高效率、超低失真、恒定大音量、第六代 K 类音乐功放

特性

- **新一代电荷泵升压技术：K-Chargepump 架构，效率高达 92%**
- **功放整体效率 75%，大大延长手机使用时间**
- **超低失真度：0.02%**
- **锂电池电压范围内，恒定功率输出**
- **功率等级：0.8W、1W 和 1.2W**
- 第二代防破音功能
- 超强 TDD-Noise 抑制
- 超低 EMI
- 一线脉冲控制
- 高 PSRR：-65dB（217Hz）
- 纤小的 2mm×2mm FC-16 封装

应用

- 智能手机

概要

AW8736 是专为提升智能机音质而开发的一款高效率，超低失真，恒定大音量第六代 K 类音乐功放。采用新一代电荷泵升压技术，K-Chargepump 架构，效率高达 92%，功放整体效率达到 75%，大大延长智能机的使用时间；0.02%的超低失真度和独特的防破音技术带来高品质的音乐享受。

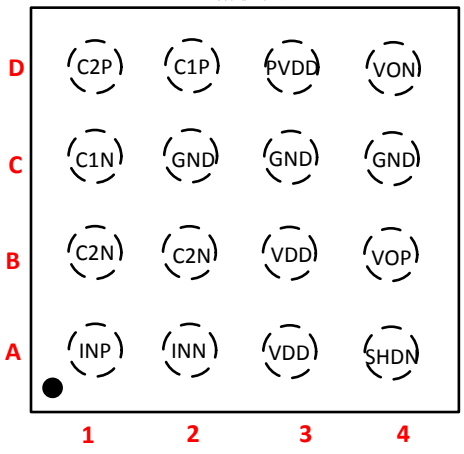
AW8736 集成 K-Chargepump 升压电路，输出功率不会随着锂电池电压的降低而下降，在手机的整个工作电压（3.3V-4.35V）内，输出功率保持恒定，一直享有高品质的音乐播放效果。AW8736 有 0.8W，1W 和 1.2W 三个功率等级，推荐使用额定功率在 0.7W 及以上的喇叭。

AW8736 采用艾为专有的 TDD-Noise 抑制技术和 EMI 抑制技术，有效抑制 TDD-Noise 和 EMI 干扰的产生。

AW8736 内置过流保护、过热保护和短路保护功能，有效地保护芯片。AW8736 采用纤小的 2mm×2mm FC-16 封装。

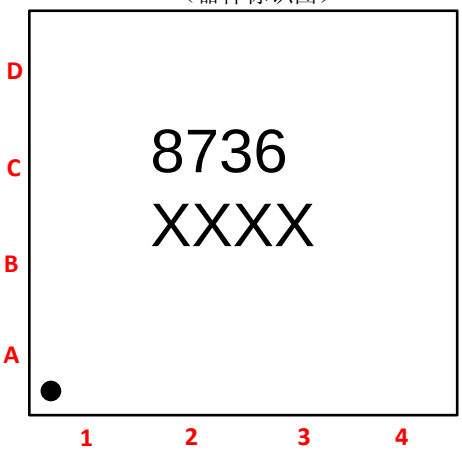
引脚分布及标识图

AW8736FCR TOP VIEW
（俯视图）



▲请注意引脚编号

AW8736FCR MARKING
（器件标识图）



8736 – AW8736FCR
XXXX – 生产跟踪码

图 1　AW8736FCR 引脚分布俯视图及器件标识图

版权所有 ©2012 上海艾为电子技术有限公司

引脚定义及功能

序号	符号	描述
A1	INP	正相输入端
A2	INN	反相输入端
A3	VDD	电源
A4	SHDN	芯片关断引脚，低有效；支持一线脉冲控制
B1	C2N	Flying 电容 C2 的负相端
B2		
B3	VDD	电源
B4	VOP	正相输出端
C1	C1N	Flying 电容 C1 的负相端
C2	GND	模拟地
C3		
C4		
D1	C2P	Flying 电容 C2 的正相端
D2	C1P	Flying 电容 C1 的正相端
D3	PVDD	升压电荷泵输出电压
D4	VON	反相输出端

典型应用图

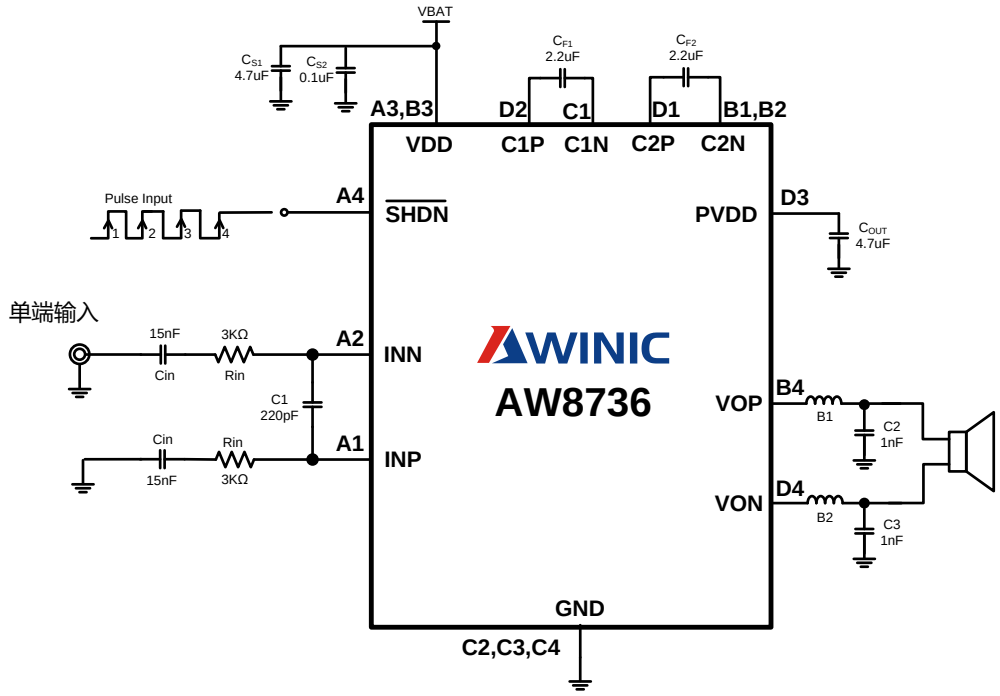


图 2　AW8736 单端输入方式应用图(注 1)

注1: 单端输入时，可以从 INN、INP 任意一输入端输入音频信号，另一输入端通过输入电阻、电容接地。

版权所有 ©2012 上海艾为电子技术有限公司

滤波电容 Cs 建议使用 X7R/X5R 的陶瓷电容，如果使用钽电容，则必须在靠近 VDD 管脚处并联大于 1uF 的陶瓷电容以滤除高频干扰信号。

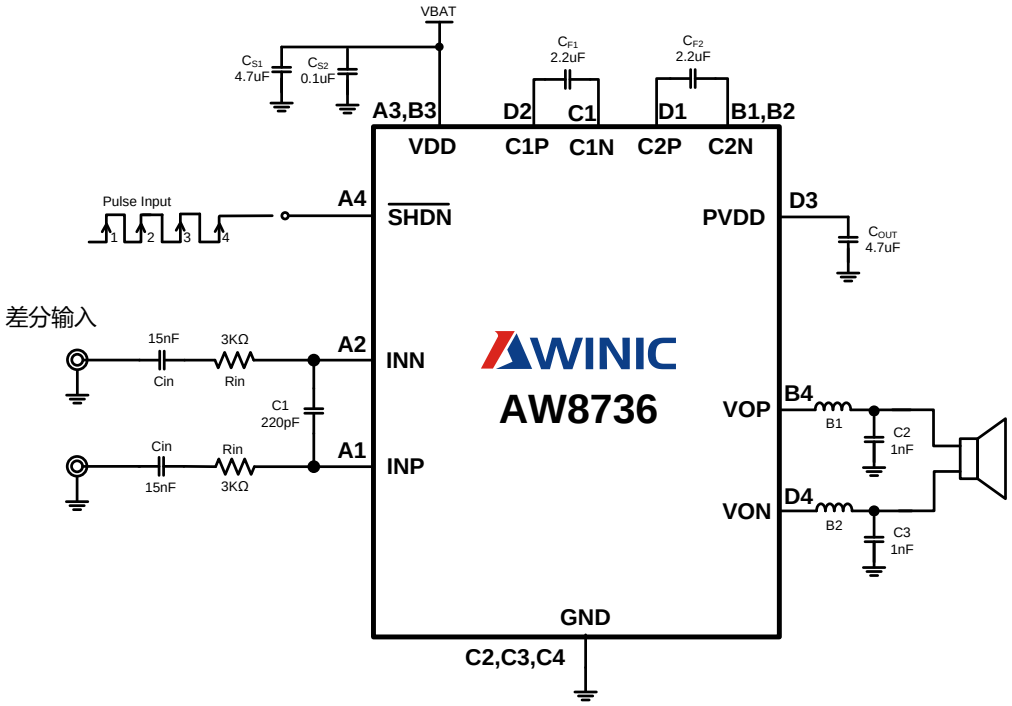
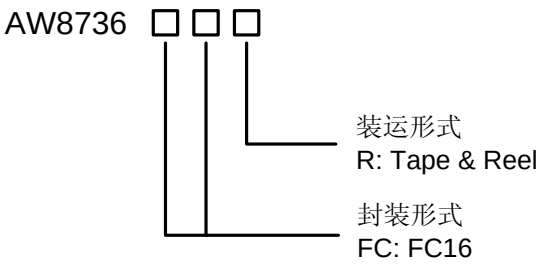


图 3　AW8736 差分输入方式应用图

定购信息

产品型号	工作温度范围	封装形式	器件标记	发货形式
AW8736FCR	-40℃～85℃	FC-16	8736	卷带包装 3000 片/盘



版权所有 ©2012 上海艾为电子技术有限公司

绝对最大额定值(注 2)

参数	范围
电源电压 V_{DD}	-0.3V to 6V
INP，INN 引脚电压	-0.3V to V_{DD}+0.3V
封装热阻 θ_{JA}	69℃/W
环境温度	-40℃ to 85℃
最大结温 T_{JMAX}	125℃
存储温度 T_{STG}	-65℃ to 150℃
引脚温度（焊接 10 秒）	260℃
ESD 范围（注 3）	
HBM（人体静电模式）	±6KV
Latch-up	
测试标准：JEDEC STANDARD NO.78B DECEMBER 2008	+IT：450mA -IT：-450mA

注2: 如果器件工作条件超过上述各项极限值，可能对器件造成永久性损坏。上述参数仅仅是工作条件的极限值，不建议器件工作在推荐条件以外的情况。器件长时间工作在极限工作条件下，其可靠性及寿命可能受到影响。

