

6.5W带数字音量控制/内置BOOST升压D类音频功率放大器

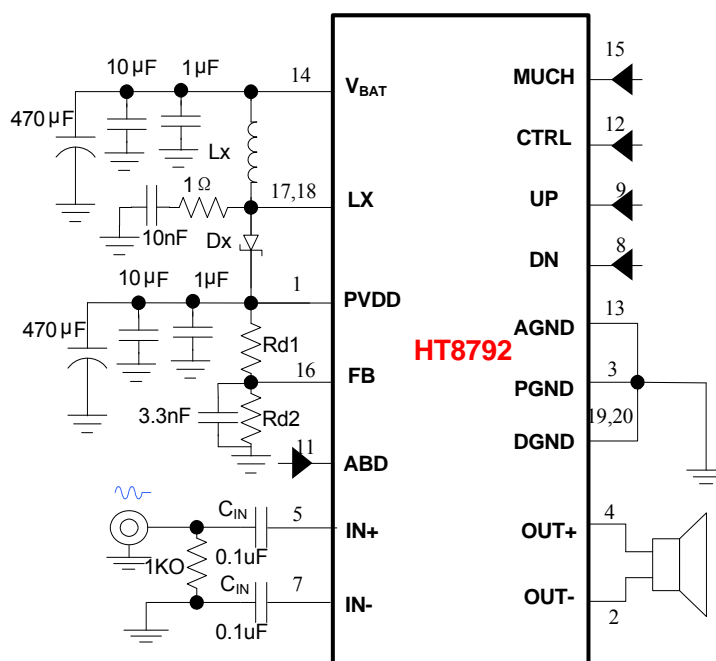
■ 特点

- 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 | • 便携式音箱 |
| • 2.1声道小音箱 | • 扩音器 |
| • iphone/ipod/ipod docking | • MP4, 导航仪 |
| • 平板电脑, 笔记本电脑 | • 智能手机 |
| • 小尺寸LCD电视/监视器 | • 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。

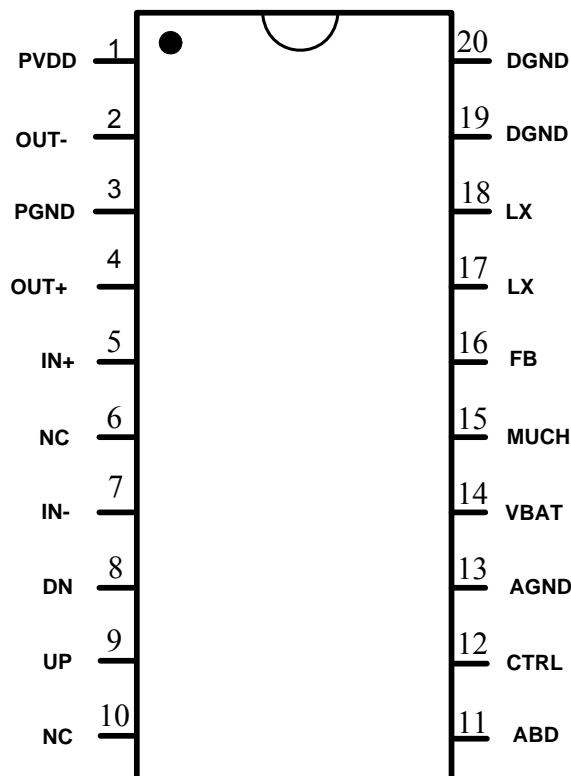
HT8792具有AB类和D类的自由切换功能, 在受到D类功放EMI干扰困扰时, 可随时切换至AB类音频功放模式,

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, A _v =26dB		150		μV _{rms}
信噪比	SNR	A加权, A _v =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, A _v =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	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。

