



6.5W带数字音量控制/内置BOOST升压D类音频功率放大器

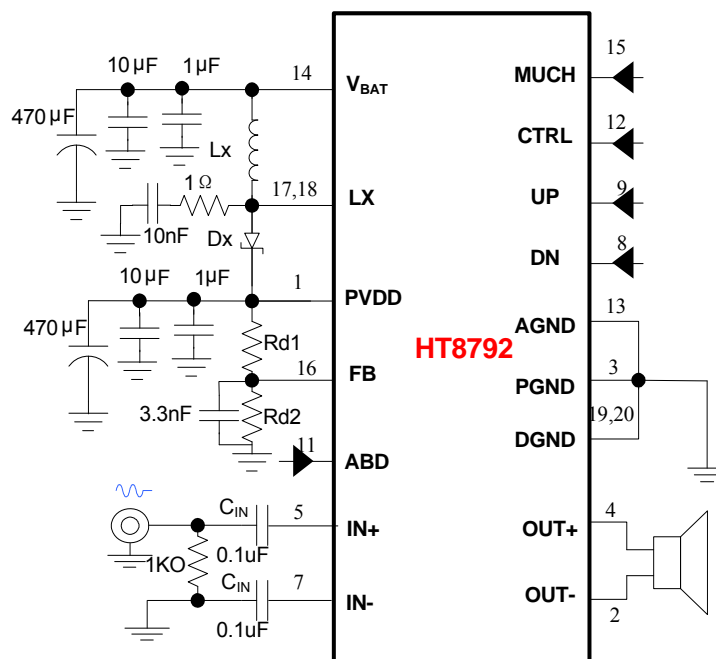
■ 特点

- 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
 - 6.5 W($V_{BAT}=4.2V$, $PVDD = 7.0V$, $R_L=4\Omega$, $THD+N=10\%$)
 - 8.0 W($V_{BAT}=4.2V$, $PVDD = 7.0V$, $R_L=3\Omega$, $THD+N=10\%$)
 - 3.5 W($V_{BAT}=4.2V$, $PVDD = 7.0V$, $R_L=8\Omega$, $THD+N=10\%$)
- 电源
 - 升压输入 V_{BAT} : 2.5V至5.5V
 - 升压输出 $PVDD$: V_{BAT} 至7.0V
- BOOST输出电压可调
- AB/D类可切换
- 32阶数字音量控制
- 保护功能:过流/过热/欠压异常保护功能
- 无铅封装, TSSOP20L-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
- MP4, 导航仪
- 智能手机
- 便携式游戏机

■ 典型应用图



■ 概述

HT8792是一款内部集成32阶数字音量控制和BOOST升压模块的D类音频功率放大器。内置的BOOST升压模块可通过外置电阻调节升压值, 即使是锂电池供电, 在升压至7.0V时, 10% THD+N, 4Ω负载条件下, 能连续输出6.5 W功率。其支持外部设置调节BOOST输出电压。

HT8792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BOOST升压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。

HT8792具有AB类和D类的自由切换功能, 在受到D类功放EMI干扰困扰时, 可随时切换至AB类音频功放模式,

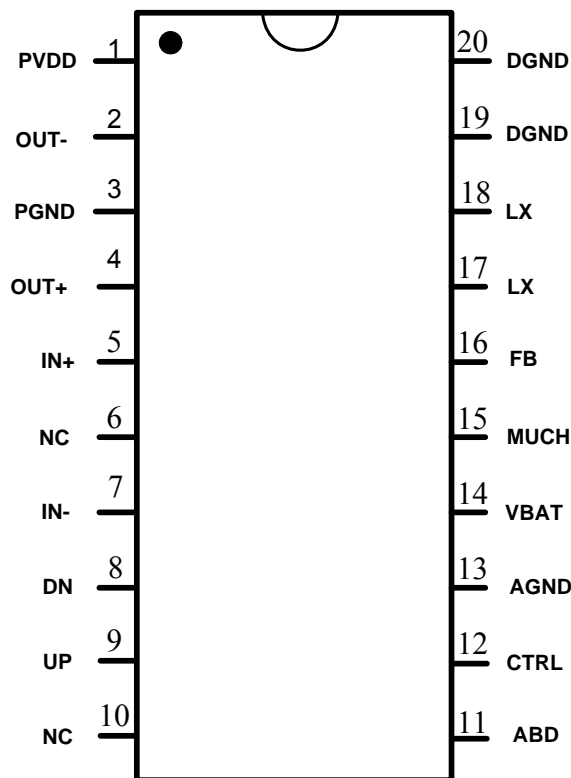
HT8792内部集成免滤波器数字调制技术, 能够直接驱动扬声器, 并最大程度减小脉冲输出信号的失真和噪音。输出无需滤波网络, 极少的外部元器件节省了系统空间和成本, 是便携式应用的理想选择。

此外, HT8792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。

目录

■ 特点	1
■ 应用	1
■ 概述	1
■ 典型应用图	错误! 未定义书签。
■ 引脚信息	3
■ 引脚定义 ^{*1}	3
■ 订购信息	4
■ 电气特性	4
● 极限工作条件 ^{*3}	4
● 推荐工作条件	4
● 电气特性 ^{*5}	5
■ 典型特性曲线	8
Class D Channel	8
■ 功能描述及应用信息	14
● BOOST 升压模块	14
(1) Boost 输出电压配置	14
(2) LX 端 RC	14
(3) BOOST 输入输出电容	14
(4) 电感的选择和放置	14
(5) 肖特基二极管的选择和放置	14
(6) 布线考虑	15
● 音频功放输入配置	15
● 音频功放输出	15
● 数字音量控制	15
● CTRL 模式设置	17
● CTRL 模式控制功能	17
● ABD, MUCH 引脚设置	18
● 咔嗒-噼噗声消除	19
● 保护功能	19
■ 封装外形	20
图表 1 Boost 输出电压设置	14
图表 2 LX 端 RC 设置	14
图表 3 (1) 差分输入; (2) 单端输入	15
图表 4 输出端的连接	15
图表 5 CTRL 端内部电阻	17
图表 6 ACF 工作原理示意图	18
图表 7 ABD, MUCH 内部示意图	19
表格 1 BOOST 输出电压配置表	14
表格 2 CTRL 引脚不同模式设置的输入电压	17
表格 3 ACF-1 和 ACF-2 模式区别	18
表格 4 逻辑电平设置	18

■ 引脚信息



TSSOP20L-PP 顶视图

■ 引脚定义^{*1}

SOP 引脚号	引脚 名称	I/O	ESD 保护电路	功能
1	PVDD	Power	-	升压转换器输出电压
2	OUT-	O	-	反向输出端 (BTL-)
3	PGND	GND	-	功率地
4	OUT+	O	-	同相输出端 (BTL+)
5	IN+	I	PN	同相输入端 (差分+)
6	NC	NC	-	无连接
7	IN-	I	PN	反相输入端 (差分-)
8	DN	I	PN	音量减小控制 (低电平有效)
9	UP	I	PN	音量增大控制 (低电平有效)
10	NC	NC	-	无连接
11	ABD	I	PN	AB类D类工作模式切换
12	CTRL	I	PN	ACF模式和关断模式控制端
13	AGND	GND	PN	模拟地
14	V _{BAT}	I	PN	电源输入
15	MUCH	I	PN	静音控制, H静音
16	FB	I	PN	电压反馈取样点
17,18	Lx	I	-	升压调整管输入
19,20	DGND	GND	-	功率地

注¹ I: 输入端 O: 输出端 A: 模拟端

■ 订购信息

H T 8 7 9 2 XX

封装形式

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
HT8792MTE	TSSOP20L-PP	HT8792MTE UVWXYZ ^{*2}	-40℃~85℃ (扩展工业级)	管装 46片/管

注2: WXYZ/UVWXYZ为内部生产跟踪随机编码。

注: 除特殊说明外, 以下页面的数据内容均针对TSSOP20L-PP封装形式的HT8792型号产品。

■ 电气特性

● 极限工作条件^{*3}

参数	符号	最小值	最大值	单位
电源电压范围	V _{BAT}	-0.3	6.0	V
BOOST升压范围	PVDD	V _{BAT}	7.8	V
输入信号电压范围 (IN+, IN-)	V _{IN}	V _{SS} -0.6	PVDD+0.6	V
输入信号电压范围 (除IN+, IN-外)	V _{IN}	V _{SS} -0.3	PVDD+0.3	V
工作环境温度范围	T _A	-40	85	℃
工作结温范围	T _J	-40	150	℃
储存温度	T _{STG}	-50	150	℃

