

## HM8863 4.9W 无电感式升压、F类、音频功率放大器

### ■ 概述

HM8863 是一款 4.9W 内置自动升压 F 类音频功率放大芯片，具有 AGC 防破音功能、AB/D 类模式切换、自适应、超低底噪、超低 EMI。自适应升压在输出幅度较小时升压电路不工作，功放直接由电源供电，当输出较大时内部自动启动升压电路，功放供电电压为升压电压，达到更大的输出功率。<A, \*, ' 有四种 AGC 模式可选择，能满足各种不同的需求，并且保护扬声器避免过载而损坏。芯片具有 AB/D 类切换功能，AB 类时可减少功放对 FM 干扰。全差分结构有效的提高功放对 RF 噪声抑制。Charge Pump 升压方式，无需外部电感、肖特基二极管、达到尽可能减少外围元件，节省成本的目的。

### ■ 应用

- 蓝牙音箱、智能音箱
- 导航仪、便携游戏机
- 拉杆音箱、DVD、扩音器、MP3、MP4
- 智能家居等各类音频产品

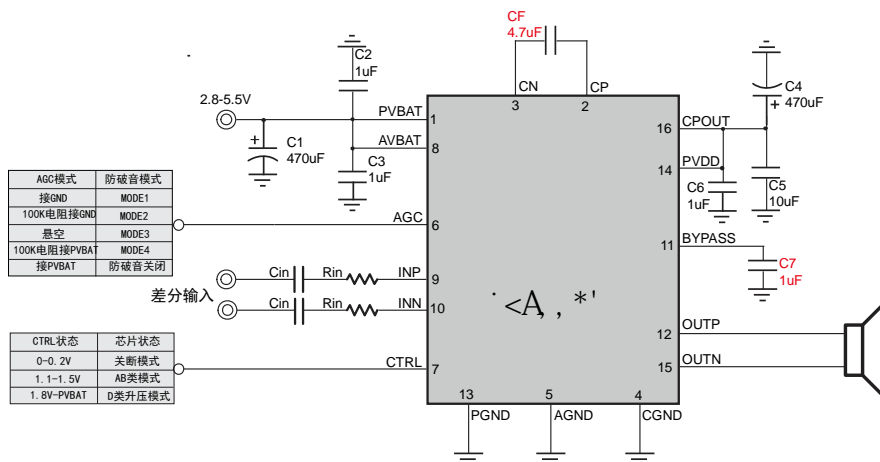
### ■ 特性

- 输入电压范围 2.8V-5.5V
- 四种自动增益控制 (AGC)
- 内置自适应 Charge Pump 升压，可将电压自动升压至 6.2V
- 无需滤波器 D 类放大器、低静态电流和低 EMI
- 优异的爆破声抑制电路
- 超低底噪、超低失真
- 10% THD+N, VBAT=4.2V, 4Ω+33UH 负载下提供高达 4.9W 的输出功率
- 1% THD+N, VBAT=4.2V, 4Ω+33UH 负载下提供高达 4.1W 的输出功率
- 短路保护、欠压保护、过温保护
- 关断电流 < 1ua

