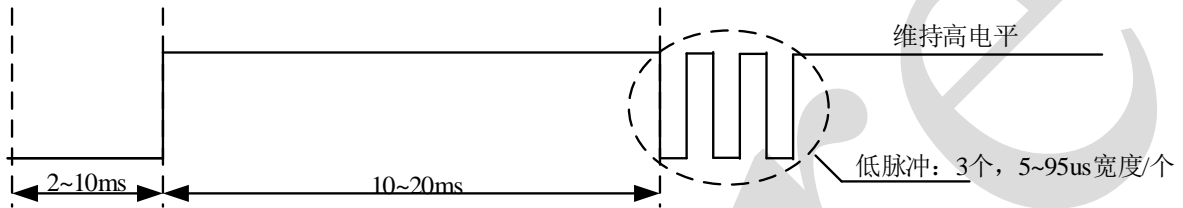




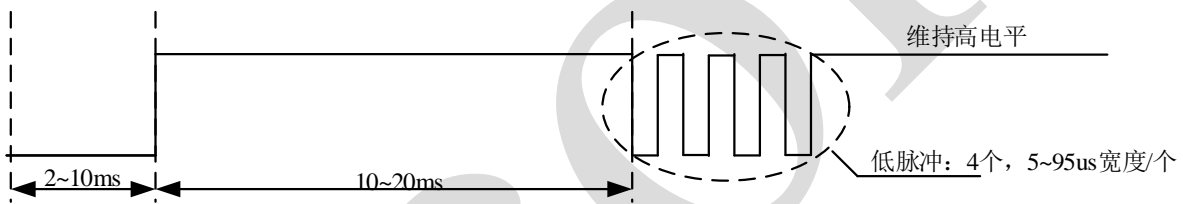
(2) 切换到 D 类防破音模式 2 的波形



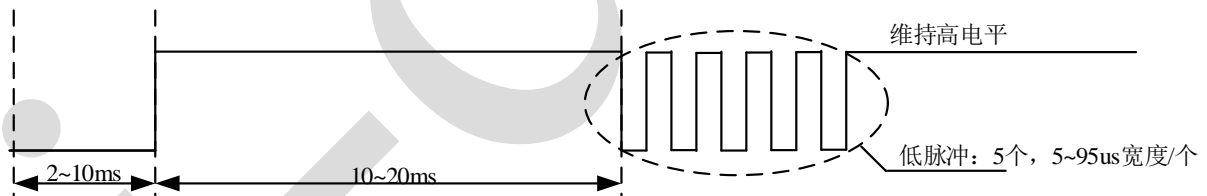
(3) 切换到 D 类防破音模式 3 的波形



(4) 切换到 D 类防破音模式 4 的波形



(5) 切换到 AB 类防破音关闭的波形



## 5.2、输入电阻 R<sub>IN</sub>

AiP1309 的输入端为单端输入放大器结构。AiP1309 内部集成 20KΩ 输入电阻、560KΩ 反馈电阻，因此 AiP1309 是固定的 28 倍（29dB）增益，也可以通过改变外置输入电阻对放大倍数进行小于 28 倍增益调节，公式如下，

$$A_v = \frac{560K\Omega}{R_{IN} + 20K\Omega}$$

其中 R<sub>IN</sub> 为外部调节的输入电阻。

两个输入电阻之间良好的匹配有助于提升芯片 PSRR，CMRR 和 THD 等性能。因此要求使用精度为 1% 的输入电阻。



### 5.3、输入电容 CIN

输入电容和输入电阻构成高通滤波器，截止频率为：

$$f_c = \frac{1}{2\pi \times (R_{IN} + 20K\Omega) \times C_{IN}}$$

应用中增益确定后选择电容，大的输入电容 CIN 产生更低频的截止频率，有利于低频声音的重现，但是过大的输入电容可能引入 pop 声、较大低频噪声；根据需求合理选择输入电容。推荐使用容差 10% 或者更好的电容。

### 5.4、电荷泵飞线电容 Cf

飞线电容用于在电源和电荷泵之间传递能量，飞线电容容值及电容的 ESR 直接影响电荷泵的负载调整率和输出驱动能力。飞线电容越大，负载调整能力越强，功放的输出功率越大。推荐使用 16V 以上 4.7uF，低 ESR 的 X7R、X5R 陶瓷电容。

### 5.5、电荷泵升压输出电容 CPout

电荷泵升压输出电容 CPout 的容值和 ESR 会直接影响电荷泵输出电压的纹波大小，从而影响功放的整体性能。推荐使用耐压 10V 以上，470uF 低 ESR 的电解电容。