注3: HBM 测试方法是存储在一个 100pF 电容上的电荷通过 1.5 KΩ 电阻对引脚放电。测试标准：MIL-STD-883G Method 3015.7

模式说明

AW8736 功放外部输入电容为 Cin，外部输入电阻为 Rin，内部输入电阻为 16.5KΩ，放大倍数为 320K/(Rin+16.5K)。推荐的典型应用：

1、 Cin=15nF，Rin=3KΩ，放大倍数为 16.3V/V；

2、 Cin=15nF，Rin=10KΩ，放大倍数为 12V/V；

模式	使能信号	放大倍数（V/V）		NCN 功率（W）		NCN 功能
				RL=8Ω	RL=4Ω	
模式 1		16.3	12	1.2	2.25	√
模式 2		16.3	12	1	2	√
模式 3		16.3	12	0.8	1.6	√
模式 4		16.3	12	1.65W@THD=1%	2.15W@THD=1%	

版权所有 ©2012 上海艾为电子技术有限公司

电气特性

测试条件：T_A=25℃（除非特别说明）

参数		条件		最小	典型	最大	单位
V_{DD}	电源电压			3.0		5.0	V
V_{IH}	$\overline{SHDN}$ 高电平输入			1.3		V_{DD}	V
V_{IL}	$\overline{SHDN}$ 低电平输入			0		0.35	V
$\|V_{OS}\|$	输出失调电压	无输入，V_{DD}=3.0V to 5.0V		-30	0	30	mV
I_{SD}	关断电流	V_{DD}=3.6V， $\overline{SHDN}$=0V				1	μA
T_{TG}	Thermal AGC 启动温度阈值				150		℃
T_{TGR}	Thermal AGC 退出温度阈值				130		℃
T_{SD}	过温保护温度阈值				160		℃
T_{SDR}	过温保护退出温度阈值				130		℃
T_{ON}	启动时间				40		ms
K-Chargepump 电荷泵							
PVDD	输出电压	V_{DD} =3.0V to 3.8V			1.5* VDD		V
		V_{DD} >3.8V			5.8		V
Vhys	OVP 迟滞电压	V_{DD} >3.8V			50		mV
F_{CP}	电荷泵工作频率	V_{DD}=3.0V to 5.0V		0.8	1.06	1.33	MHz
η_{CP}	电荷泵效率	V_{DD}=4.2V，I_{load}=200mA			92		%
T_{ST}	软启动时间	空载，COUT=4.7uF		1	1.2	1.4	ms
I_L	PVDD 短地限流				350		mA
K 类功放（模式 1-4）							
I_q	静态电流	V_{DD}=3.6V，无输入，空载			9.5		mA
η	效率	V_{DD}=4.2V，Po=1.2W，R_L=8Ω			75		%
Fosc	调制频率	V_{DD}=3.0V to 5.0V		600	800	1000	kHz
Av	放大倍数	外部输入电阻=3kΩ			16.3		V/V
Rini	内部输入电阻				16.5		kΩ
Pncn	模式 1 的 NCN 功率	V_{DD}=4.2V，R_L=8Ω			1.2		W
		V_{DD}=4.2V，R_L=4Ω			2.25		W
	模式 2 的 NCN 功率	V_{DD}=4.2V，R_L=8Ω			1		W
		V_{DD}=4.2V，R_L=4Ω			2		W
	模式 3 的 NCN 功率	V_{DD}=4.2V，R_L=8Ω			0.8		W
		V_{DD}=4.2V，R_L=4Ω			1.6		W
PSRR	电源抑制比	V_{DD}=4.2V，Vp-p_sin=200mV	217Hz	-53	-65		dB
			1kHz	-53	-65		dB
SNR	信噪比	V_{DD}=4.2V，Po=0.8W，R_L=8Ω			84.5		dB

版权所有 ©2012 上海艾为电子技术有限公司

		V_{DD}=4.2V，Po=1.65W，R_L=8Ω		87.5		dB
Vn	输出噪声电压	VDD=4.2V，f=20Hz to 20kHz，input ac grounded	A-weighting	155		uVrms
THD+N	总谐波失真+噪声	V_{DD}=4.2V,Po=1W,R_L=8Ω,f=1kHz,Mode1		0.02		%
		V_{DD}=4.2V,Po=1.2W,R_L=8Ω,f=1kHz,Mode4		0.02		%
P_O	模式 4 的输出功率	THD+N=10%，f=1kHz，R_L=8Ω，V_{DD}=4.2V		2.0		W
		THD+N=1%，f=1kHz，R_L=8Ω，V_{DD}=4.2V		1.65		W
		THD+N=10%，f=1kHz，R_L=8Ω，V_{DD}=3.6V		1.5		W
		THD+N=1%，f=1kHz，R_L=8Ω，V_{DD}=3.6V		1.23		W
		THD+N=10%，f=1kHz，R_L=4Ω，V_{DD}=4.2V		2.58		W
		THD+N=1%，f=1kHz，R_L=4Ω，V_{DD}=4.2V		2.15		W
		THD+N=10%，f=1kHz，R_L=4Ω，V_{DD}=3.6V		1.85		W
		THD+N=1%，f=1kHz，R_L=4Ω，V_{DD}=3.6V		1.55		W
一线脉冲控制						
T_H	$\overline{SHDN}$ 高电平持续时间	V_{DD}=3.0V to 5.0V	0.75	2	10	us
T_L	$\overline{SHDN}$ 低电平持续时间	V_{DD}=3.0V to 5.0V	0.75	2	10	us
T_{LATCH}	$\overline{SHDN}$ 状态锁存时间	V_{DD}=3.0V to 5.0V	150		500	us
T_{OFF}	$\overline{SHDN}$ 关断延迟时间	V_{DD}=3.0V to 5.0V	150		500	us
NCN（注 4）						
T_{AT}	启动时间(完成 13.5dB 压缩)			40		ms
T_{RL}	释放时间（完成 13.5dB 释放）			1.2		s
A_{MAX}	最大衰减增益			-13.5		dB