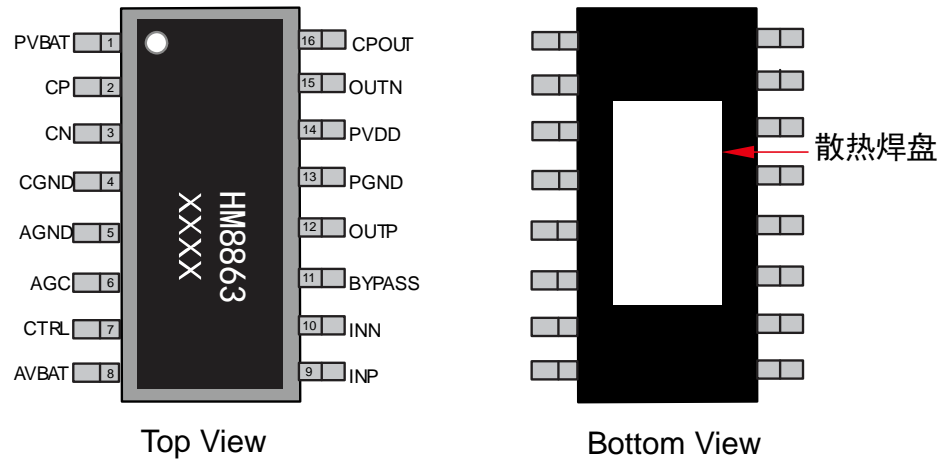
### ■ 封装

芯片型号	封装类型	封装尺寸
<A, *, '	Esop-16	10mm*6mm

### ■ 典型应用图



## ■ 管脚说明及定义



管脚编号	管脚名称	I/O	功能说明
1	PVBAT	P	电源正端，连接外部电源
2	CP	I	Flying电容正端
3	CN	I	Flying电容正端
4	CGND	GND	Charge Pump地
5	AGND	GND	模拟地
6	AGC	I	防破音控制管脚
7	CTRL	I	芯片开启、关断控制管脚。同时控制AB/D类模式。
8	AVBAT	P	模拟电源正端
9	INP	I	音频输入信号正端
10	INN	I	音频输入信号负端
11	BYPASS	I	内部参考电平, 接电容下地
12	OUTP	O	音频输出正端
13	PGND	GND	功率地
14	PVDD	P	功率电源正端，接CPOUT
15	OUTN	O	音频输出负端
16	CPOUT	P	Chargr Pump升压输出端

## ■ 最大极限值

参数名称	符号	数值	单位
供电电压	$P_{VBAT}$	5.5V	V
存储温度	$T_{STG}$	-50℃~180℃	℃
结温度	$T_J$	-30~150℃	℃

## ■ 推荐工作范围

参数名称	符号	数值	单位
供电电压	$P_{VBAT}$	3-5	V
存储温度	$T_{STG}$	-40℃-170	℃
结温度	$T_J$	-30-140	℃

## ■ ESD 信息

参数名称	符号	数值	单位
人体静电	HBM	±2000	V
机器模型静电	CDM	±300	℃

## ■ 基本电气特性

PVBAT=4.2V,  $T_A=25^{\circ}\text{C}$  的条件下:

描述	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
静态电流	$I_{DD}$	$P_{VBAT}=4.2\text{V}$ , D类	-	4	-	mA
		$P_{VBAT}=4.2\text{V}$ , AB类		10		mA
关断电流	$I_{SHDN}$	$P_{VBAT}=2.8\text{V to } 5.5\text{V}$	-	-	1	uA
D类频率	$F_{SW}$	$P_{VBAT}=2.8\text{V to } 5.5\text{V}$		450		kHz
输出失调电压	$V_{os}$	$V_{IN}=0\text{V}$		10		mV
启动时间	$T_{start}$			80		MS
系统增益	$A_V$	$R_{IN}=12\text{k}$		25		DB
		$R_{IN}=36\text{k}$		20		
		$R_{IN}=80\text{k}$		15		
电源关闭电压	$PVBAT_{sd}$			2.5		V
电源开启电压	$PVBAT_{open}$			2.1		V
CTRL关断电压	$VSD_{sd}$			<0.8		V
CTRL开启电压	$VSD_{open}$			>1		V
过温保护	$O_{TP}$			180		℃
静态导通电阻	$R_{DS(on)}$	$I_{DS}=0.5\text{A}$ $V_{GS}=4.2\text{V}$ P_MOSFET		93		mΩ
		N_MOSFET		94		
输入电阻	$R_S$			20		KΩ
反馈电阻	$R_f$			560		KΩ
升压输出电压	$V_{CPOUT}$		6.0	6.2	6.4	V
最大输出电流	$I_{CPOUT}$	$PVBAT=4.2\text{V}$ , $CPOUT=6.2\text{V}$		1.2		A
效率	$\eta_c$	$I_{CPOUT}=800\text{mA}$		78		%
升压调制频率	$F$	$P_{VBAT}=2.8\text{V to } 5.5\text{V}$		2100		KHz
软启动时间	$T_{St}$			3		ms