注3: 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PVDD/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 ^{*4}	V _{BAT}		2.5	3.6	5.5	V
BOOST升压范围	PVDD		V _{BAT}	7.0	7.5	V
工作环境温度	T _a		-40	25	85	℃
扬声器阻抗	R _L		2			Ω

注4: V_{BAT}的上升时间应当超过1μs。

● 电气特性⁵

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
BOOST Converter						
BOOST输出电压	PVDD		V _{BAT}	7.0	7.5	V
BOOST开关频率	f _{SW}			410		kHz
BOOST最大输出电流峰值	I _{LIMITRIP}			3.2		A
Class D Channel V _{SS} =0V, V _{BAT} =3.6V, Ta=25°C, C _{IN} =0.1uF, ACF-Off模式, 除非特殊说明						
载波调制频率	f _{PWM}			410		kHz
D类过流保护值	I _{max}				5	A
系统增益	A _{V0}	Class D		9.0 ^{*6}	30 ^{*7}	dB
		Class AB		2.9 ^{*6}	20 ^{*7}	
上电启动时间 (或从关断唤醒时间, 或从AB类切换至D类唤醒时间)	t _{STUP}			64		ms
ACF衰减增益	A _a		-16		0	dB
关断电流	I _{SD}	CTRL=V _{SS}		25		μA
PVDD = 6.5V						
输出功率	P _O	R _L =4Ω	V _{BAT} =4.2V, f=1kHz, THD+N=10%		5.6	W
		R _L =3Ω			7.0	
		R _L =8Ω			3.1	
		R _L =4Ω	V _{BAT} =4.2V, f=1kHz, THD+N=1%		4.5	
		R _L =3Ω			5.6	
		R _L =8Ω			2.5	
总谐波失真加噪声	THD+N	P _O =0.1W	R _L =4Ω, f=1kHz		0.23	%
		P _O =1.0W			0.12	%
		P _O =3.0W			0.15	%
输出噪声	V _N	f=20Hz~20kHz, A加权, Av=26dB		150		μV _{rms}
信噪比	SNR	A加权, Av=26dB, THD+N = 1%		90		dB
失调电压	V _{OS}			±2		mV
效率(Class D + Boost)	η	V _{BAT} =3.6V, R _L =4Ω+22uH, THD+N = 10%		70		%
		V _{BAT} =3.6V, R _L =8Ω+33uH, THD+N = 10%		75		%
静态电流	I _{BAT}	No Load	Input Grounded		20	mA
		With Load ^{*8}			20	mA
静音电流	I _{MUTE}	No Load	Input Grounded, MUCH = H		8	mA
		With Load ^{*8}			8	mA
最大输入信号	V _{INmax}	f _{IN} = 1kHz, THD+N ≤ 10%, ACF-1 ON		1.2		V _{rms}
PVDD = 7.0V						
输出功率	P _O	R _L =4Ω	V _{BAT} =4.2V, f=1kHz, THD+N=10%		6.6	W
		R _L =3Ω			8.2	
		R _L =8Ω			3.5	
		R _L =4Ω	V _{BAT} =4.2V, f=1kHz, THD+N=1%		5.3	
		R _L =3Ω			6.6	
		R _L =8Ω			2.9	
总谐波失真加噪声	THD+N	P _O =0.1W	R _L =4Ω, f=1kHz		0.23	%
		P _O =1.0W			0.12	%
		P _O =3.0W			0.15	%
输出噪声	V _N	f=20Hz~20kHz, A加权, Av=26dB		150		μV _{rms}

HT8792

D 类音频功放

信噪比	SNR	A加权, Av=26dB, THD+N = 1%		90		dB
失调电压	V _{OS}			±2		mV
效率(Class D + Boost)	η	V _{BAT} =3.6V, R _L =4Ω+22uH, THD+N = 10%		70		%
		V _{BAT} =3.6V, R _L =8Ω+33uH, THD+N = 10%		75		%
静态电流	I _{BAT}	No Load	Input Grounded	30		mA
		With Load ^{*8}		30		mA
静音电流	I _{MUTE}	No Load	Input Grounded, MUCH = H	10		mA
		With Load ^{*8}		10		mA
最大输入信号	V _{INmax}	f _{IN} = 1kHz, THD+N ≤ 10%, ACF-1 ON		1.35		V _{rms}
Class AB Channel^{*9} V _{SS} =0V, V _{BAT} =3.6V, Av=20dB, Ta=25°C, C _{IN} =0.1uF, 除非特殊说明						
输出功率	P _O	R _L =4Ω, V _{BAT} =3.6V	f=1kHz, THD+N=10%	1.3		W
		R _L =4Ω, V _{BAT} =4.2V		1.8		
		R _L =4Ω, V _{BAT} =5.0V		2.65		W
		R _L =4Ω, V _{BAT} =3.6V	f=1kHz, THD+N=1%	1.0		W
		R _L =4Ω, V _{BAT} =4.2V		1.5		
		R _L =4Ω, V _{BAT} =5.0V		2.1		W
总谐波失真加噪声	THD+N	P _O =0.01W	R _L =4Ω, f=1kHz	0.12		%
		P _O =0.1W		0.1		%
输出噪声	V _N	f=20Hz~20kHz, A加权, Av=20dB		75		μV _{rms}
信噪比	SNR	A加权, Av=20dB, THD+N = 1%		90		dB
失调电压	V _{OS}			±4		mV
效率	η	R _L =4Ω+22uH, THD+N = 10%		70		%
		R _L =8Ω+33uH, THD+N = 10%		74.5		%
静态电流	I _{BAT}	No Load	Input Grounded	20		mA
		With Load		20		mA
静音电流	I _{MUTE}	No Load	Input Grounded, MUCH = H	2.0		mA
		With Load		2.0		mA
关断电流	I _{SD}	CTRL=V _{SS}		36		μA
系统增益	AV ₀	R _{IN} =56 kΩ		20		dB
上电启动时间 (或从关断唤醒时间, 或从D类切换至AB类唤醒时间)	t _{STUP}			270		ms
Digital Input/Output						
ACF-Off 模式设置阈值	V _{MOD1}			0.75PVDD	PVDD	V
ACF-1 模式设置阈值 ^{*10}	V _{MOD2}			0.45PVDD	0.70PVDD	V
ACF-2 模式设置阈值 ^{*10}	V _{MOD3}			0.10PVDD	0.40PVDD	V
SD 关断模式设置阈值	V _{MOD4}			V _{SS}	0.06PVDD	V
SD关断恢复电压	V _{CTRL_ON}			0.8		
CTRL内部下拉电阻	R _{CTRL}	Class D		125		K Ω
		Class AB		+∞		
ABD, MUCH输入高电平	V _{IH}			1.5		V
ABD, MUCH输入低电平	V _{IL}				0.4	V
ABD内部下拉电阻	R _{ABD}			250		K Ω
MUCH内部下拉电阻	R _{MUCH}			300		K Ω
MISCELLANEOUS						