注4: 启动时间是指增益衰减 13.5dB 的时间，释放时间是指增益恢复 13.5dB 的时间。

测试方法

AW8736 为数字输出方式，输出为方波信号，如图 4 所示，需要在两个输出各接一个低通滤波器将开关调制频率滤除，然后测量滤波器的差分输出即可得到模拟输出信号。

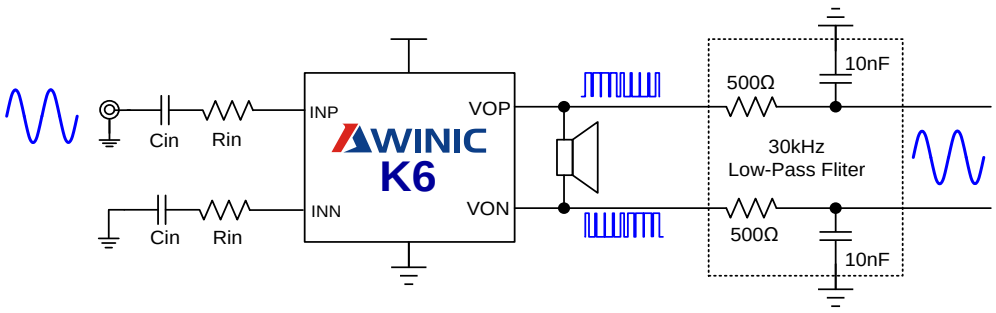


图 4 AW8736 测试电路图

版权所有 ©2012 上海艾为电子技术有限公司

低通滤波器推荐采用表 1 中的电阻、电容值。

滤波电阻	滤波电容	低通截止频率
500Ω	10nF	32kHz
1kΩ	4.7nF	34kHz

表1. AW8736 测试用滤波器推荐值

功率计算方法

根据上面的测试方法，在低通滤波器的输出端得到差分模拟信号，利用示波器测试差分模拟信号的有效值 Vo_rms，如下图所示：

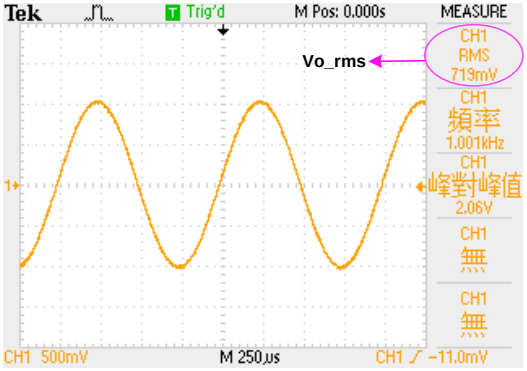


图 5　输出有效值示意图

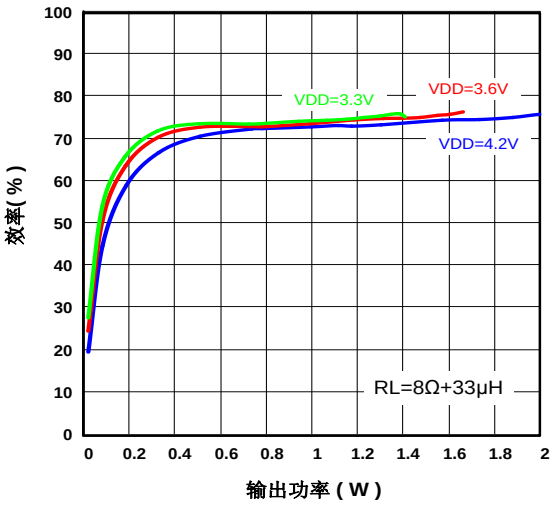
扬声器的功率计算如下：

$$P_L = \frac{(Vo_rms)^2}{R_L}$$　（R_L：扬声器的负载阻抗）

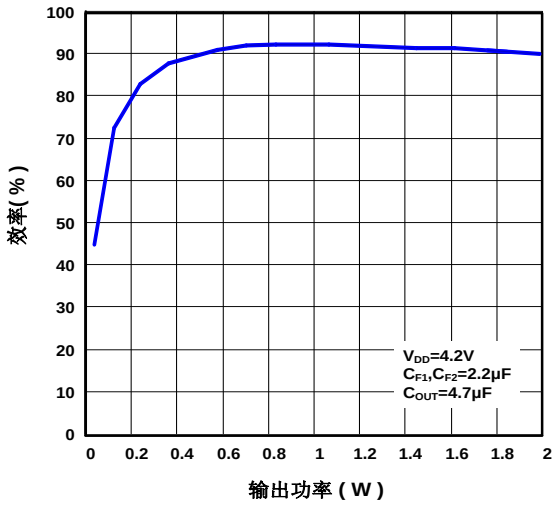
版权所有 ©2012 上海艾为电子技术有限公司

典型特性曲线

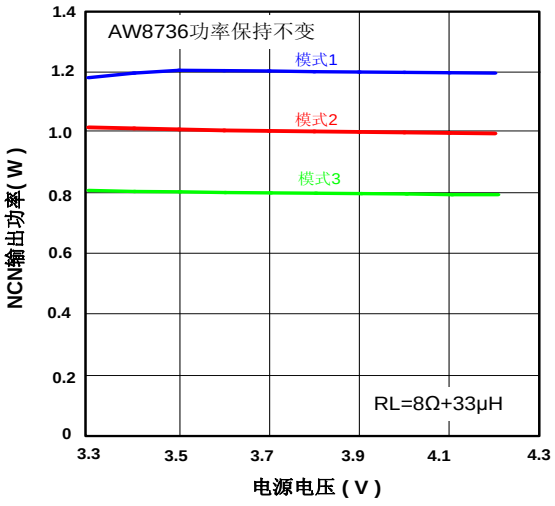
功放效率 vs 输出功率



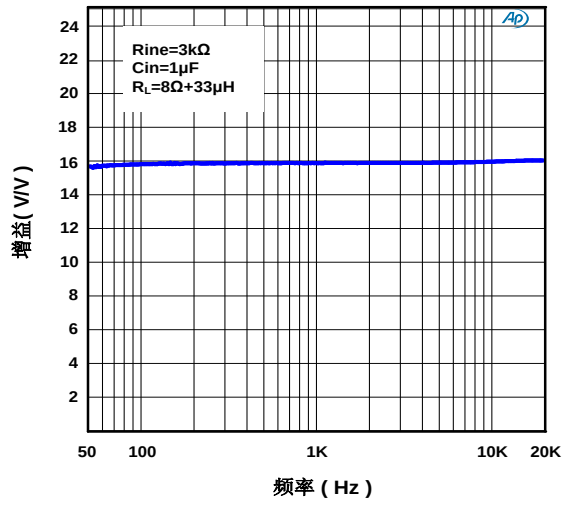
K-chargepump效率 vs 输出功率



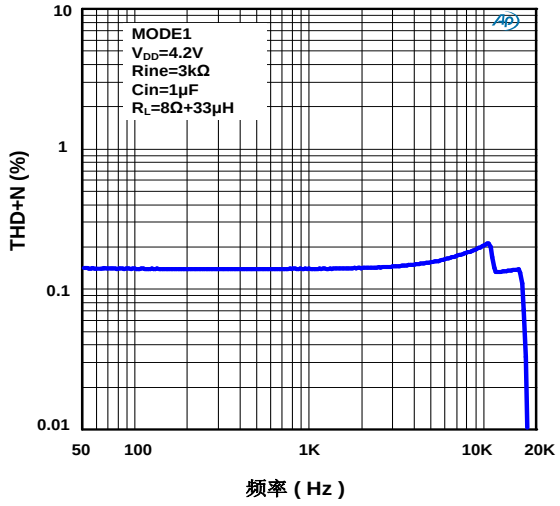
NCN输出功率 vs 电源电压



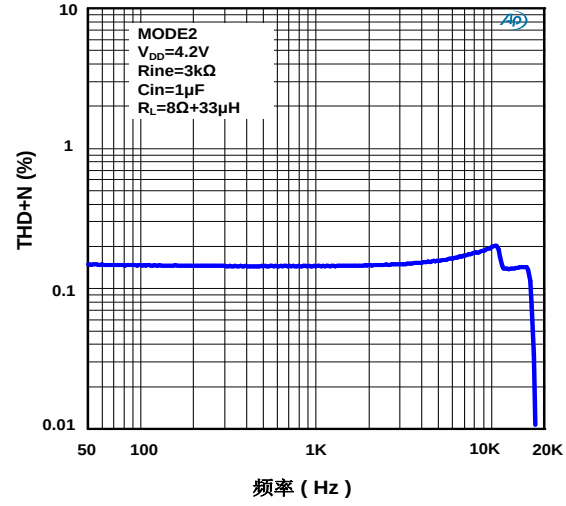
增益 vs 频率



THD+N vs 频率



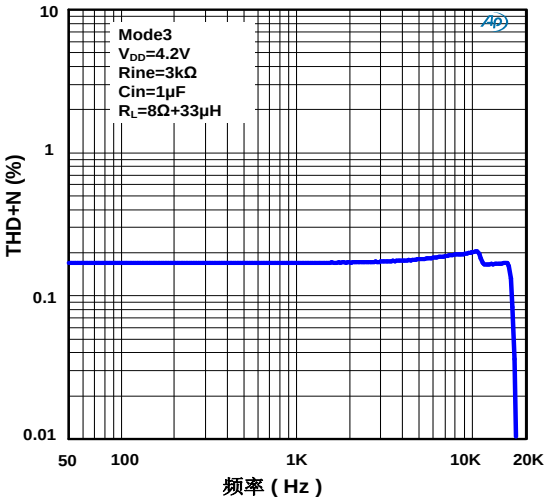
THD+N vs 频率



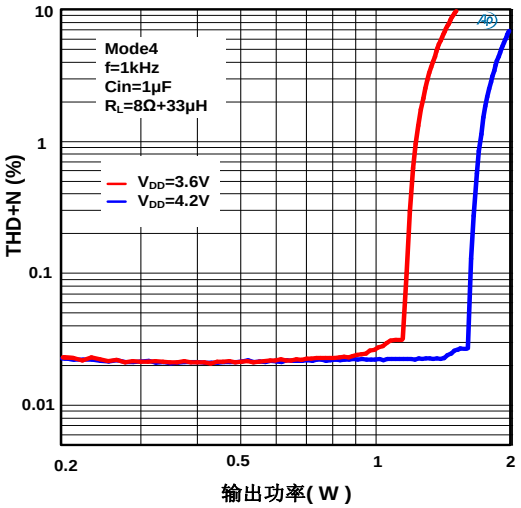
版权所有 ©2012 上海艾为电子技术有限公司

高效率、超低失真、恒定大音量、第六代 K 类音乐功放

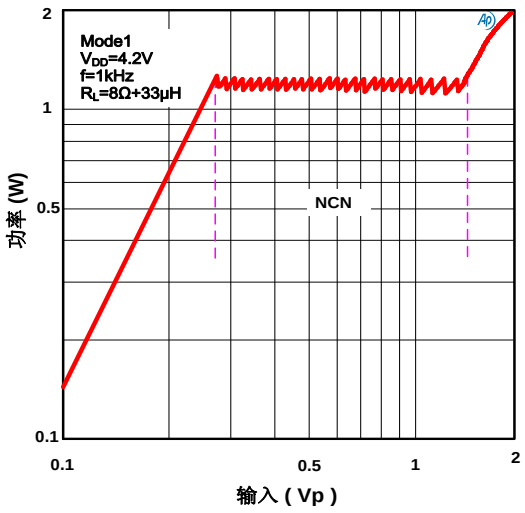
THD+N vs 频率