## ■ 防破音特性

描述	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
AGC衰减	AGC <sub>db</sub>			18		DB
AGC衰减步长	AGC <sub>STEP</sub>			0.75		DB
AGC模式1	Attack Time	AGC=GND=MODE1		50		ms
	ReleaseTime			300		ms
AGC模式2	Attack Time	AGC=100K接地=MODE2		10		ms
	ReleaseTime			2000		ms
AGC模式3	Attack Time	AGC=悬空=MODE3		60		ms
	ReleaseTime			600		ms
AGC模式4	Attack Time	AGC=100接 PVBAT=MODE3		60		ms
	ReleaseTime			80		ms

## ■ Class\_D 工作特性

A<sub>v</sub>=20dB, T<sub>A</sub>=25℃, 无特殊说明的项目均是在PVBAT=4.2V, 4Ω+33uH条件下测试:

描述	符号	测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
输出功率	P <sub>o</sub>	THD+N=10%f=1kHz R <sub>L</sub> =4 Ω	PVBAT=4. 2V	—	4. 9	—	W
			PVBAT=3. 8V	—	4. 3	—	
			—				
		THD+N=1 % f=1kHz R <sub>L</sub> =4 Ω	PVBAT=4. 2V	—	4. 1	—	
			PVBAT=3. 8V	—	3. 7	—	
			—				
AGC输出功率		AGC=MOOD1 THD=1%	PVBAT=4. 2V	—	3. 9	—	
			—	—	—	—	
		AGC=MOOD2 THD=1%	PVBAT=4. 2V—		3. 9		
			—				
		AGC=MOOD3 THD=1%	PVBAT=4. 2V		3. 9		
			—				
	AGC=MOOD4 THD=10%	PVBAT=4. 2V		4. 9			
		—					
总谐波失真加噪声	THD+N	PVBAT=4. 2V, P <sub>o</sub> =2W	f=1kHz	—	0. 06	—	%
		PVBAT=3. 8V, P <sub>o</sub> =1W		—	0. 07	—	
电源抑制比	PSRR	PVBAT=4. 2 V, V <sub>ripple</sub> =200mV <sub>RMS</sub> , C <sub>B</sub> =1μF		—	75	—	dB
信噪比	SNR	PVBAT=4. 2V, THD=1%, A <sub>v</sub> =20dB		—	91	—	dB
静态底噪	V <sub>n</sub>	PVBAT=4. 2 V, A <sub>v</sub> =20dB, A <sub>w</sub> ting		—	80	—	uV
		PVBAT=4. 2 V, A <sub>v</sub> =20dB,			140		uV
开启时间	T <sub>stup</sub>				80		MS
效率	η	I <sub>cpout</sub> =900ma			79		%
MODE控制电压	V <sub>mode</sub>	AB类模式		1. 2V	1. 2–1. 5	1. 5	V
		D类模式		1. 8V	1. 8– PVBAT	—	V

## ● Class\_AB动态电气参数

$A_v=20\text{dB}$ ,  $T_A=25^\circ\text{C}$ , 无特殊说明的项目均是在PVBAT=4.2V, 4Ω+33uH条件下测试:

描述	符号	测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
输出功率	$P_o$	THD+N=10%, f=1kHz	PVBAT=4.2V	—	2.0	—	W
			—	—	—	—	
		THD+N=1%, f=1kHz	PVBAT=4.2V	—	1.63	—	
			—	—	—	—	
总谐波失真加噪声	THD+N	PVBAT=4.2V, $P_o=1\text{W}$	f=1kHz	—	0.08	—	%
信噪比	SNR	PVBAT=4.2V, THD=1%, $A_v=20\text{dB}$		—	90	—	dB
静态底噪	$V_n$	PVBAT=4.2V, $A_v=20\text{dB}$ , Awting		—	70	—	uV
		PVBAT=4.2V, $A_v=20\text{dB}$ ,		—	140	—	uV
开启时间	$T_{\text{stup}}$			—	80	—	MS
效率	$\eta$	$I_{\text{cpout}}=900\text{ma}$		—	79	—	%