V _{BAT} 电源的启动阈值	V _{UVLH}			2.5		V
V _{BAT} 电源的关断阈值	V _{UVLL}			2.3		V

注5: 以上模拟特性随所选元件和PCB布局而有所变化。

注6: 此处指芯片上电的初始增益。

注7: 此处是指将芯片音量调至最大时候的系统增益。

注8: 此处负载使用4ohm+22uH来模拟喇叭。

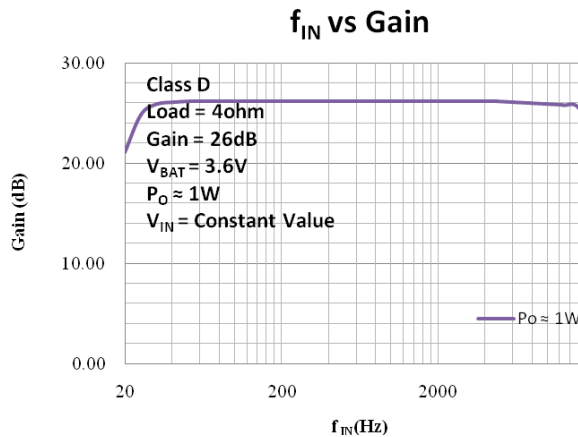
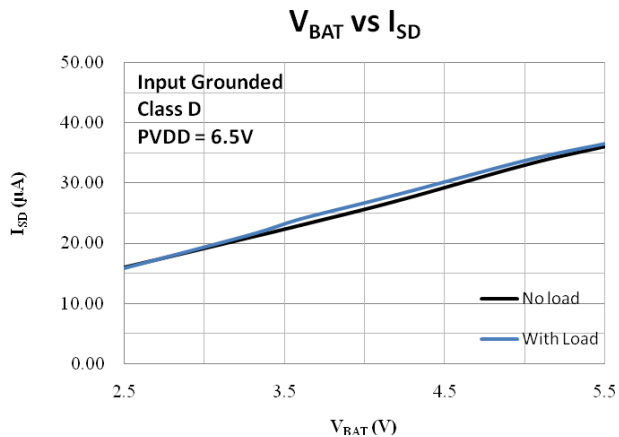
注9: AB类模式下, DCDC模块自动关闭, 由于外置二极管的压降, 实际提供AB类电源PVDD电压是 $V_{BAT} - V_F$, 而 V_F 在不同器件、不同电流下会有所不同, 该表测试则均是在使用30BQ015PbF Schottky Rectifier条件下测得的数据, 其 $V_{FM} = 0.35V$ (Pulse width < 300 μs , duty cycle < 2 %, 3 A, 25 $^{\circ}C$)。

注10: ACF-1和ACF-2模式仅对D类模式有效, 在AB类模式下, 其对应电平所在模式仍为ACF-Off。

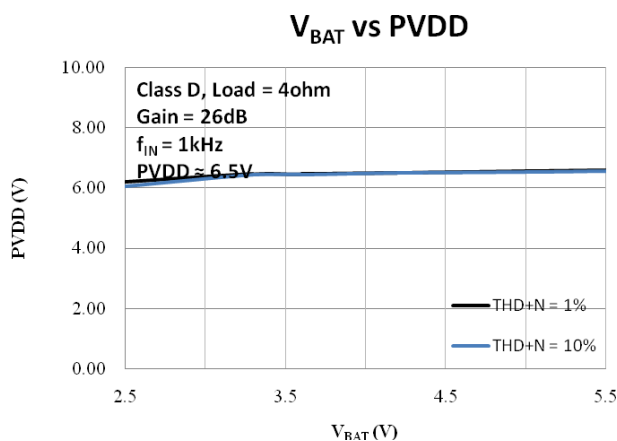
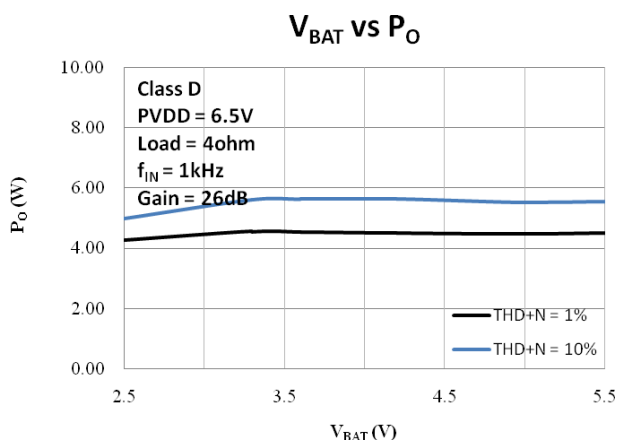
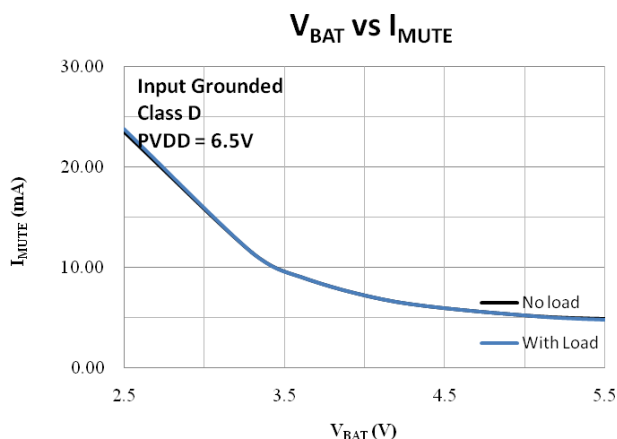
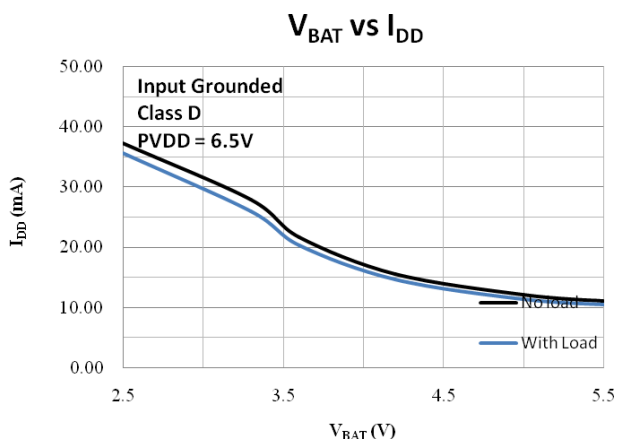
■ 典型特性曲线

Class D Channel

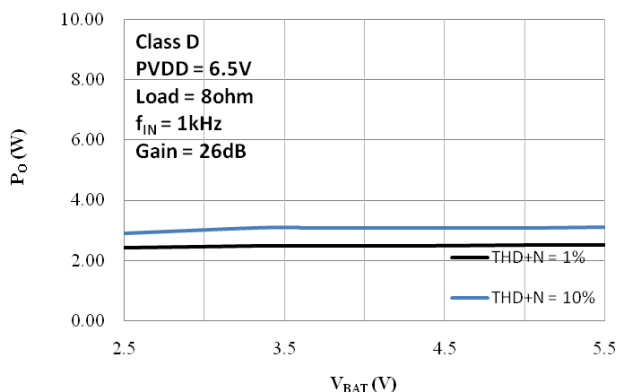
Condition: Class D mode, $V_{BAT} = 3.6V$, $f_{IN} = 1kHz$, Gain = 26dB, ACF off, Output = Load + Filter, Load = 4ohm, Filter = 100ohm + 47nF, unless otherwise specified