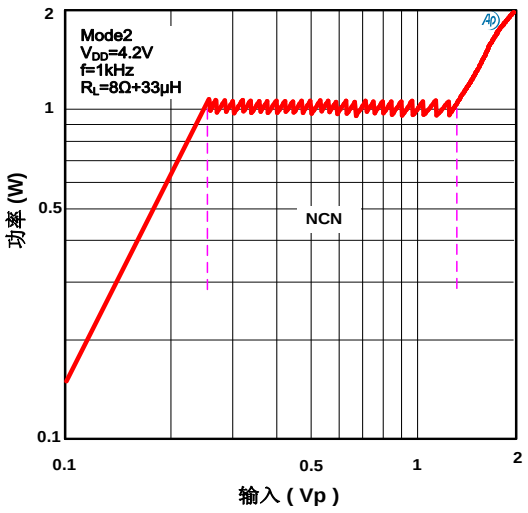
THD+N vs 输出功率



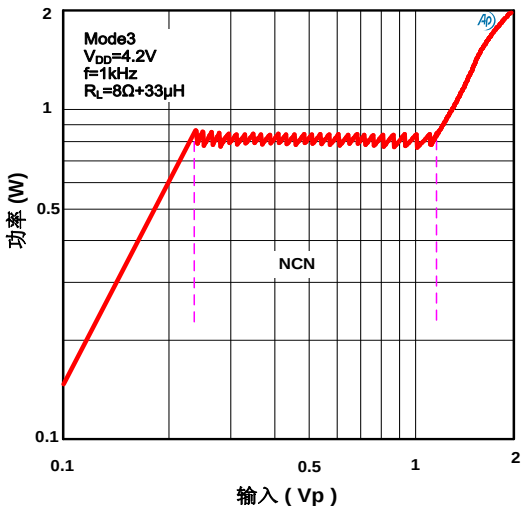
功率 vs 输入



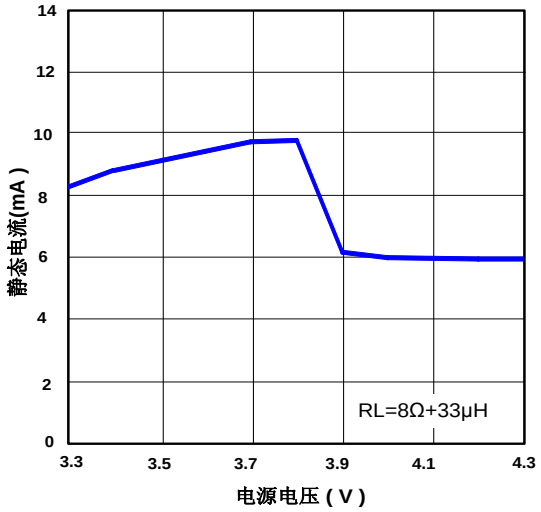
功率 vs 输入



功率 vs 输入



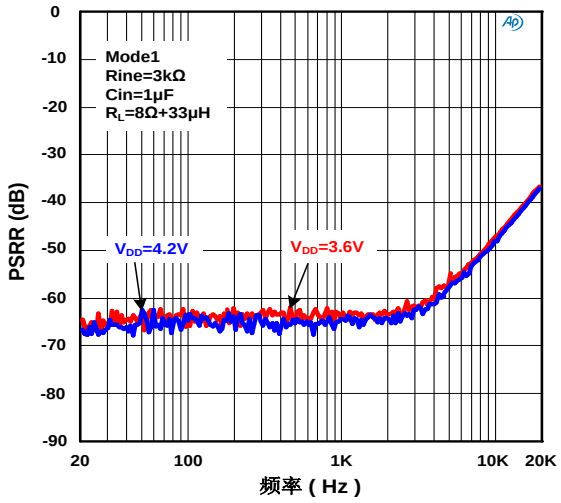
静态电流 vs 电源电压



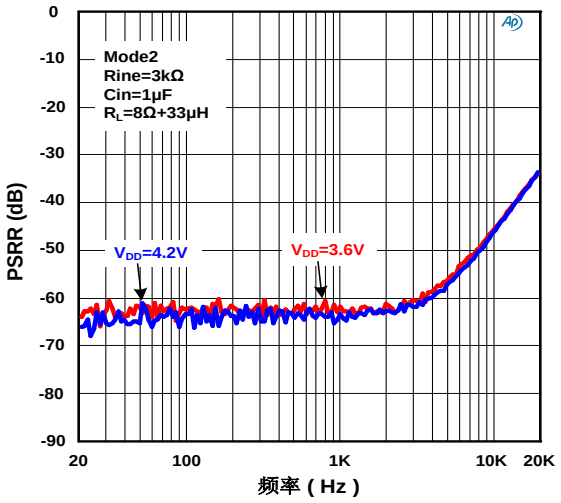
版权所有 ©2012 上海艾为电子技术有限公司

高效率、超低失真、恒定大音量、第六代 K 类音乐功放

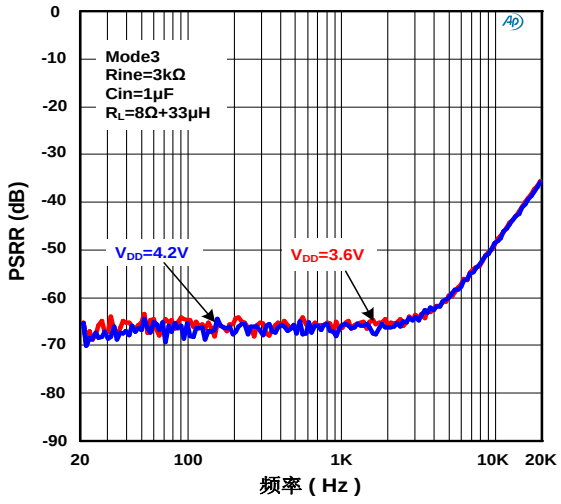
PSRR vs 频率



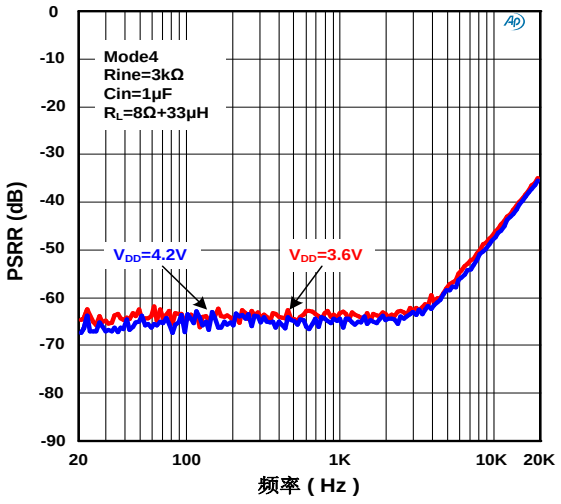
PSRR vs 频率



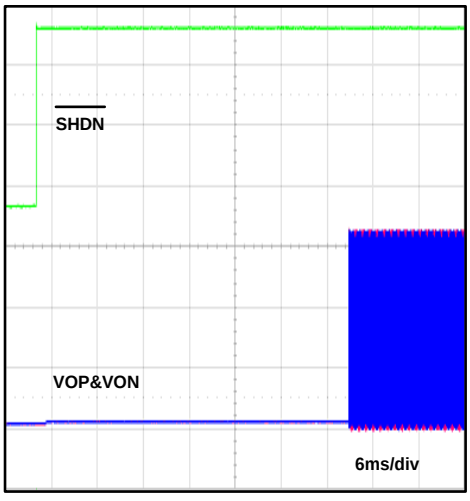
PSRR vs 频率



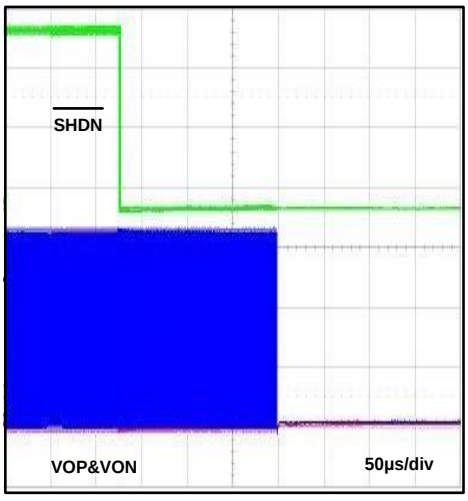
PSRR vs 频率



启动时序

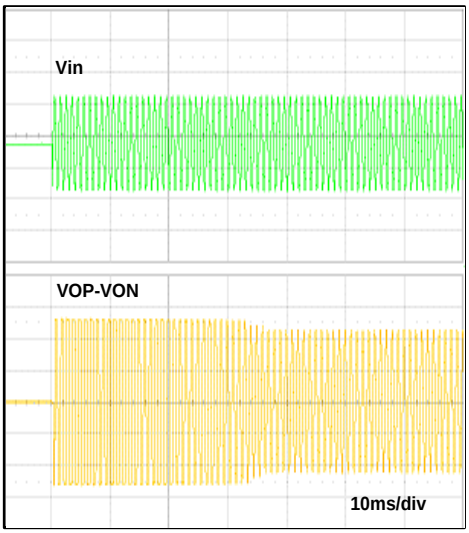


关断时序

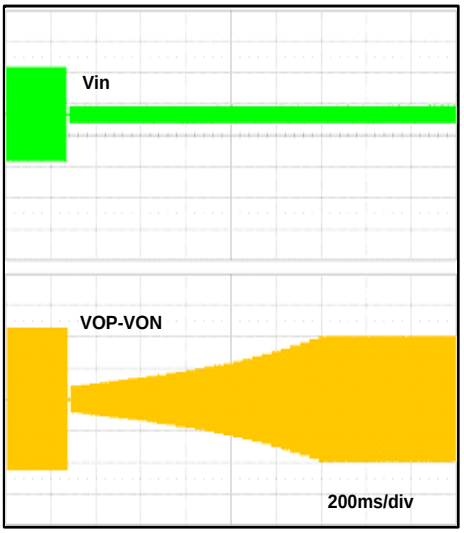


版权所有 ©2012 上海艾为电子技术有限公司

NCN功能启动时序



NCN功能释放时序



功能框图

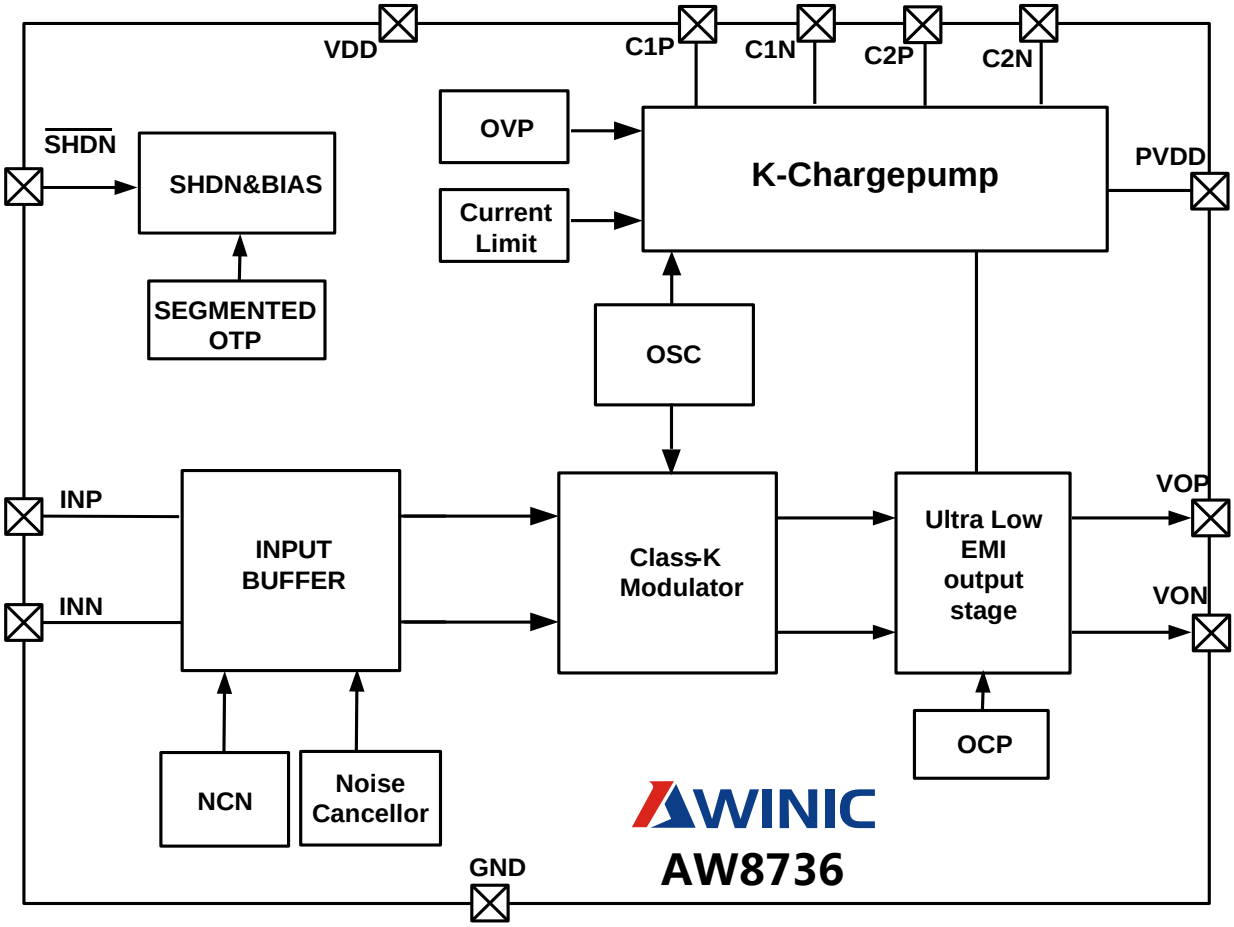


图 6 AW8736 功能框图

版权所有 ©2012 上海艾为电子技术有限公司

工作原理

AW8736 是专为提升智能机音质音量而开发的一款恒定输出功率，高效率，超低失真，大音量第六代 K 类音乐功放。采用新一代电荷泵升压技术：K-Chargepump 架构，内置限流控制环路和过压保护(OVP)控制环路，效率高达 92%，功放整体效率达到 75%，大大延长智能机的使用时间；0.02%的超低失真度和独特的防破音技术带来高品质的音乐享受。

AW8736 集成升压 K-Chargepump 电路，输出功率不会随着锂电池电压的降低而下降，在手机的整个工作电压（3.3V-4.35V）内，输出功率保持恒定，一直享有高品质的音乐播放效果。AW8736 有 0.8W，1W 和 1.2W 三个功率等级，推荐使用额定功率在 0.7W 及以上的喇叭。