## ■ 性能特性曲线

$A_v=20\text{dB}$ , CF=4.7uF, BYPASS=1uF  $T_A=25^\circ\text{C}$ , 无特殊说明项均是在PVBAT=4.2V, 4Ω+33uH条件下测试:

描述	测试条件	编号
Input Voltage Amplitude VS. Output Amplitude	PVBAT=4.2V, AGC=OFF, 4Ω+33uH	1
	PVBAT=4.2V, AGC=MODE4, THD=10%, 4Ω+33uH	
	PVBAT=4.2V, AGC=MODE1, THD=1%, 4Ω+33uH	
Input Voltage VS. Maximum Output Power	PVBAT=4.2V, AGC=OFF, 4Ω+33uH	2
Input Voltage VS. Power Current	PVBAT=3V-5.5V, 4Ω+33uH	3
Output Power VS. THD+N	PVBAT=4.2V, AGC=OFF, Class_D, 4Ω+33uH	4
	PVBAT=3.8V, AGC=OFF, Class_D, 4Ω+33uH	
Frequency VS. THD+N	PVBAT=4.2V, AGC=OFF, Class_D, 4Ω+33uH, $P_o=1\text{W}$	5
	PVBAT=4.2V, AGC=OFF, Class_D, 4Ω+33uH, $P_o=0.5\text{W}$	
	PVBAT=3.8V, AGC=OFF, Class_D, 4Ω+33uH, $P_o=1\text{W}$	6
	PVBAT=3.8V, AGC=OFF, Class_D, 4Ω+33uH, $P_o=0.5\text{W}$	
Frequency Response	PVBAT=4.2V, AGC=OFF, Class_D, 4Ω+33uH,	7
Output Power VS. THD+N	PVBAT=4.2V, AGC=OFF, Class_AB, 4Ω+33uH	8
	PVBAT=3.8V, AGC=OFF, Class_AB, 4Ω+33uH	