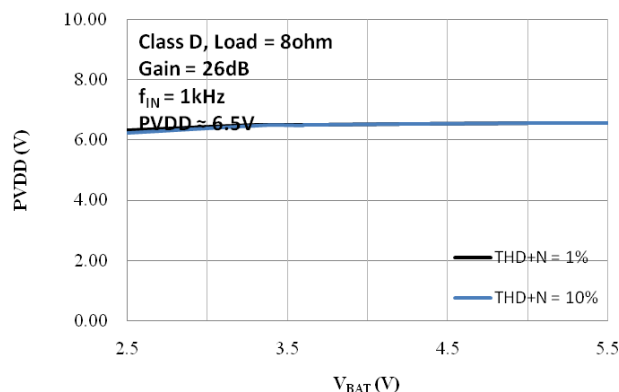
PVDD = 6.5V



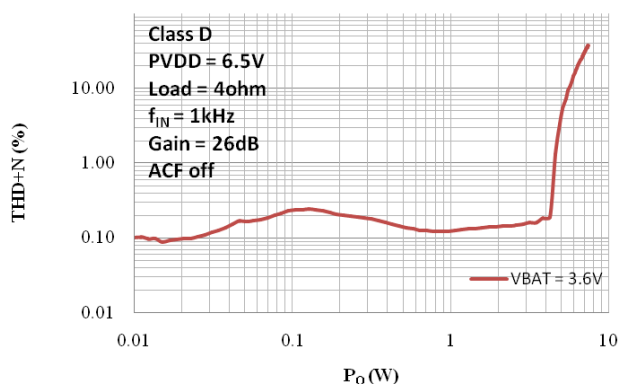
V_{BAT} vs P_O



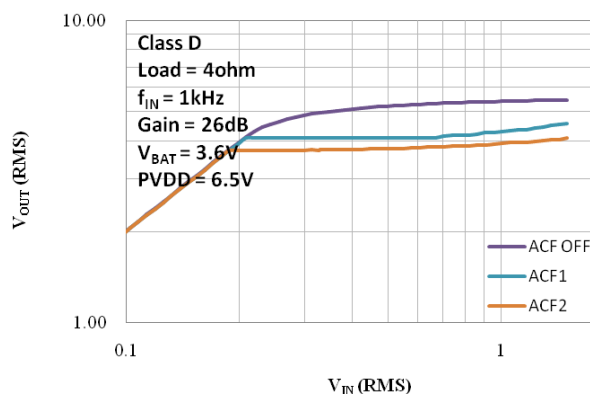
V_{BAT} vs PVDD



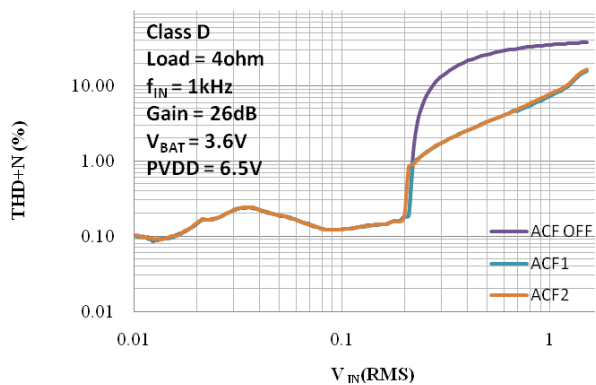
P_O vs THD+N



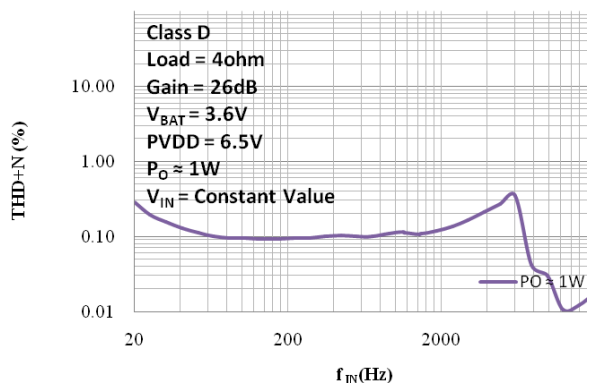
V_{IN} vs V_{OUT}



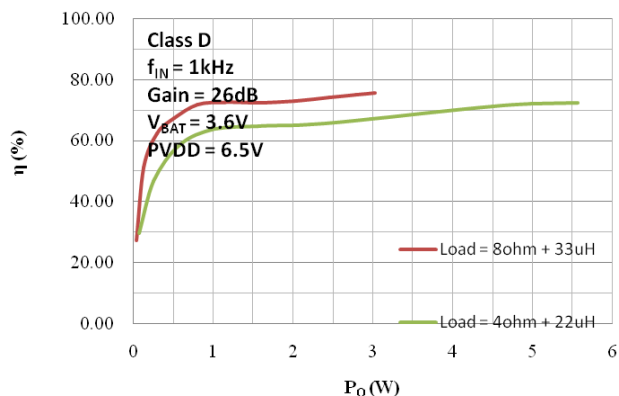
V_{IN} vs THD+N



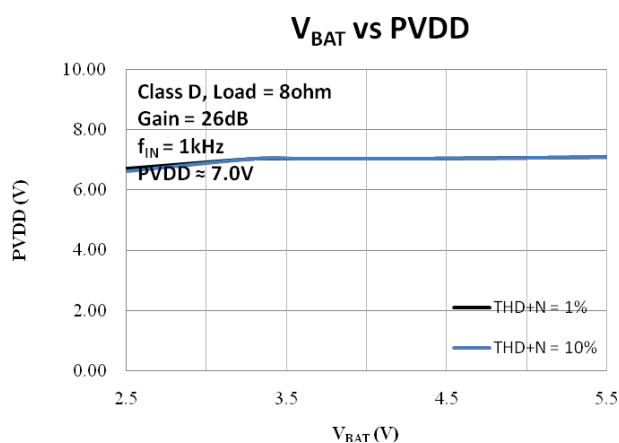
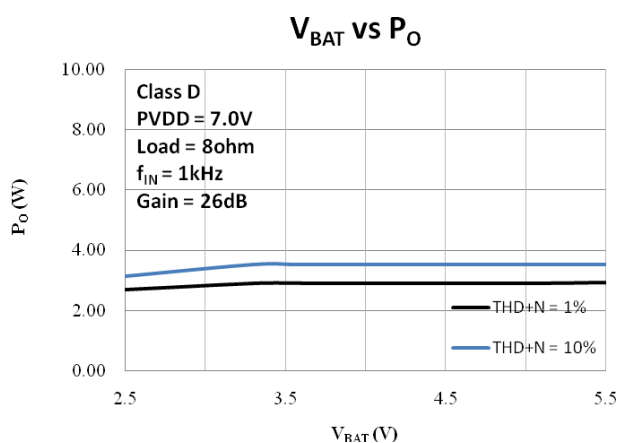
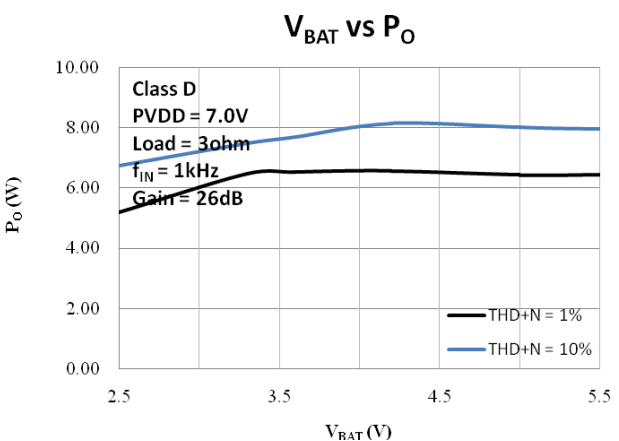
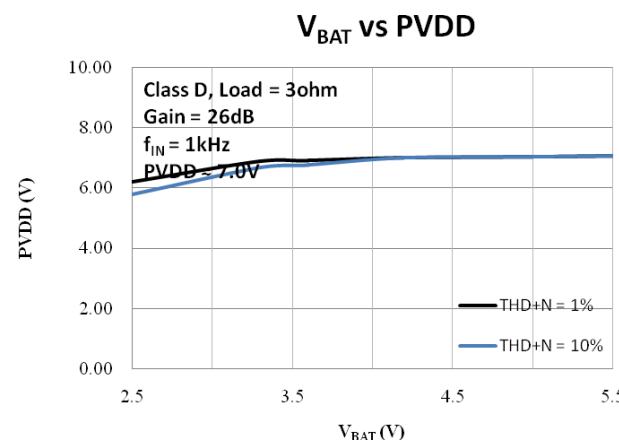
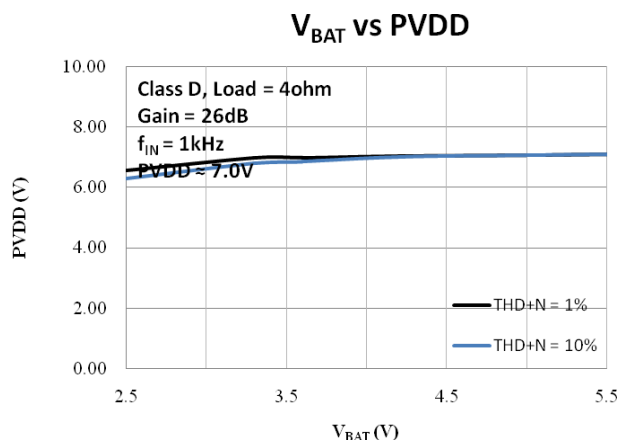
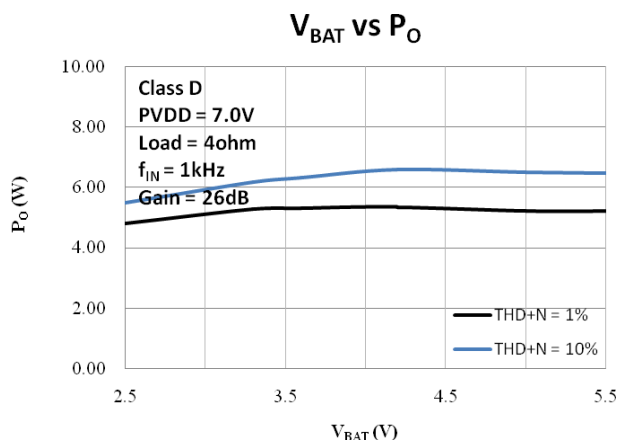
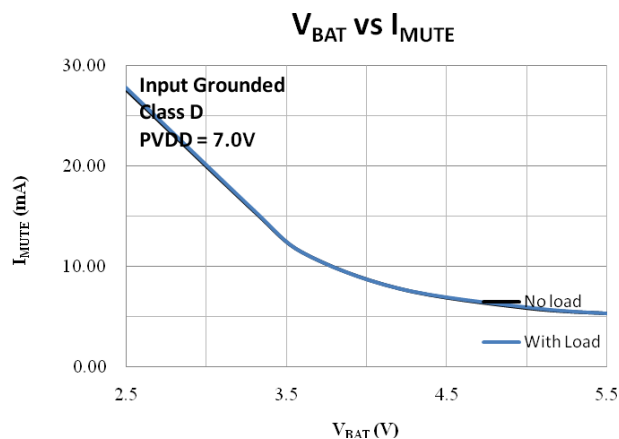
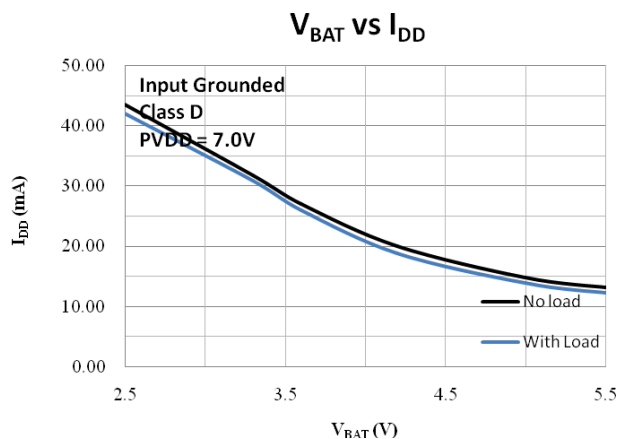
f_{IN} vs THD+N