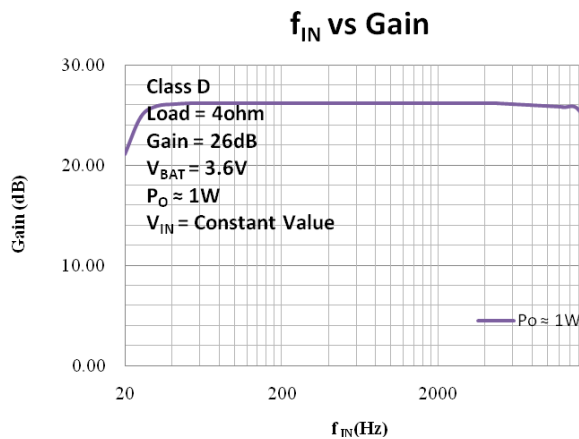
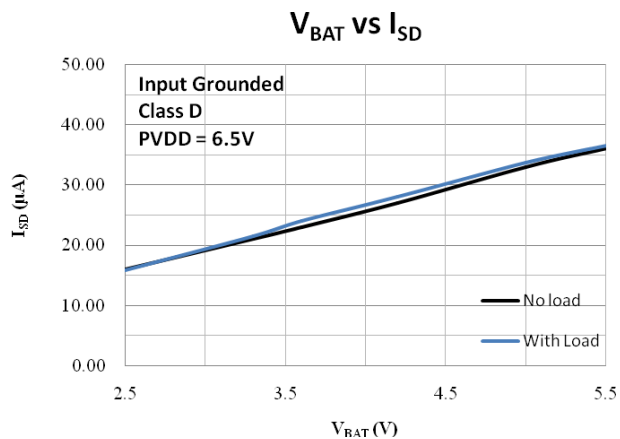
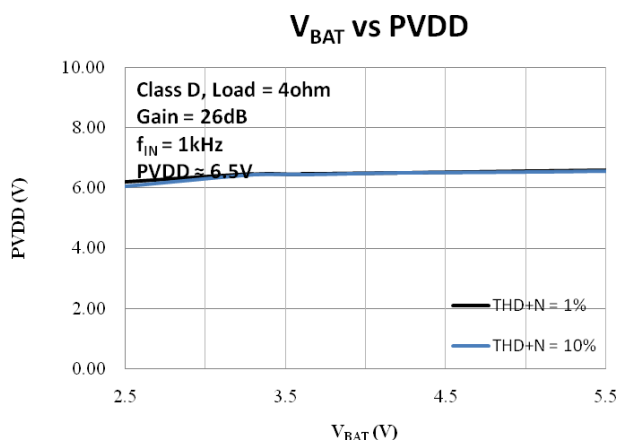
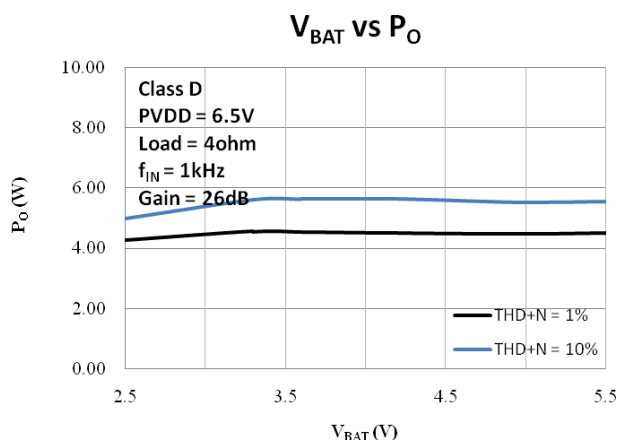
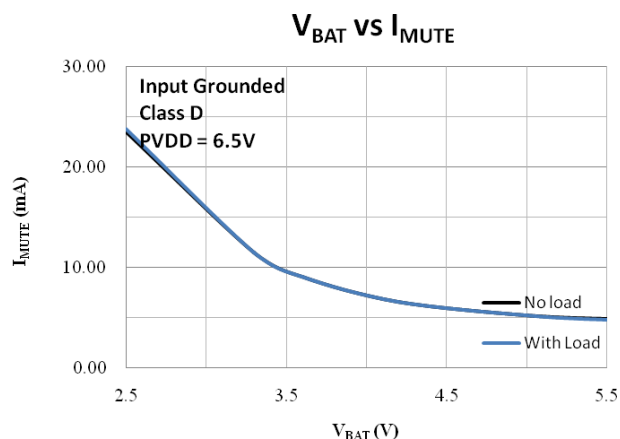
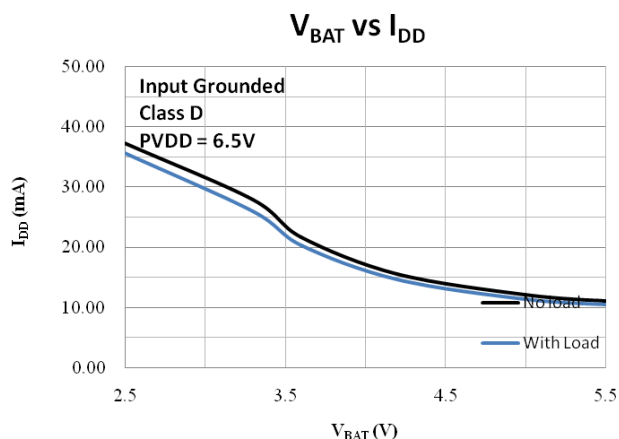
注8: 此处负载使用4ohm+22uH来模拟喇叭。