● 特性曲线图

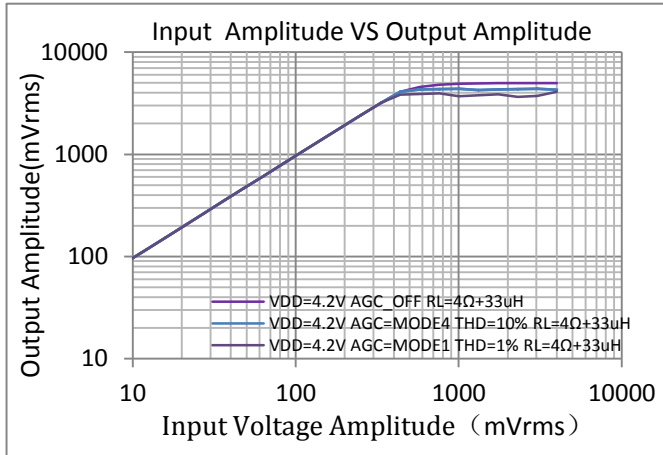


图1: Input Amplitude VS. OutputPower

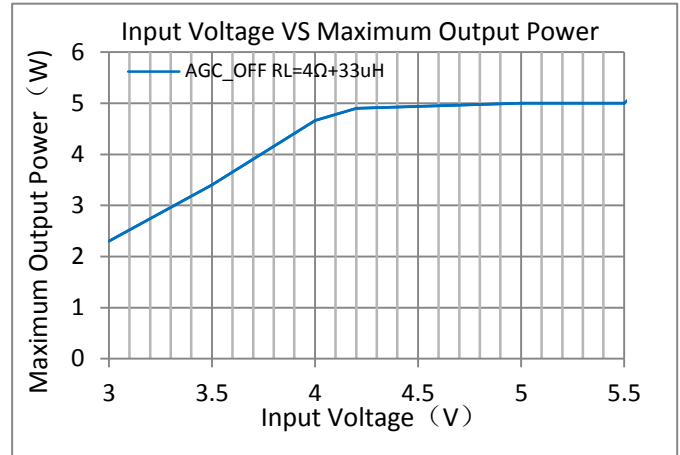


图2: Input Voltage VS. Output Power

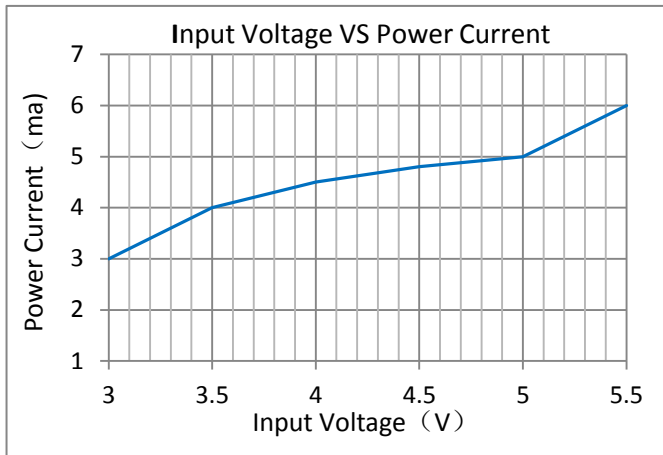


图3: Input Voltage VS. Power Current

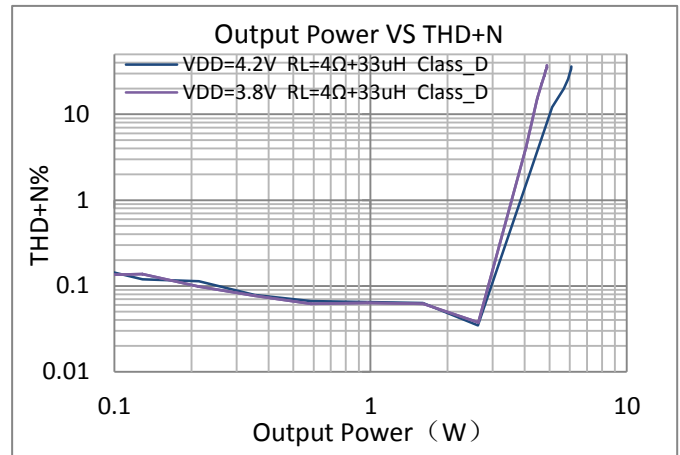


图4: Output Power VS. THD+N

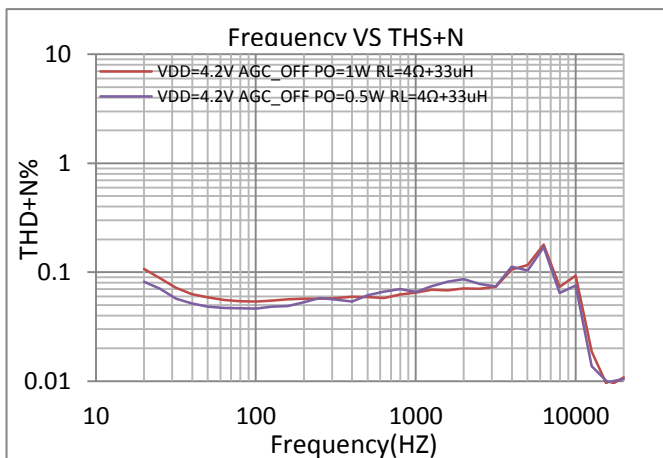


图5: Frequency VS. THD+N

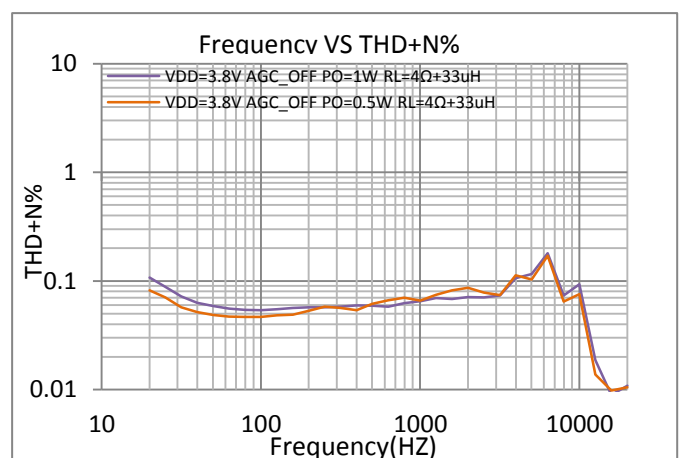


图6: Frequency VS. THD+N

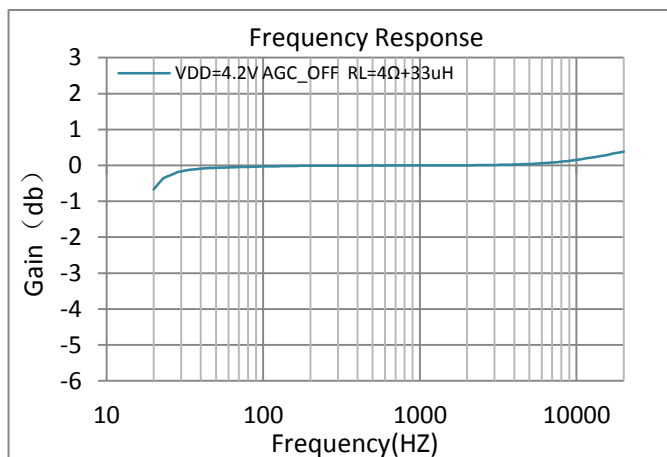


图7: Frequency Response

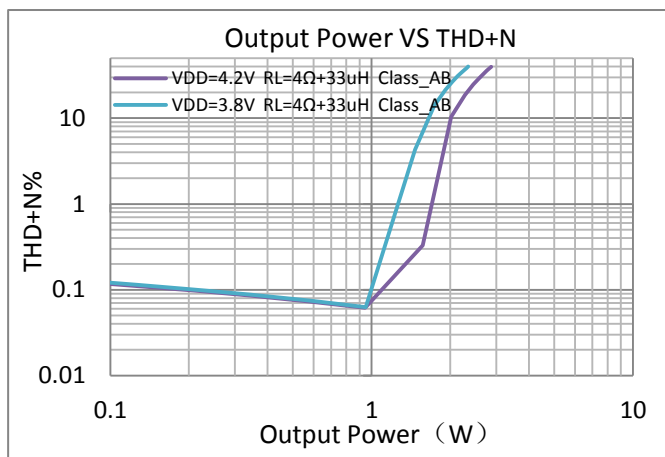