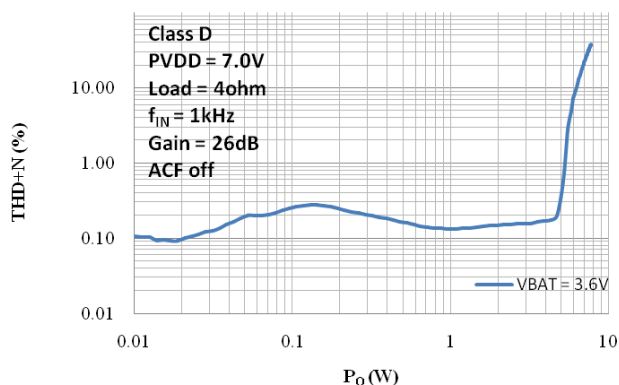
P_O vs η



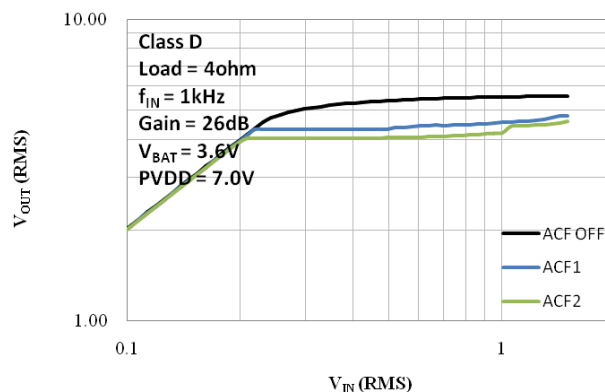
PVDD = 7.0V



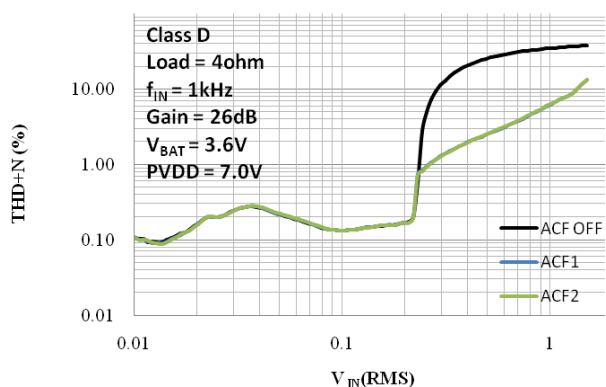
P_O vs THD+N



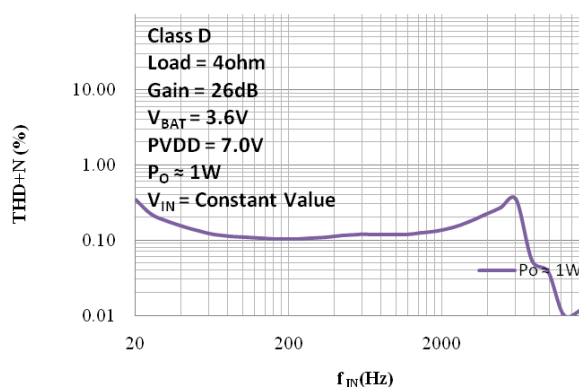
V_{IN} vs V_{OUT}



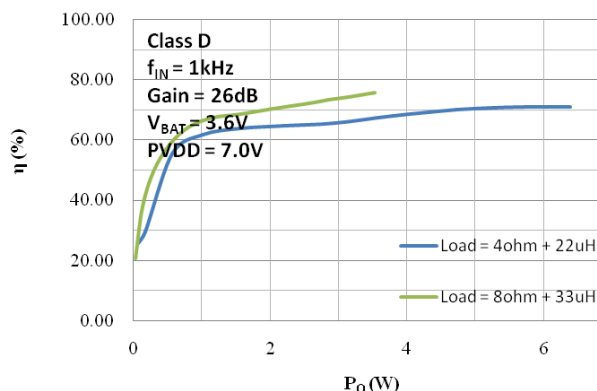
V_{IN} vs THD+N



f_{IN} vs THD+N

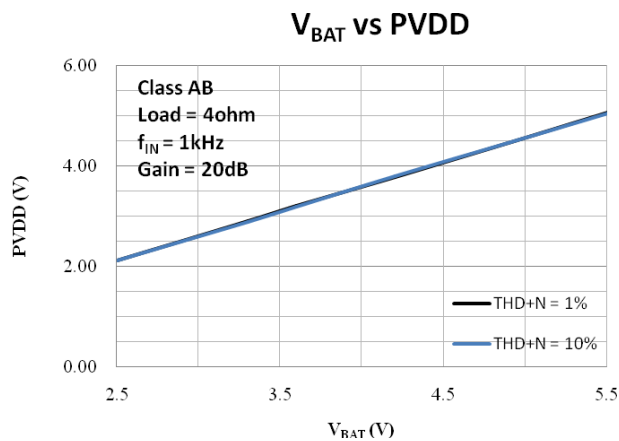
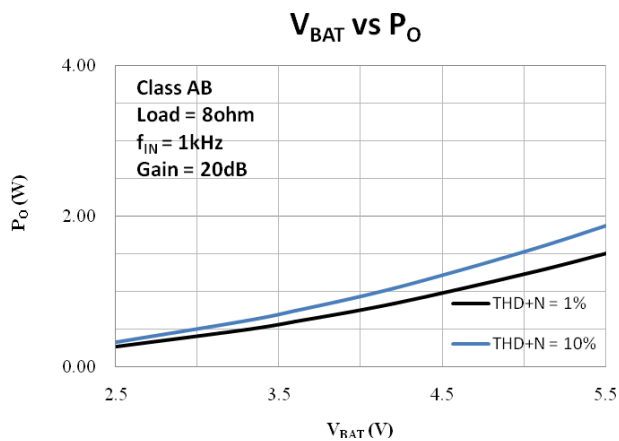
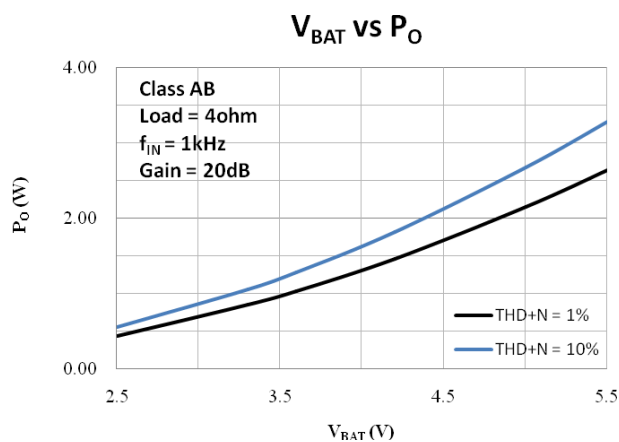
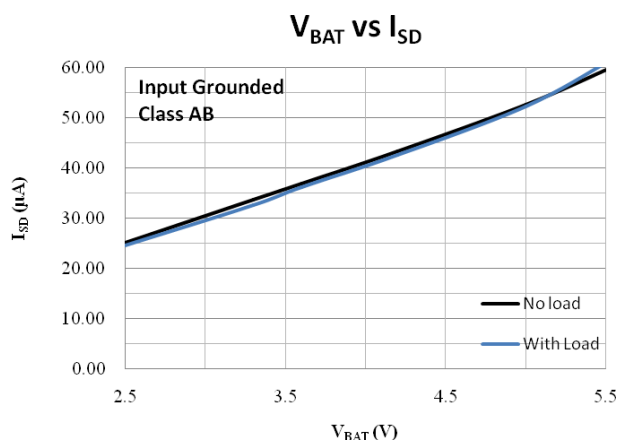
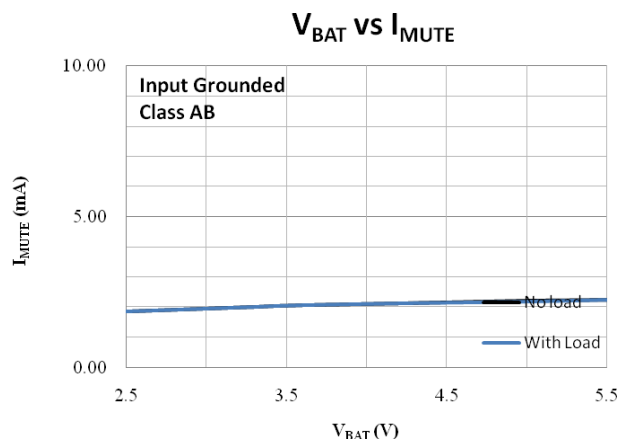
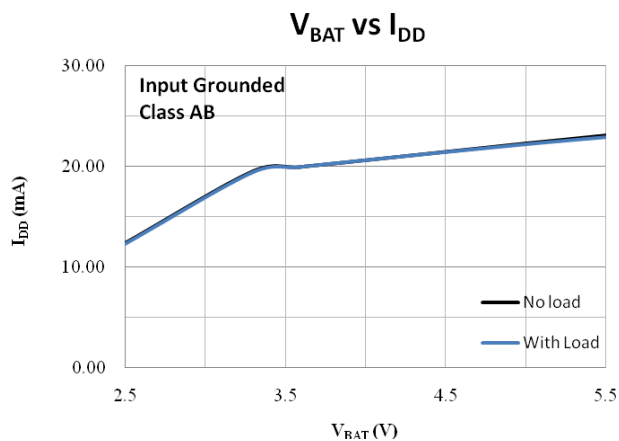


P_O vs η

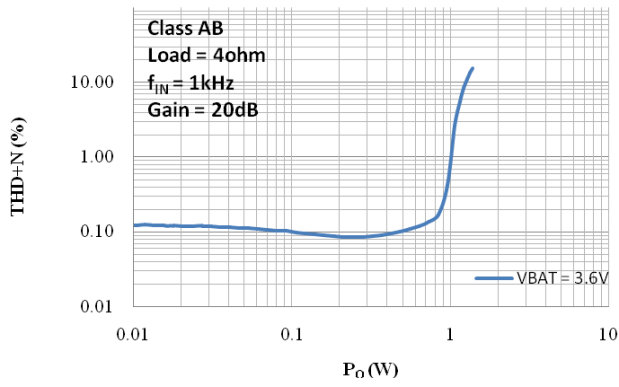


Class AB Channel

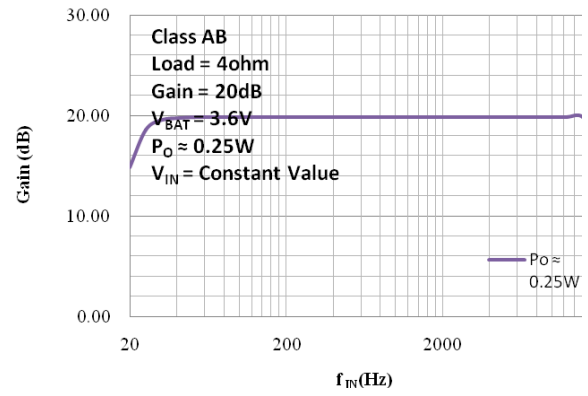
Condition: Class AB mode, $V_{BAT} = 3.6V$, $f_{IN} = 1kHz$, Gain = 20dB, Output = Load = 4ohm, unless otherwise specified



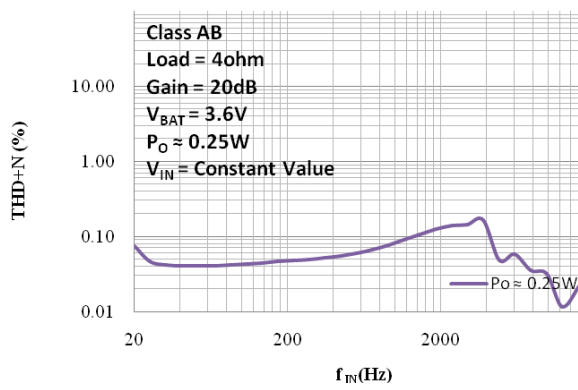
P_O vs THD+N



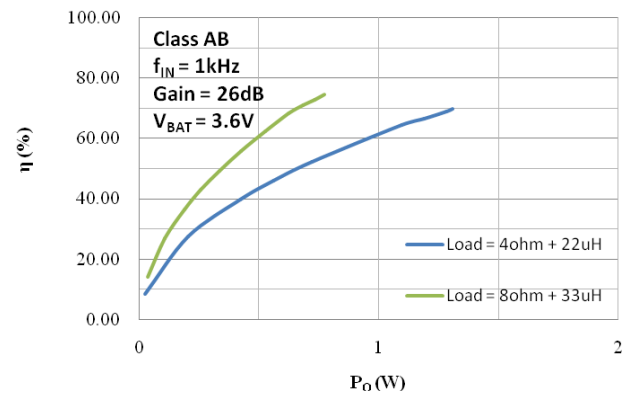