AW8736 采用艾为专有的 TDD-Noise 抑制技术和 EMI 抑制技术，有效抑制 TDD-Noise 和 EMI 干扰的产生。

AW8736 内置过流保护、过热保护和短路保护功能，有效地保护芯片。AW8736 采用纤小的 2mm×2mm FC-16 封装，额定的工作温度范围为-40℃至 85℃。

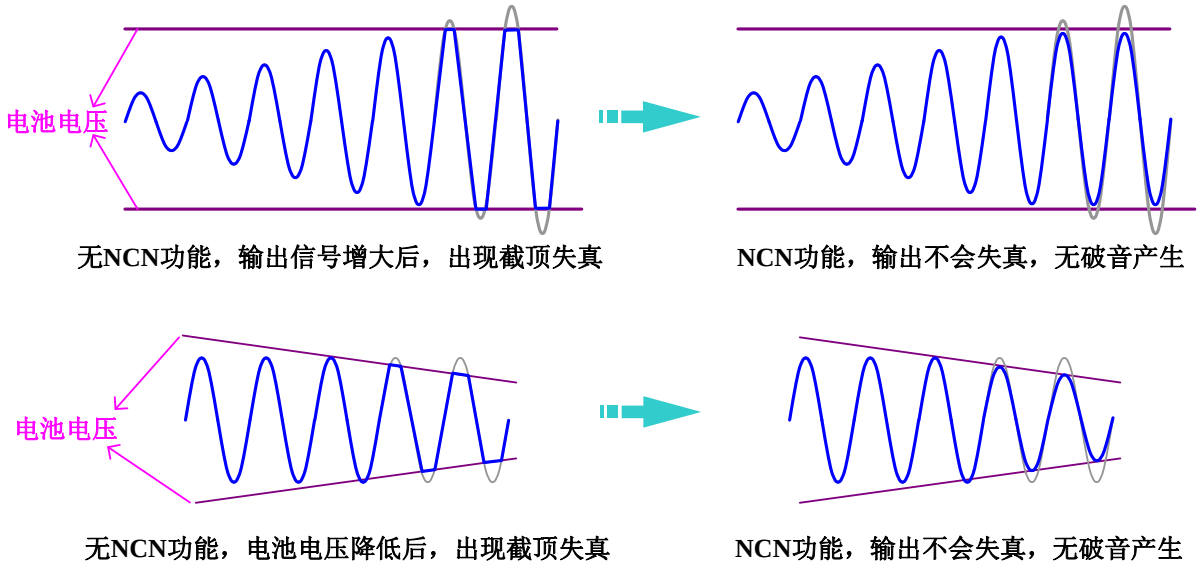
恒定功率输出

在手机音频应用中，NCN 功能对提升音乐音量音质非常具有诱惑力，但是随着锂电池电压的下降，普通功放的输出功率会逐渐减小，使得音乐音量越来越小，难以在整个电池电压范围内提供高品质的音乐。AW8736 采用独特的第二代 NCN 技术，在整个锂电池电压 3.3V~4.35V 范围内，NCN 功率保持恒定，输出功率不会随着电池电压的降低而下降，在手机使用过程中，即使电池电压下降，AW8736 依然可以提供高品质大音量的音乐享受。AW8736 共有 4 种工作模式，其中前三种工作模式带有 NCN 功能，输出功率分别为 1.2W，1W，0.8W。

第二代 NCN(Non-Crack-Noise)技术

音频应用中，输入信号过大或电池电压下降等因素都会导致音频放大器的输出信号发生不希望的破音失真，并且过载的信号会对扬声器造成永久性损伤。传统的 NCN 功能通过检测放大器的破音失真，自动调整系统增益，使得输出音频信号保持圆润光滑，不仅有效地避免了大功率过载输出对喇叭的损坏，同时带来不变的震撼的高品质音乐享受。传统的 NCN 功能如下图 7 所示。

版权所有 ©2012 上海艾为电子技术有限公司

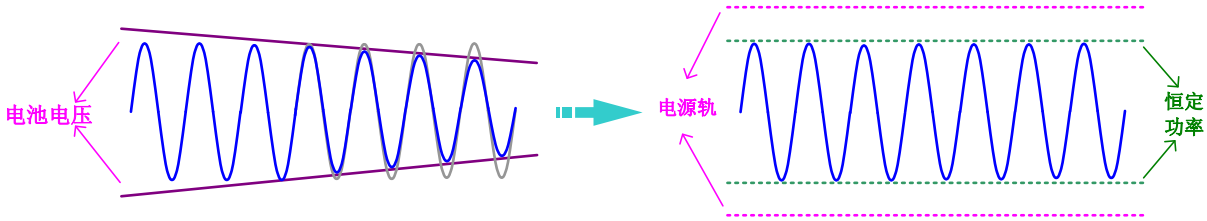


无NCN功能，输出信号增大后，出现截顶失真　　NCN功能，输出不会失真，无破音产生

无NCN功能，电池电压降低后，出现截顶失真　　NCN功能，输出不会失真，无破音产生

图 7　传统 NCN 工作原理图

AW8736 采用艾为独特的第二代防破音（NCN）技术，输出信号不受电源轨的限制，在电池电压下降时，NCN 输出信号不会失真，幅度不变，保持功率恒定输出。如图 8 所示。在手机使用过程中，即使电池电压下降，AW8736 依然可以提供高品质大音量的音乐享受。



传统NCN功能，电池电压降低后，输出不会失真，无破音产生，输出功率下降

第二代NCN功能，输出不会失真，无破音产生，恒定功率输出

图 8　第二代 NCN 工作原理图

启动时间（attack time）

启动时间是指 NCN 功能从检测发现输出破音失真，到增益衰减-13.5dB 所需要的时间。快速的启动时间可以响应快速变化的信号，防止瞬间破音产生并很好地保护喇叭，但是快速的启动时间可能会带来喘息声的问题；缓慢的启动时间可以保持音乐缓慢变化的韵律，但是缓慢的启动时间对快速的信号变化响应较差，可能会带来破音的问题。AW8736 针对手机等便携式设备的音频特点，启动时间设置为 40ms，在保持音乐韵律的同时，有效消除破音、保护喇叭。

版权所有 ©2012 上海艾为电子技术有限公司

释放时间（release time）

释放时间是指 NCN 功能从检测输出不再破音失真，到恢复为正常增益所需要的时间。快速的释放时间可以响应快速变化的信号，可以很好的恢复音乐中快速变化的信号，但是和启动时间一样，快速的释放时间也可能会带来喘息声；缓慢的释放时间使失真平滑，柔和，可以较好地抑制破音产生，但较长的释放时间会使音乐听起来“闷”，缺乏冲击力。AW8736 针对手机等便携式设备的音频特点，释放时间设定为 1.2s。

K-Chargepump 电荷泵

AW8736 采用新一代 K-chargepump 电荷泵升压技术，具有高效率和高驱动能力，工作频率 1.1MHz，内置软启动电路，限流控制环路和过压控制环路，保证电路稳定可靠工作。

高效率

AW8736 采用的 K-chargepump 电荷泵架构，升压输出电压 PVDD 为输入电压 VDD 的 1.5 倍，理想效率可达 100%。K-chargepump 电荷泵的效率是输出功率和输入功率的比值，即

$$\eta = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} * 100\%$$

比如在一个理想的M倍压K-chargepump电荷泵中，输入电流I_{IN}是输出电流I_{OUT}的M倍，效率公式可以写为：

$$\eta = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} * 100\% = \frac{V_{OUT} * I_{OUT}}{V_{IN} * M * I_{OUT}} * 100\% = \frac{V_{OUT}}{M * V_{IN}} * 100\%$$

其中M是电荷泵的工作模式变量(1.5 倍),V_{OUT}为电荷泵输出电压，V_{IN}为电源电压，I_{OUT}为负载电流。对于K-chargepump电荷泵，输出电压是输入电压的 1.5 倍，电荷泵的理想效率为 100%，由于电荷泵内部开关的损耗和IC静态电流损耗，实际的效率会低于理想效率，达到 92%。因此，K-chargepump 电荷泵升压技术可以极大的提高电源效率。

电荷泵结构

图 9 为电荷泵的基本原理图，AW8736 中使用的电荷泵包括 7 个开关，通过对 7 个开关的时序控制，使输出电压 PVDD 为输入电压 VDD 的 1.5 倍。

版权所有 ©2012 上海艾为电子技术有限公司

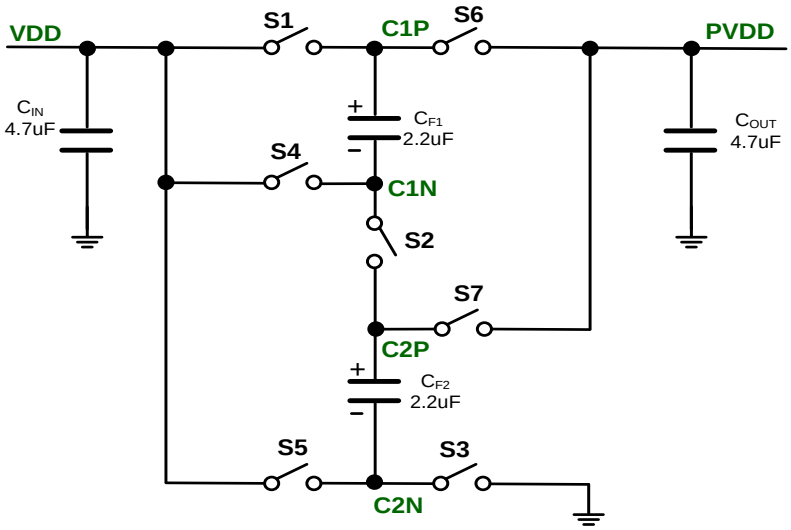


图 9 电荷泵原理图

电荷泵的工作过程有两个相位，在 Φ1 中，如图 10 所示：S1，S2 和 S3 闭合，VDD 对 Flying 电容 C_{F1}，C_{F2} 充电。

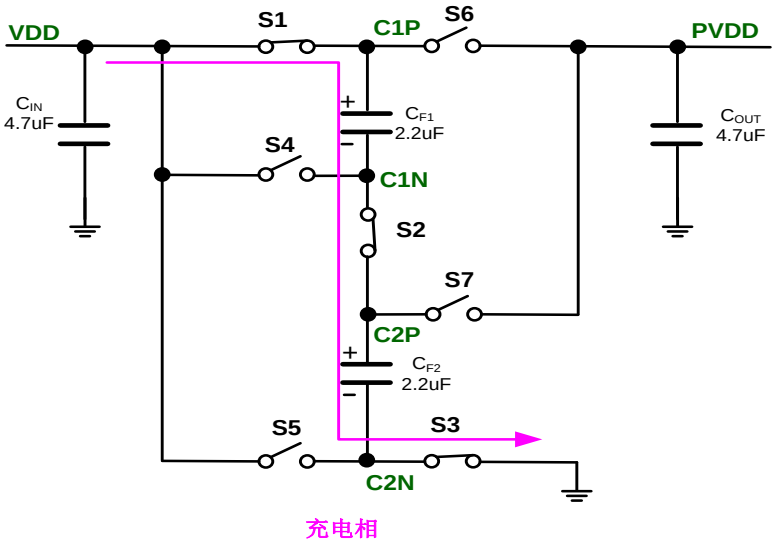


图 10 Φ1： Flying 电容充电

在 Φ2 中，如图 11 所示：S1，S2 和 S3 断开，S4，S5，S6 和 S7 闭合，由于电容两端的电压不能突变，因此 Flying 电容 C_{F1}，C_{F2} 电压叠加在 VDD 上，使 PVDD 升到了更高的电压。