图8: Output Power VS. THD+N

## 应用说明

### Flying电容

Flying电容 $C_F$ 用于在电源和Charge Pump输出CPOUT之间传递能量，该电容的容值过小会影响负载调整率和输出电流。容值过大输出的电压纹波也会相应的增大。推荐使用实际耐压10V以上，容值为4.7uF电容，低ESR的、X7R、X5R陶瓷电容

### 电荷泵输出电容

Charge Pump输出电容 $C_{out}$ 的容值和ESR影响CPOUT端的输出电压纹波。容值过小和ESR过大会导致输出电压CPOUT纹波较大，影响功放芯片性能。因Charge Pump输出电压为6.2V，建议使用耐压值在10V以上、470uF的小ESR电解电容。

### 电荷泵退藕电容

在应用中电源走线以及电容的放置非常重要，特别是对噪声等性能要求严格的，在设计时滤波电容尽量靠近功放管脚放置。PVBAT管脚为输出功率提供功电流，芯片最大电流从该管脚流过，该管脚走线要足够粗，在空间充足的情况下建议使用铜箔的方式连接。PVBAT(pin1脚)建议放置一个470uF的插件电容和一个1uF的陶瓷电容，有助于稳定芯片电源电压。AVBAT(pin8脚)是内部模拟电路的供电脚，为减小动态时AVBAT对AVBAT的影响，该管脚建议使用一个1uF电容，靠近AVBAT放置