### 5.6、保护电路

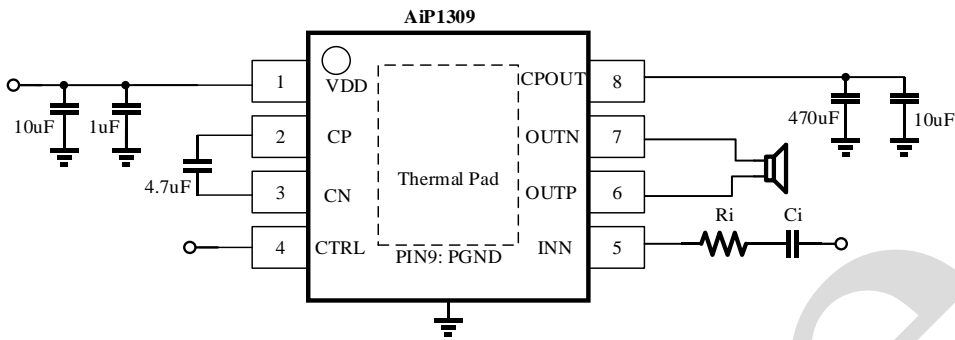
当芯片温度过高时，芯片会被关断，温度下降后，AiP1309 继续正常工作。

当芯片输出与电源、地或者输出相互短路时，芯片会被关断，排除短路故障后芯片 AiP1309 能自动恢复正常工作状态。

当电源电压过低时，芯片同样会被关断，电源电压恢复后，芯片会再次启动。



## 6、典型应用线路与说明



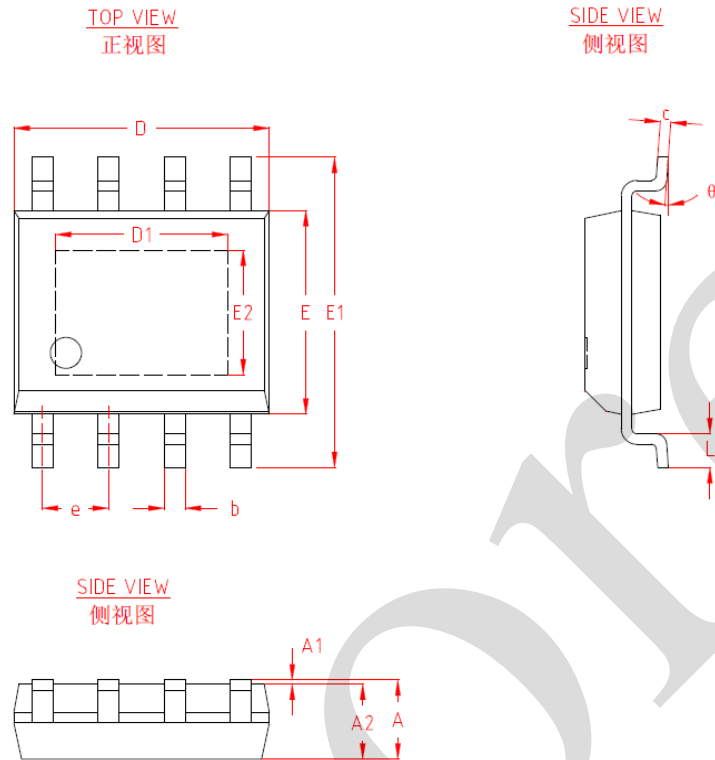
### 说明:

- (1) 飞线电容靠近引脚摆放，推荐用 4.7uF，耐压 10V 以上。
- (2) CPOUT 电容 10uF 靠近引脚摆放，电解电容推荐用 470uF，耐压 16V 以上。
- (3) CTRL 控制管脚的电压在 1.7V~2.0V 时，在不输入一线脉冲控制的情况下，功放上电默认在防破音模式 1 的状态。CTRL 管脚内部有一个 930KΩ 到地电阻。



7、封装尺寸与外形图

7.1、ESOP8 装尺寸



2023/12/A	Dimensions In Millimeters	
Symbol	Min	Max
A	1.42	1.70
A1	0.02	0.13
A2	1.30	—
b	0.31	0.51
c	0.19	0.25
D	4.70	5.10
D1	3.20	3.40
E	3.80	4.02
E1	5.80	6.25
E2	2.30	2.50
e	1.27	
L	0.40	0.90
$\theta$	0°	8°



## 8、声明及注意事项

### 8.1、产品中有毒有害物质或元素的名称及含量

部件名称	有毒有害物质或元素									
	铅 (Pb)	汞 (Hg)	镉 (Cd)	六价铬 (Cr (VI))	多溴联苯 (PBBs)	多溴联苯醚 (PBD Es)	邻苯二甲酸丁酯 (DBP)	邻苯二甲酸丁苯酯 (BBP)	邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 (DEHP)	邻苯二甲酸二异丁酯 (DIBP)
引线框	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
塑封树脂	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
芯片	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
内引线	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
装片胶	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
说明	○: 表示该有毒有害物质或元素的含量在 SJ/T11363-2006 标准的检出限以下。 ×: 表示该有毒有害物质或元素的含量超出 SJ/T11363-2006 标准的限量要求。									

### 8.2、注意

在使用本产品之前建议仔细阅读本资料；

本资料仅供参考，本公司不作任何明示或暗示的保证，包括但不限于适用性、特殊应用或不侵犯第三方权利等。

本产品不适用于生命救援、生命维持或安全等关键设备，也不适用于因产品故障或失效可能导致人身伤害、死亡或严重财产或环境损害的应用。客户若针对此类应用应自行承担风险，本公司不负任何赔偿责任。

客户负责对使用本公司的应用进行所有必要的测试，以避免在应用或客户的第三方客户的应用中出现故障。本公司不承担这方面的任何责任。

本公司保留随时对本资料所发布信息进行更改或改进的权利，本资料中的信息如有变化，恕不另行通知，建议采购前咨询我司销售人员。

请从本公司的正规渠道获取资料，如果由本公司以外的来源提供，则本公司不对其内容负责。