版权所有 ©2012 上海艾为电子技术有限公司

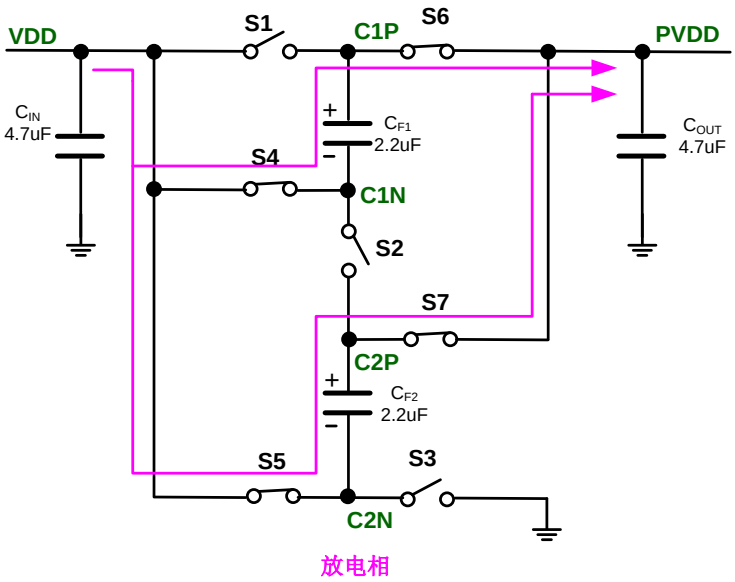


图 11 Φ2： Flying 电容电荷转移到输出电容 C_{OUT}

软启动

为了限制 K-chargepump 电荷泵启动过程中电源的浪涌电流，电荷泵具有软启动功能。启动过程中电源电流限制在 350mA。软启动时间为 1.2ms。

限流控制

K-chargepump 电荷泵架构集成了限流控制环路，在正常工作中，当负载过重或者某种情况使电荷泵流过很大电流时，限流控制环路控制电荷泵的最大输出电流能力，电源限流在 1.5A；

过压保护(OVP)控制

K-chargepump 电荷泵架构的输出电压 PVDD 是输入电压 VDD 的 1.5 倍，为内部功放电路提供高压电压轨，允许功放在锂电池电压范围内提供更大的输出动态范围，从而实现大音量、高品质的 K 类音响功放播放效果。K-chargepump 集成了过压保护控制环路，在输入电压 VDD 大于 3.8V 时，输出电压 PVDD 不再是 VDD 的倍数，而是由过压控制环路使 PVDD 稳定在 5.8V，迟滞电压为 50mV 左右。

抗干扰一线脉冲控制技术

一线脉冲控制技术是一种只需要单 GPIO 口就可以对芯片进行操作，完成多种功能的控制方法，在 GPIO 口紧缺和布线紧张的便携式系统中很受欢迎。

当控制信号的走线比较长，由于信号完整性或者射频干扰的问题，会产生窄小的毛刺信号，艾为的一线脉冲控制技术在控制管脚内部加入了 Deglitch 技术，可以有效消除毛刺信号的影响，如图 12 所示。

版权所有 ©2012 上海艾为电子技术有限公司

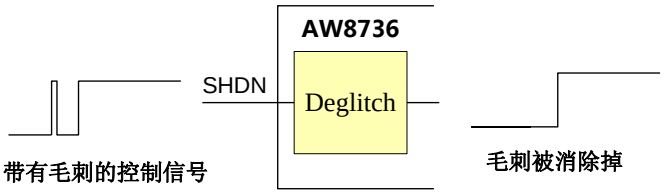


图 12 艾为 Deglitch 功能示意图

传统的一线脉冲控制技术在芯片启动后仍然接收控制端口的脉冲信号，因此当主控芯片（如手机 BB）在芯片工作期间误送脉冲时，就会发生状态错误的现象。AW8736 采用了一线脉冲状态锁存的技术，在主控芯片送入脉冲后，将状态锁存，不再接收误送的脉冲信号，如图 13 所示。

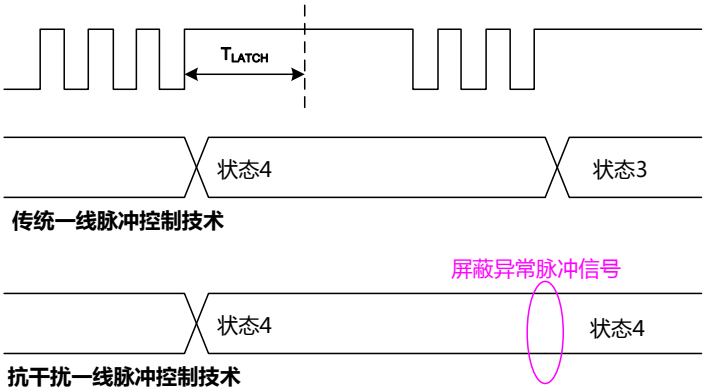


图 13 抗干扰一线脉冲功能示意图

一线脉冲控制方法

AW8736 通过检测 SHDN 管脚送入的一线脉冲信号上升沿数目来判断进入何种模式，如图 14 所示：SHDN 管脚直接拉高，只有一个上升沿，AW8736 进入模式 1；SHDN 管脚直接拉高、拉低、拉高，有两个上升沿，AW8736 进入模式 2……依次类推，AW8736 有 4 种工作模式，最多可以送入 4 个上升沿，上升沿的数目不允许超过 4 个。

一线脉冲的高、低电平时间为 0.75μs 到 10us 之间，建议采用 2us 的高、低电平时间。

版权所有 ©2012 上海艾为电子技术有限公司

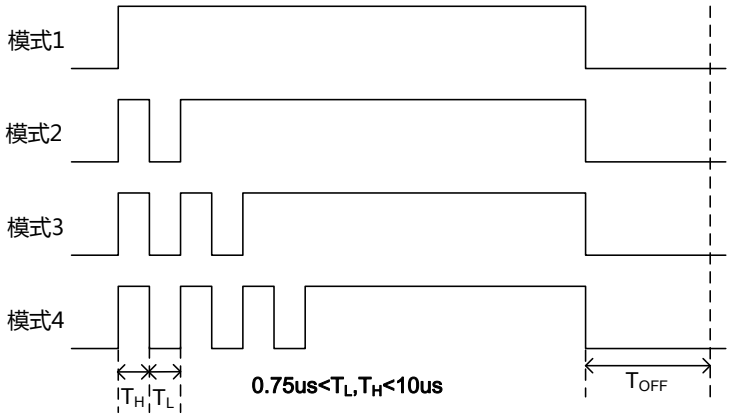


图 14 一线脉冲控制方法

需要在模式之间切换时，需要将 SHDN 先拉低，拉低时间（建议拉低时间为 1ms）超过 T_{OFF} 后，芯片关断，内部寄存器复位，再送入需要的脉冲就可以了，如图 15 所示。

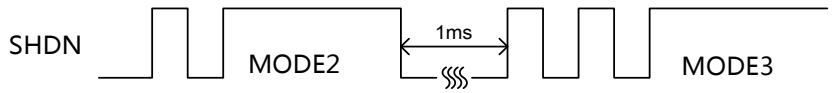


图 15 一线脉冲状态切换控制时序

RNS(RF TDD Noise Suppression)

TDD Noise 产生的原因

GSM 蜂窝电话采用 TDMA：Time Division Multiple Access(时分多址)时隙分享技术。时分多址把时间分割成周期性的帧，每一个帧再分割成若干个时隙向基站发送信号，基站发向多个移动终端的信号也都按顺序安排在预定的时隙中传输。这其中每个 TDMA 帧含 8 个时隙，整个帧时长约为 4.615ms，每个时隙时长为 0.577ms。

GSM 制式的手机，RF 功率放大器每隔 4.615ms（217Hz）就会有一次讯号传输，讯号传输时会产生间歇的 Burst 电流和很强的电磁辐射。间歇的 Burst 电流会形成 217Hz 的电源波动；900MHz 和 1800MHz 的高频 RF 信号形成了 217Hz 的射频包络信号。217Hz 的电源波动会通过传导耦合到音频讯号通路中，217Hz 的射频包络信号会通过辐射耦合到音频讯号通路中，如果防护不好，就会产生可听到的 TDD Noise，其中包括了 217Hz 噪声和 217Hz 的谐波噪声信号。

版权所有 ©2012 上海艾为电子技术有限公司

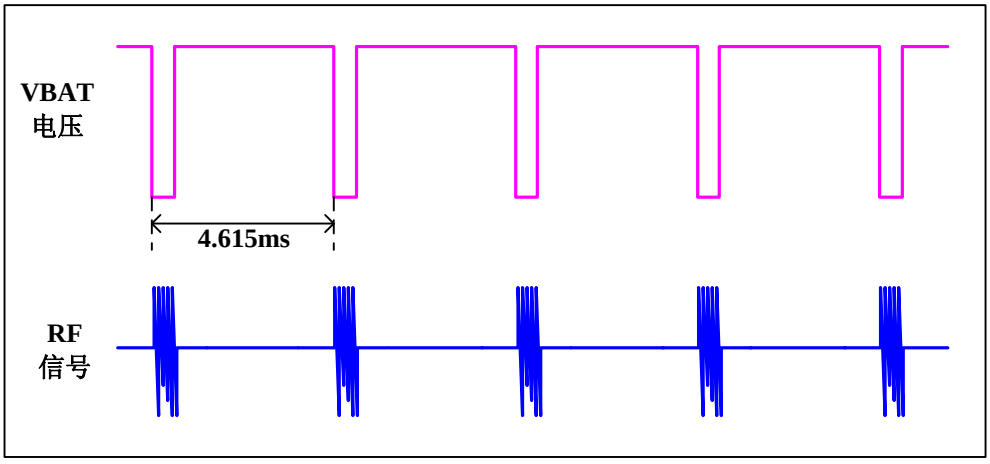


图 16 GSM 射频工作时电源电压和 RF 信号示意图

RNS 技术通过艾为特有的电路架构对传导和辐射的干扰进行了全方面的抑制。有效提高对 TDD Noise 的抑制能力

传导噪声的抑制

RF 功率放大器工作时，以 217Hz 的频率从电池中抽取电流，由于电池有一定的内阻，会在电源上引起 217Hz 的电源纹波，电源纹波会通过音频功率放大器耦合到喇叭上。对电源波动的抑制能力取决于音频功率放大器的 PSRR。

$$PSRR = 20\log(\frac{vout_{ac}}{vdd_{ac}})$$

全差分放大器由于输入、输出完全对称，理论上电源波动对两个输出的影响是完全一样的，差分输出完全不受电源波动的影响。实际情况中，由于工艺偏差等因素影响，放大器会有一定的失配，PSRR 一般都优于-60dB，-60dB 表示输出相对于电源的波动可以衰减 1000 倍，比如 500mVp 的电源波动，差分输出为 0.5mV，基本可以满足应用需求。