f_{IN} vs Gain



f_{IN} vs THD+N



P_O vs η

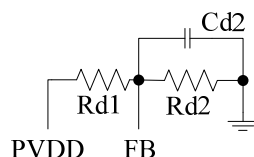


■ 功能描述及应用信息

● BOOST升压模块

(1) Boost输出电压配置

Boost升压模块的输出电压PVDD可由外部配置，如下图所示， $PVDD = 1.24 \cdot (Rd1 + Rd2) / Rd2$



图表 1 Boost 输出电压设置

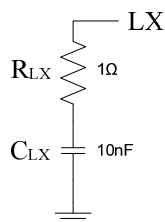
建议取值如下表，并可根据实际应用进行微调。

表格 1 BOOST 输出电压配置表

PVDD	Rd1	Rd2	Cd2
5.0V	120K	39.5K	3.3nF
6.5V	120K	28K	3.3nF
7.0V	120K	25.5K	3.3nF

(2) LX端RC

在输出PVDD较大、使用功率较大、音乐波动较大的情况下，建议在LX端加入RC，如图2，能起到稳定DCDC的作用。引入此RC，将增加板级的静态电流、并降低系统的效率，说明书中的相关数据均是在加入此RC后测得。



图表 2 LX 端 RC 设置

(3) BOOST输入输出电容

由于输入电压 V_{BAT} 经BOOST升压后的PVDD直接供电给音频功放，而音频功放在工作时对电源本身具有较大扰动，这时，电源端的滤波就非常重要。

我们建议，在 V_{BAT} 和PVDD端至少放置一组1 μ F和10 μ F接地电容，用于吸收纹波和稳定电压，并尽可能靠近芯片引脚。另外， V_{BAT} 和PVDD端需各放置一个不小于470 μ F的储能电容。这些电容应以最短的路径连接至安静可靠的地，以有效滤波。

(4) 电感的选择和放置

为保证芯片的正常工作，建议使用 $L \geq 4.7\mu H$ ， $DCR < 1\Omega$ ， $I_{SAT} \geq 3.5 A$ 。在输出PVDD较大、使用功率较大、音乐波动较大的情况下，应适当选择L较大的电感。