### 增益计算

<A, \*' 接受模拟差分、单端音频信号输入。芯片在D类模式时输出为（PWM信号）数字信号，AB类输出为模拟信号。单端、差分方式输入具有相同的放大倍数。其增益均可通过 $R_{IN}$ 调节, 计算公式为:

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

$A_v$ 为增益，通常用DB表示，上述计算结果单位为倍数、 $20\log$ 倍数=DB。

$R_{IN}$ 电阻的单位为K $\Omega$ 、560K $\Omega$ 为内部反馈电阻（ $R_F$ ），20K $\Omega$ 为内置串联电阻（ $R_S$ ）， $R_{IN}$ 由用户根据实际供电电压、输入幅度、和失真度自行定义。如 $R_{IN}=27K$ 时， $A_v=(560/(27+20))$ 、=11.9倍、 $A_v=21.5DB$

输入电容（ $C_{IN}$ ）和输入电阻（ $R_{IN}$ ）组成高通滤波器，其截止频率为：

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

$C_{in}$ 电容选取较小值时，可以滤除从输入端耦合进入的低频噪声，同时有助于减小开启时的POPO声

## ● CTRL管脚控制

<A,,\*' 可以通过控制CTRL端的输入电压值，进入相对应模式

CTRL电压	芯片状态
0-0.2V	关断状态
1.2-1.5V	AB类模式
1.8-PVBAT	D类模式（电荷泵升压）

当CTRL端输入电压低于0.2V时，功放处于关断状态，芯片进入低功耗待机模式，电流<1ua。

当CTRL端输入电压在1.2V-1.5V之间时，功放处于AB类模式，此时EMI较低。

当CTRL端输入电压在1.8V-PVBAT之间时，功放处于D类电荷泵升模式，输出功率最大。

## ● AGC管脚控制

AGC是自动增益调整，当AGC电路检测到输入幅度过大产生削顶时，自动调整增益让输出达到最大限度的无削顶失真功率。

<A,,\*' 在D类模式下，可以通过接不通电阻，给AGC端口特定电压，让芯片进入到不同防破音模式

AGC管脚	AGC模式	THD+N (MAX)	启动时间	释放时间
接GND	AGC MOED1	1%	50 ms	300 ms
100K电阻接GND	AGC MOED2	1%	10 ms	2000 ms
悬空	AGC MOED3	1%	60 ms	600 ms
100K电阻接PVBAT	AGC MOED4	10%	60 ms	80 ms
接PVBAT	AGC OFF	-	-	-

## ● 电荷泵自适应

<A,\*' 内部集成电荷泵升压自适应功能，D类模式下，当输出幅度较小时电荷泵升压电路不工作，功放直接由电源供电，当输出功率较大时内部自动启动电荷泵升压电路，功放供电电压由原来的电源供电转为电荷泵升压供电，达到更大的输出功率，电荷泵自适应升压在提高效率的同时节省电量，提高电池的使用时间和寿命。（自适应升压功能在正常播放音乐时，由于音乐是动态，输出电压是在电池电压和升压电压之间跳动，并不是一直不变。在播放音乐时检测到PVDD处电压跳动属于正常现象。）