但在实际应用中，PSRR 为-60dB 甚至-80dB 的功率放大器都可能会碰到传导的 TDD Noise 问题，这是为什么呢？这里我们还需要考虑音频功率放大器外围器件失配的影响。

对传统音频功率放大器，当输入电阻 Rin、输入电容 Cin 发生失配时，会极大地影响音频功率放大器的 PSRR 指标，在 24 倍放大倍数情况下，1%的输入电阻、电容失配会使 PSRR 弱化到-46dB 左右，10%的输入电阻、输入电容失配会使 PSRR 弱化到-28dB 左右，当电源波动较大时，就很容易产生可听到的 TDD Noise。

版权所有 ©2012 上海艾为电子技术有限公司

为了提升输入电阻、输入电容失配情况下音频功率放大器的 PSRR，AW8736 采用了特有的传导噪声抑制电路，使得输入电阻、输入电容偏差 10%甚至更大的情况下仍然保持较高的 PSRR 值，极大地抑制了传导噪声的产生。

辐射噪声的抑制

音频讯号模块的输入走线，输出走线，喇叭环路，甚至电源和地环路都可能会受到 RF 辐射干扰，较长的输入走线、输出走线类似于天线的作用，尤其容易受到 RF 辐射的影响。

在设计中可以采用合理的 PCB 布局来降低 RF 辐射的影响，如尽量缩短输入、输出走线长度；音频器件尽量远离 RF 天线并屏蔽；保持音频讯号通路上各器件地的完整性；在敏感结点增加到地的小电容旁路 RF 信号等。但是在实际应用中，PCB 布局很难完全考虑到 RF 辐射对音频讯号通路的影响，仍然会有一些 RF 能量会耦合到音频讯号通路中，形成可听的 TDD Noise。为此，AW8736 在芯片内部采用了特有的 RF 辐射抑制电路，在芯片内部建立屏蔽层，有效阻挡高频 RF 能量进入芯片中，保证功放输出给喇叭的驱动信号不会受到天线 RF 辐射的影响，从而避免了由于天线 RF 辐射引起的 TDD Noise。

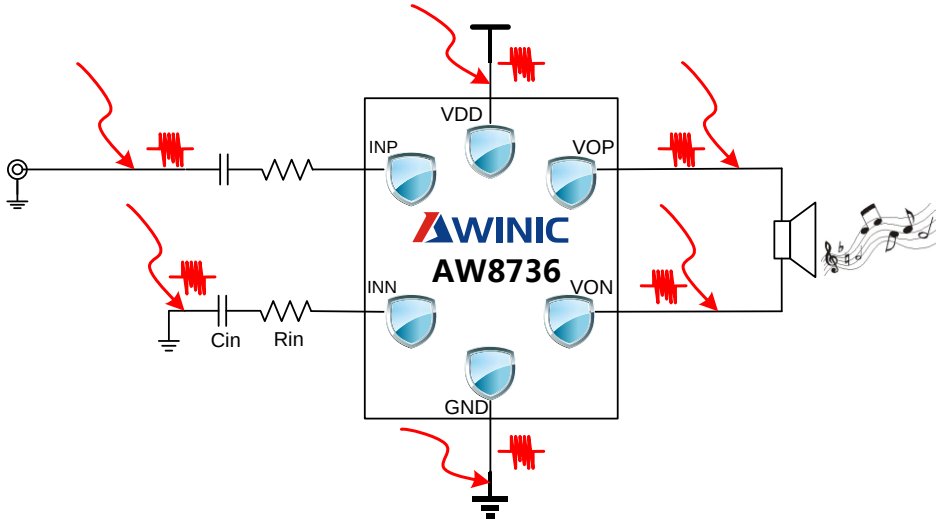


图 17　RF 辐射耦合示意图

无需滤波器的 D 类放大器

传统 D 类放大器在无输入信号的空闲状态，输出是反相的方波输出，反相的方波直接加在喇叭负载上，会在喇叭上形成很大的开关电流功耗，因此需要在功放输出增加 LC 滤波器来恢复模拟音频信号。LC 滤波器增加了成本和 PCB 布板面积，同时增加了功耗，降低了 THD+N 等性能。

版权所有 ©2012 上海艾为电子技术有限公司

AW8736 采用了无需滤波器的 D 类放大器架构，不需要输出的 LC 滤波器。在无输入信号的空闲状态，功放的两个输出（VOP、VON）为同相的方波，不会在喇叭负载上产生空闲开关电流。在输入端加了输入信号后，输出的占空比发生变化，VOP 的占空比变大的同时 VON 的占空比变小，输出的差分值在喇叭上形成了输出的差分放大信号。

EEE

AW8736 采用艾为拥有专利的 EEE 技术，有效控制功放数字输出时的边沿速度，在全带宽范围内极大地降低 EMI 干扰，完全满足 FCC CLASS B 规范要求。

Pop-Click 抑制

Pop-Click 是发生在功放开启和关断瞬间的异常杂音，AW8736 采用艾为专有的 Pop-Click 抑制电路，有效抑制功放打开、关断时的瞬间噪声。

Thermal AGC/过温保护

AW8736 采用拥有专利的 Thermal AGC 技术，可以根据芯片温度变化，自动调节系统放大倍数，减小芯片自身消耗的功耗，防止芯片在温度过高的情况下受到损伤。

AW8736 具有自动温度检测机制，当芯片温度超过预设的 Thermal AGC 启动温度阈值（150℃）时，芯片会启动自动增益控制电路以减小系统放大倍数，从而减小芯片自身所消耗的能耗，减缓或阻止芯片温度的继续上升。当芯片温度恢复到正常工作范围（低于 130℃）时，自动增益控制电路会将系统放大倍数恢复至原始状态。如果芯片工作在故障状况下，芯片温度过高，上升到预设的过热保护温度阈值（160℃）时，系统会启动过热保护，将芯片关断。当芯片温度恢复至正常工作范围（低于 130℃）时，AW8736 重新启动，恢复正常工作。

自动恢复的过流保护功能

AW8736 带有可自动恢复的输出过流保护功能，当过流发生的时候，AW8736 内部的保护电路将芯片关断，保证芯片不被损坏，当短路故障消除后，芯片自动恢复工作，无需重新启动。

版权所有 ©2012 上海艾为电子技术有限公司

应用信息

输入电阻 R_{ine}（放大倍数设定）

AW8736 的输入端为差分放大器结构，可以采用单端输入接法和差分输入接法，两种接法的放大倍数设定是相同的。

AW8736 集成了一部分输入电阻，可以通过改变外置输入电阻的阻值对放大倍数进行调节，其中，内置输入电阻 Rini 为 16.5kΩ。以外置 R_{ine} 输入电阻=3kΩ 为例，放大倍数的计算如下：

K 类模式：$A_V = \frac{320k\Omega}{R_{ine} + R_{ini}} = \frac{320k\Omega}{3k\Omega + 16.5k\Omega} = 16.3V/V$

输入电容 Cin（输入高通截止频率）

输入电容与输入电阻一起，形成了一个高通滤波器，用以滤除输入信号的直流分量。高通滤波器的-3dB 点如下所示：

$$f_H(-3dB) = \frac{1}{2*\pi*R_{intotal}*C_{in}}(Hz)$$

应用中选用较小的 C_{in} 电容有助于滤除从输入端耦合进入的 217Hz 噪声，并且较小的电容有利于减小功放开启时的噼噗-咔哒声。两个输入电容之间良好的匹配有利于提升芯片整体性能及抑制噼噗-咔哒声，推荐使用容差 10%或者更好的电容。

以典型应用中的输入电容、输入电阻值为例:，输入高通截止频率如下所示：

$$f_H(-3dB) = \frac{1}{2*\pi*R_{intotal}*C_{in}}(Hz) = \frac{1}{2*\pi*19.5k\Omega*15nF}(Hz) = 544Hz$$

输入差分滤波电容 C_d（输入低通截止频率）

输入差分滤波电容与输入电阻一起，形成了一个低通滤波器，可以用于衰减输入信号的高频分量，当扬声器播放音乐声音发尖时，可以适当衰减一部分高频输入信号，使音乐信号柔和、舒适。低通滤波器的-3dB 点如下所示：

$$f_L(-3dB) = \frac{1}{2*\pi*(R_{ini}//R_{ine})*2*C_d}(Hz)$$

以输入电阻 Rine=3kΩ，差分电容 0.47nF 为例，输入低通截止频率如下所示：

版权所有 ©2012 上海艾为电子技术有限公司

$$f_L(-3dB)=\frac{1}{2*\pi*(R_{ini}//R_{ine})*2*C_d}(Hz)=\frac{1}{2*\pi*2.54k\Omega*2*0.47nF}(Hz)=66.7kHz$$

电源退耦电容（C_S）

良好的退耦电容可以提高功放的效率和最佳的性能，同时为得到良好的高频瞬态性能，希望电容的 ESR 值要尽量小。K6 的应用中，有两个 VDD 管脚，分别是 A3 和 B3，推荐使用低 ESR（equivalent-series-resistance）的 X7R 或者 X5R 陶瓷电容，一般使用 4.7uF 的陶瓷电容将 V_{DD} 旁路到地，去耦电容在布局上应尽可能的靠近芯片的 V_{DD} 放置。如果希望更好地滤除低频噪声，则需要根据具体应用添加一个 10μF 或更大的去耦电容。同时在电源管脚上放置一个 33pF~0.1uF 的陶瓷电容，用以滤除电源上的高频干扰，这个电容要尽量紧靠 A3，B3 管脚放置。

电荷泵 Flying 电容（C_F）

Flying 电容用于在电源和电荷泵负载之间传递能量，Flying 电容的值直接影响电荷泵的负载调整率和输出驱动能力。Flying 电容太小，会影响电荷泵的负载调整率和输出驱动能力，从而影响功放的输出功率，Flying 电容越大，负载调整能力越强，驱动能力也越强。推荐使用 2.2uF，低 ESR 的 X7R、X5R 陶瓷电容，需要选用 10V 耐压的电容。