(5) 肖特基二极管的选择和放置

为保证芯片的正常工作，建议使用 $V_{RRM} > 12V$ ， $V_{FM} < 0.5V$ ， $I_F \geq 2 A$ 的肖特基二极管。在输出PVDD较大、使用功率较大、音乐波动较大的情况下，应适当选择 I_F 较大的肖特基二极管。

(6) 布线考虑

电源线 (V_{BAT} , $PVDD$, 包括电源地回路), LX 线, 应尽可能使用短、粗、无弯折的引线连接; 应特别注意 LX 端引线, 其开关频率会影响EMI;

V_{BAT} 和 $PVDD$ 端 C_{IN} 应尽可能靠近芯片引脚, 以保证电压的稳定;

分压反馈电阻 $Rd1$ 和 $Rd2$ 应尽量靠近 FB , FB 引线应尽量远离干扰源, 如 LX 端所连的电感、二极管等;;

IC的所有地, 应尽可能以最短的路径和星形结构连接至稳定可靠的地。

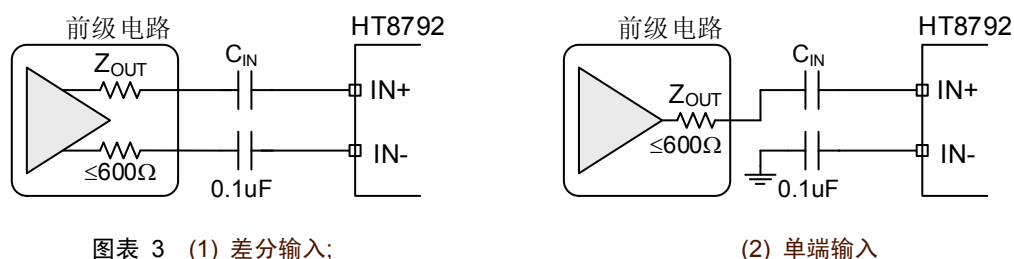
● 音频功放输入配置

HT8792 接受模拟差分或单端音频信号输入, 产生 PWM 脉冲输出信号 (D 类模式) 或音频信号 (AB 类模式) 驱动扬声器。

对差分输入, 通过隔直电容 C_{IN} 输入到 $IN+$ 和 $IN-$ 端。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。 $IN-$ 端必须通过输入电容接地。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 600Ω 。



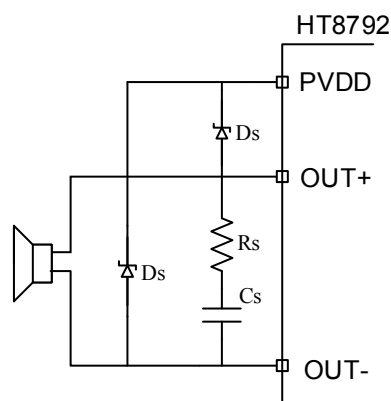
图表 3 (1) 差分输入;

(2) 单端输入

● 音频功放输出

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, 如果输入信号幅度较大 ($\geq 1.0V_{rms}$), 或DCDC模块输出电压 $PVDD$ 取值较大, 或负载喇叭阻抗较小 ($\leq 4\Omega$) 时, 有必要适当增大电源端电容 (至少 $470\mu F$ 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 4 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 $\geq 3A$; 正向浪涌峰值电流 $\geq 6A$; 正向电压 ($I_F=3A$) $\leq 0.5V$ 。

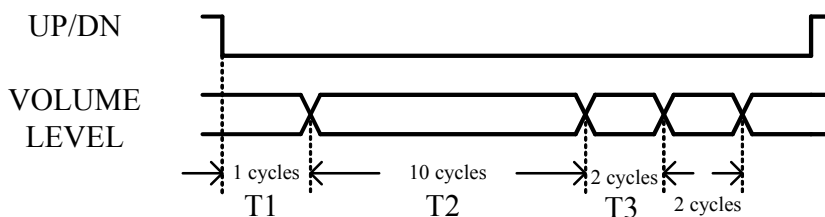
● 数字音量控制

HT8793可通过外部管脚UP、DN来实现32阶数字音量控制功能。内部计数器时钟频率(f_{CLK})由下述表达式确定:

$$f_{CLK} = f_{OSC} / 2^{14}$$

其中 f_{OSC} 为内部振荡器频率,实际测试值为400KHz左右, f_{CLK} 典型值约为25Hz (cycle \approx 40ms)。

将UP或DN管脚置低电平可实现音量上升或下降,控制时序如图5所示。其中T1为抗抖动时间,经过T1后音量上升或下降一阶;T2为音量维持不变的时间,经过较长时间T2后音量继续上升或下降一阶;此后每隔较短时间T3,音量即改变一阶,可实现音量的连续快速变化。



图表 5. 音量控制时序图

操作事项:

- UP和DN同时置低电平时,音量维持不变;
- 从静音状态恢复/关断模式恢复时,之前设置的音量不改变;
- 初始上电时,系统增益默认值为9dB (Class D) 或2.9dB (Class AB) ;
- AB类和D类32阶音量控制增益见表2。

表格 2. D类音量控制增益

阶数	Class D		Class AB	
	Av (dB)	R _{IN} (kΩ)	Av (dB)	R _{IN} (kΩ)
1	28.6	48.9	18.6	48.9
2	26.7	58.6	18.2	58.6
3	25.1	68.2	17.8	68.2
4	23.6	77.9	17.2	77.9
5	22.2	87.5	16.1	87.5
6	20.9	97.2	14.8	97.2
7	19.1	111.7	13.0	111.7
8	17.3	126.1	11.3	126.1
9	15.7	140.6	9.6	140.6
10	14.0	155.1	8.0	155.1
11	12.4	169.5	6.3	169.5
12	10.7	184.0	4.7	184.0
13	初始 9.0	初始 198.5	初始 2.9	初始 198.5
14	6.5	217.8	0.5	217.8
15	3.7	237.1	-2.3	237.1
16	1.0	252.8	-5.0	252.8
17	-1.6	265.3	-7.7	265.3
18	-4.4	275.9	-10.4	275.9
19	-7.0	283.6	-13.0	283.6

20	-9.5	289.7	-15.5	289.7
21	-12.2	294.5	-18.2	294.5
22	-14.8	298.1	-20.9	298.1
23	-17.7	301.0	-23.7	301.0
24	-21	303.4	-19.6	303.4
25	-24.1	305.0	-21.4	305.0
26	-27.6	306.2	-22.7	306.2
27	-31.0	307.2	-24.2	307.2
28	-35.0	307.8	-25.2	307.8
29	-37.5	308.2	-25.5	308.2
30	-41.0	308.4	-25.9	308.4
31	-45.0	308.7	-26.7	308.7
32	Mute	308.7	Mute	308.7

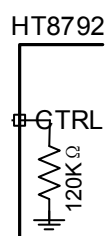
● CTRL 模式设置

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 3 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}	0.75PVDD		PVDD	V
ACF-1 模式的设置阈值电压	V_{MOD2}	0.45PVDD		0.70PVDD	V
ACF-2 模式的设置阈值电压	V_{MOD3}	0.10PVDD		0.40PVDD	V
SD 模式的设置阈值电压	V_{MOD4}	VSS		0.06PVDD	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。