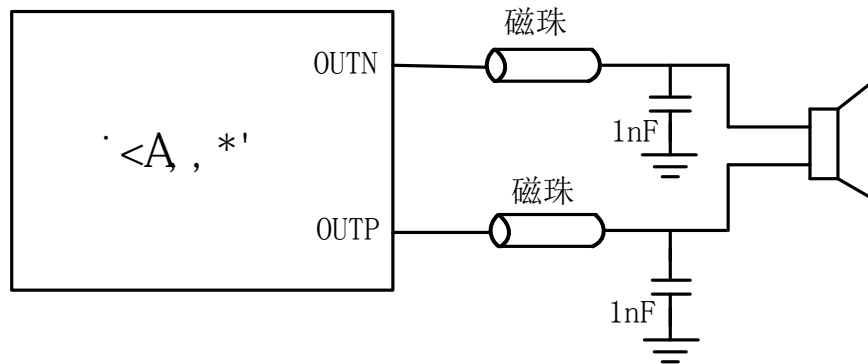
## ● 上电、掉电、POPO声、噪声抑制

<A,\*' 内部集成上电、掉电噪声抑制电路，极大程度的改善上电、掉电的出现的瞬态噪声。

实际应用中POPO声的产生有两种：一种是由于输入电容过大，导致正常开启、关闭芯片出现POPO声，解决方案：适当减小输入电容。另一种是由于开MUTE、解MUTE的时间设置不当导致。解决方法：通过软件调整，提前或延迟开MUTE、解MUTE时间解决POPO声问题。

## ● 芯片EMI处理

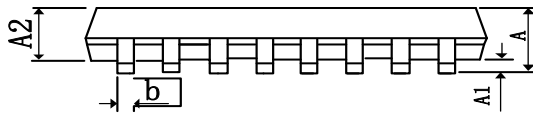
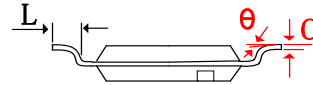
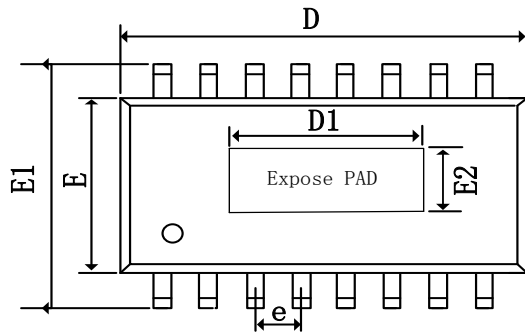
对于输出走线较长或靠近敏感器件时，建议加上磁珠，电容，能有效减小EMI。器件靠近芯片放置。



## ● PCB设计注意事项

- 电源供电脚（PVBAT）和电荷泵升压输出脚（CPOUT）推荐各放置一个 470UF 插件电容和 1Uf 的陶瓷电容，要尽可能的靠近芯片管脚放置，同时电源供电脚（PVBAT）、电荷泵升压输出脚（CPOUT）走线一定要粗，推荐铜线宽度为 1.2MM 以上，最好使用铜箔的方式连接。电源供电脚（PVBAT）走线网络中如有过孔必须使用多孔连接，并加大过孔内径，不可使用单个过孔直接连接。
- Cf 电容必须靠近芯片 Cn、Cp 管脚放置，且连接的走线要尽可能的短和尽可能的粗（可使用 0402 电容封装）。
- 输入方式为单端输入时，有一端电阻接电阻电容下 GND，接 GND 时尽量靠近主控 GND 连接，可减少异常的底噪与杂音。
- 输入电容（Cin）、输入电阻（Rin）尽量靠近功放芯片管脚放置，走线最好使用差分走线，可以有效的抑制其他信号耦合的噪声。
- <A,\*' 底部散热片必须要焊接在 PCB 板上，用于芯片散热，建议 PCB 使用大面积敷铜来连接芯片中间的散热片，并有一定范围的露铜，帮助芯片散热。
- <A,\*' 输出连接到喇叭的管脚走线管脚尽可能的短，并且走线宽度不能低于 0.5mm。

■ 芯片封装 (Esop-16)



Symbol	Dimensions In Milli meters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.35	1.75	0.053	0.069
A1	0.10	0.25	0.004	0.010
A2	1.35	1.55	0.053	0.061
b	0.33	0.51	0.013	0.020
c	0.17	0.25	0.007	0.010
D	9.80	10.2	0.386	0.402
D1	3.50	4.50	0.138	0.177
E	3.80	4.00	0.150	0.157
E1	5.80	6.20	0.228	0.244
E2	2.00	3.00	0.079	0.118
e	1.27(BSC)		0.050(BSC)	
L	0.40	1.27	0.016	0.050
$\theta$	0°	8°	0°	8°

ESOP-16