电荷泵输出电容（C_{OUT}）

电荷泵的输出电容容值和 ESR 直接影响电荷泵输出电压的纹波大小，从而影响功放的性能。推荐使用 4.7uF，低 ESR 的 X7R、X5R 陶瓷电容，需要选用 10V 耐压的电容。

输出磁珠、电容

AW8736 在 K 类模式下，采用了 EEE 技术，在没有磁珠、电容的情况下，仍可满足 FCC CLASS B 规范要求。在输出线过长或者器件布局靠近 EMI 敏感设备时，建议使用磁珠、电容，磁珠、电容紧靠芯片输出管脚放置。

版权所有 ©2012 上海艾为电子技术有限公司

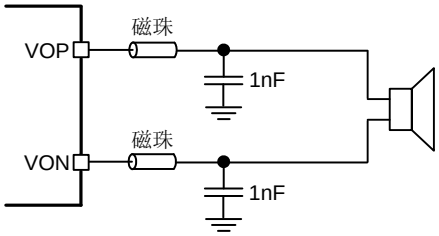


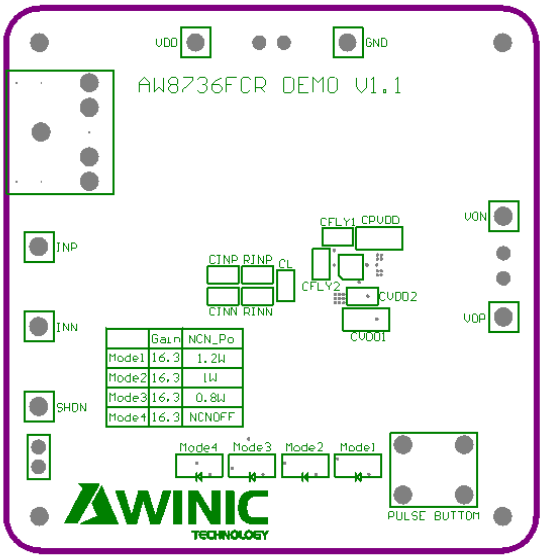
图 18 典型的输出磁珠、电容应用图

推荐磁珠类型

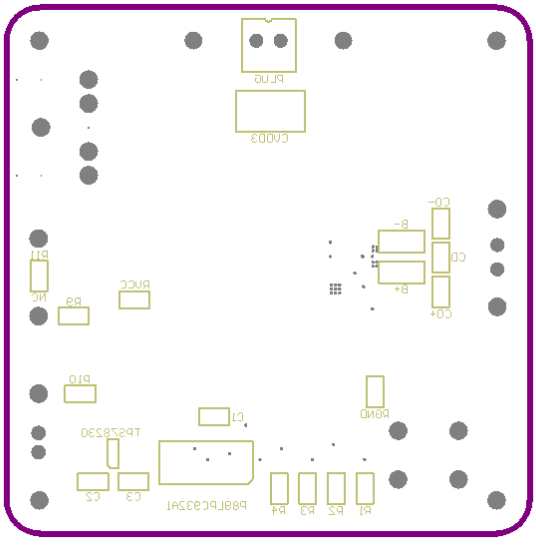
供应商	型号	封装	描述
Sunlord	UPZ1608U221-2R2TF	0603	Imax=2.2A;Z@100MHz=220Ω;DCR=0.05Ω；喇叭阻抗8Ω

在 K 类模式下，输出为方波信号，该方波信号在输出电容上会形成开关电流，增加静态功耗，因此输出电容不宜太大，推荐使用 1nF 的陶瓷电容。

PCB 位图



Top Layer



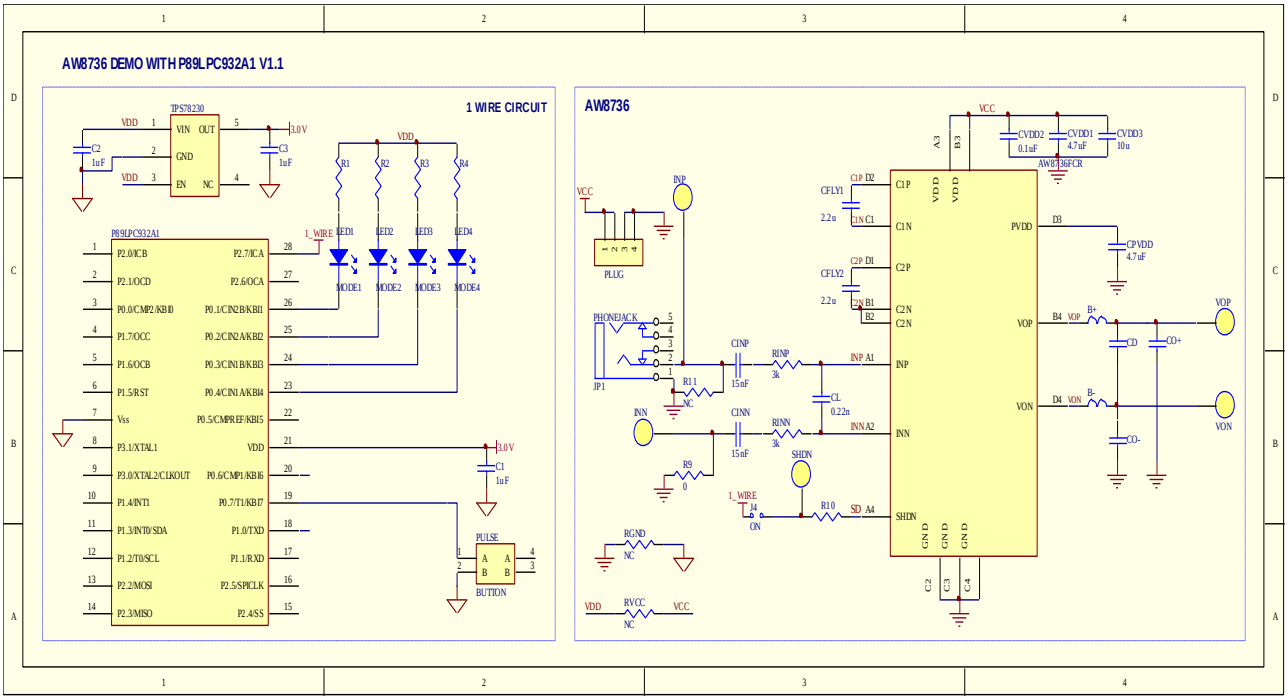
Bottom Layer

版权所有 ©2012 上海艾为电子技术有限公司

高效率、超低失真、恒定大音量、第六代 K 类音乐功放

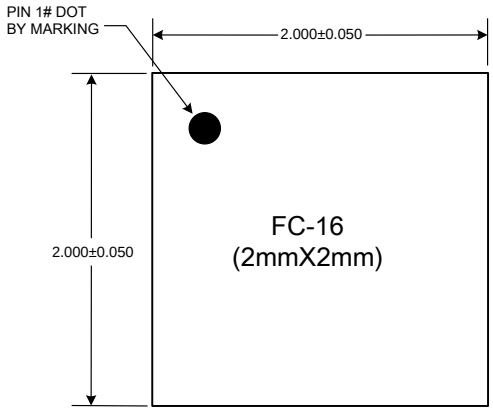
Demo 板信息

原理图

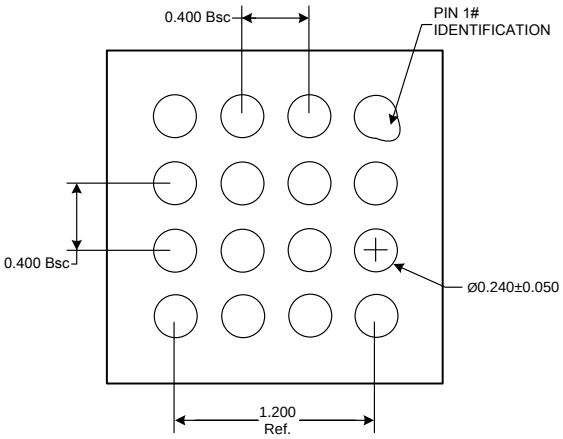


封装描述

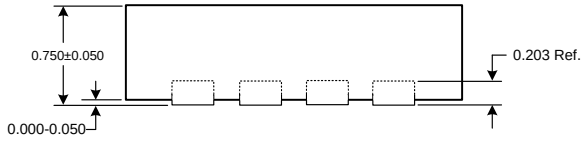
TOP VIEW



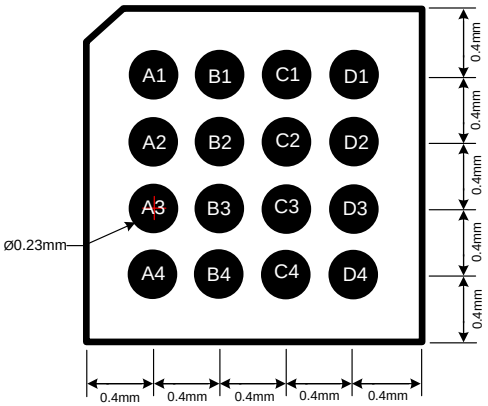
BOTTOM VIEW



SIDE VIEW



PAD Dimention



FC-16

Unit: mm

版权所有 ©2012 上海艾为电子技术有限公司

高效率、超低失真、恒定大音量、第六代 K 类音乐功放

版本信息

版本	说明	修改人	时间
V0.9	AW8736FCR 芯片手册初稿	张海军	2012-10-31
V1.0	AW8736FCR 芯片手册正式发布	张海军	2012-11-30
V1.1	增加 SNR 指标	张海军	2013-01-05
V1.2	增加 12 倍放大倍数的模式说明，增加 4ohm 负载时输出功率	张海军	2013-02-22
V1.3	在焊盘图上增加各脚标示	张海军	2013-03-29
V1.4	1、 将应用信息中‘电荷泵保持电容 CH’改为电荷泵输出电容，建议采用耐压值为 10V X5R，X7R 的电容； 2、 增加电荷泵效率的测试负载条件； 3、 增加电荷泵工作频率； 4、 将手机工作电压范围改为 3.3V~4.35V； 5、 将第 12 页中的‘额度’功率改为额定功率； 6、 NCN 的全称写法 No-Crack-Noise 改为 Non-Crack-Noise； 7、 将第 13 页中‘无破音’改为防破音； 8、 将 K-ChargePump 部分中关于“PVDD 是 VDD 的倍数（1.5 倍或 2 倍）”描述更改；	张海军	2013-04-19
V1.5	第一页中 AW8736 的引脚标识加亮	张海军	2013-05-21

声明：上海艾为电子技术有限公司不对本公司产品以外的任何电路使用负责，也不提供其专利许可。上海艾为电子技术有限公司保留在任何时间、没有任何通报的前提下修改产品资料和规格的权利。