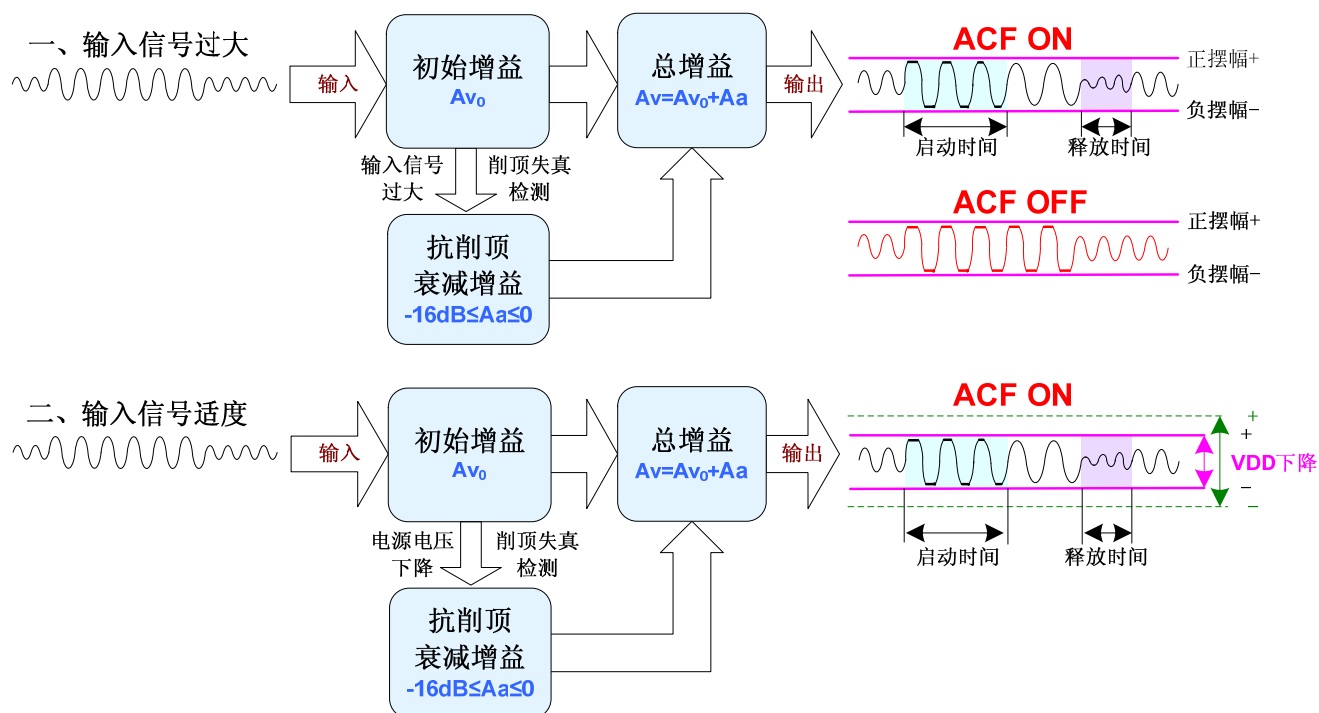
图表 6 CTRL 端内部电阻

需要注意的是，ACF-1 和 ACF-2 模式仅对 D 类模式有效，在 AB 类模式下，其对应电平所在模式仍为 ACF-Off。

● CTRL 模式控制功能

(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，HT8792 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，HT8792 也能自动衰减输出增益，实现与 PVDD 下降值相匹配的最大限度无削顶输出水平。



图表 7 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。HT8792 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 4 ACF-1 和 ACF-2 模式区别

模式	启动时间	释放时间
ACF-1	50ms	64ms
ACF-2	2.5ms	1200ms

(二) ACF OFF 模式

在 ACF-Off 模式下，ACF 功能被关闭，HT8792 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 $Av=Av_0$ 恒定不变。HT8792 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（内部通过电阻接地）。

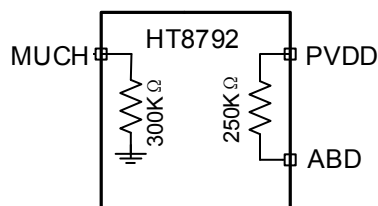
● ABD, MUCH 引脚设置

HT8792 通过 ABD, MUCH 两个管脚的电压控制实现芯片不同状态的设置。具体工作模式如下表。

表格 5 逻辑电平设置

管脚	逻辑电平	
	高电平 (H)	低电平 (L)
ABD	Class D, Boost ON	Class AB, Boost OFF
MUCH	AMP OFF (mute)	AMP ON

需要注意的是，ABD 和 MUCH 引脚支持悬空，内部分别存在上拉和下拉电阻，其中，ABD 的上拉电阻约为 250kohm, MUCH 的下拉电阻约为 300kohm。



图表 8 ABD, MUCH 内部示意图

● 咔嗒-噼噗声消除

HT8792 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 μ 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

HT8792 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。

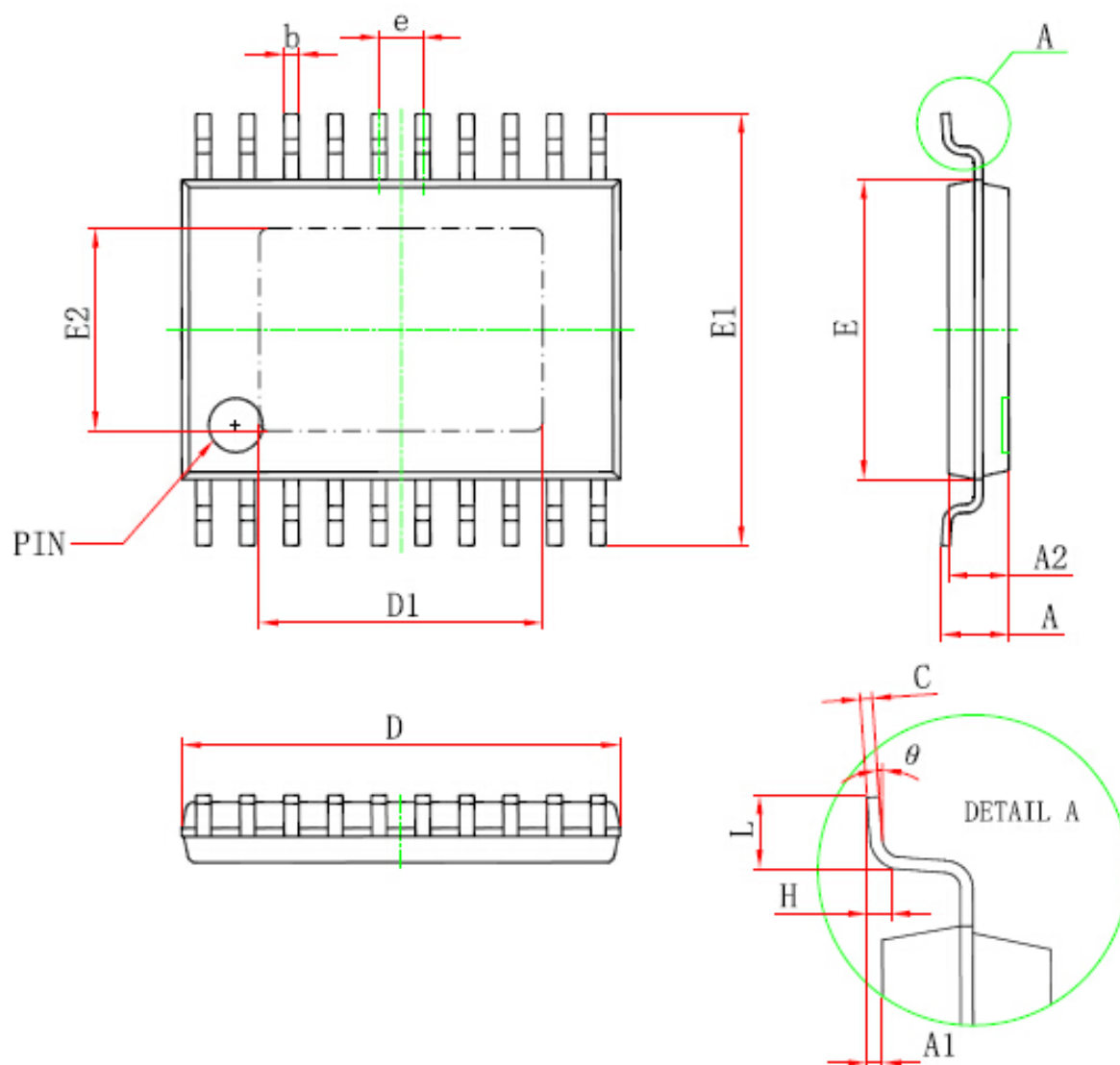
(2) 过温保护

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 V_{BAT} 低于 V_{UVLL} ，启动欠压保护，D 类功放输出端为弱低电平状态（内部通过高阻接地）；当检测到 V_{BAT} 高于 V_{UVLH} ，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



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
D	6.400	6.600	0.252	0.259
D1	4.100	4.300	0.165	0.169
E	4.300	4.500	0.169	0.177
b	0.190	0.300	0.007	0.012
c	0.090	0.200	0.004	0.008
E1	6.250	6.550	0.246	0.258
E2	2.900	3.100	0.114	0.122
A		1.100		0.043
A2	0.800	1.000	0.031	0.039
A1	0.020	0.150	0.001	0.006
e	0.65 (BSC)		0.026 (BSC)	
L	0.500	0.700	0.02	0.028
H	0.25(TYP)		0.01(TYP)	
θ	1°	7°	1°	7°