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 $^{\circ}C$)。

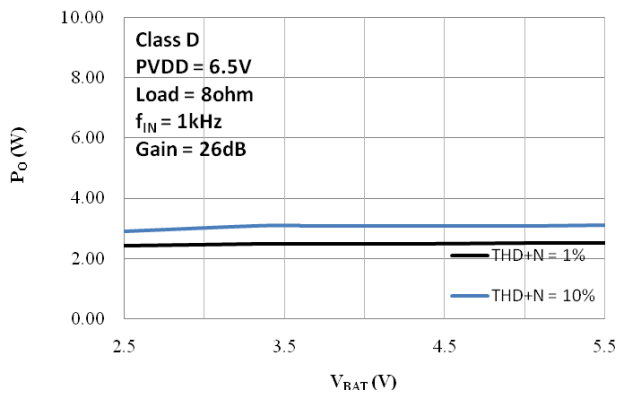
注10: ACF-1和ACF-2模式仅对D类模式有效, 在AB类模式下, 其对应电平所在模式仍为ACF-Off。

典型特性曲线
Class D Channel

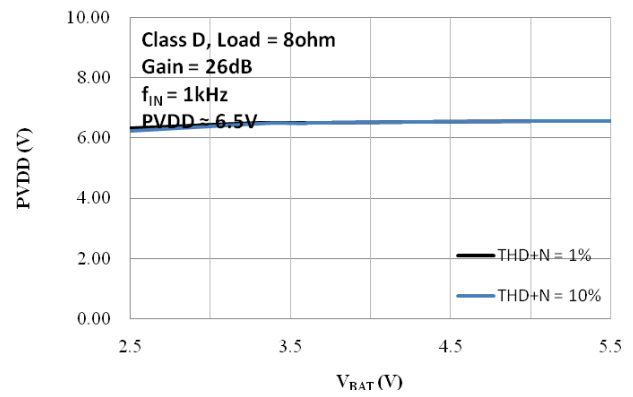
Condition: Class D mode, $V_{BAT} = 3.6V$, $f_{IN} = 1kHz$, Gain = 26dB, ACF off, Output = Load + Filter, Load = 4ohm, Filter = 100ohm + 47nF, unless otherwise specified


PVDD = 6.5V


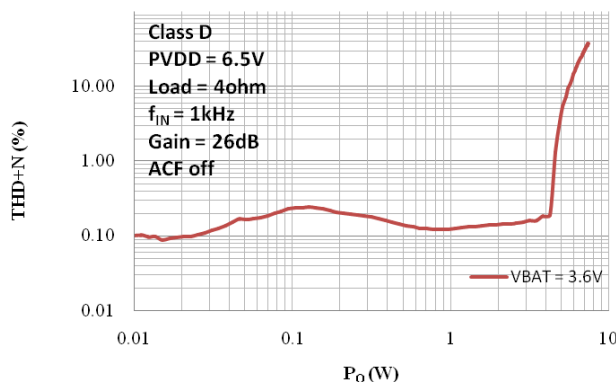
V_{BAT} vs P_O



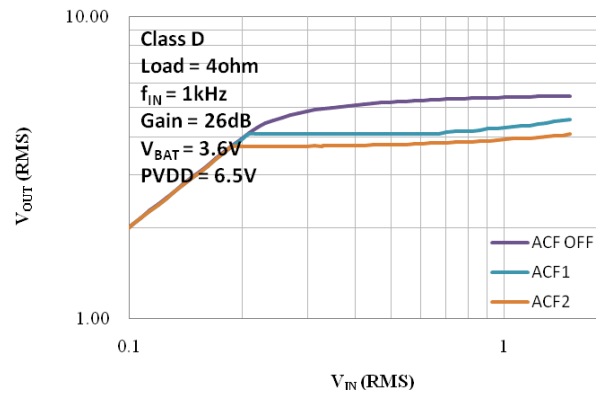
V_{BAT} vs PVDD



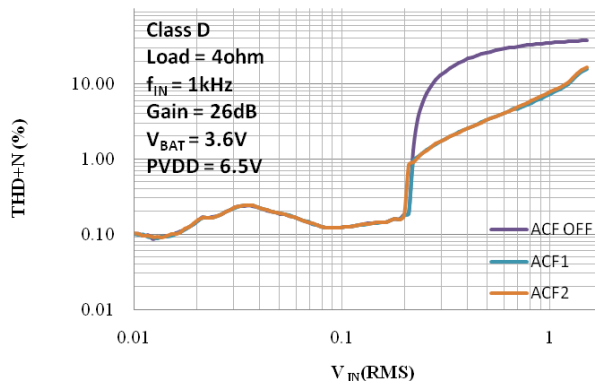
P_O vs THD+N



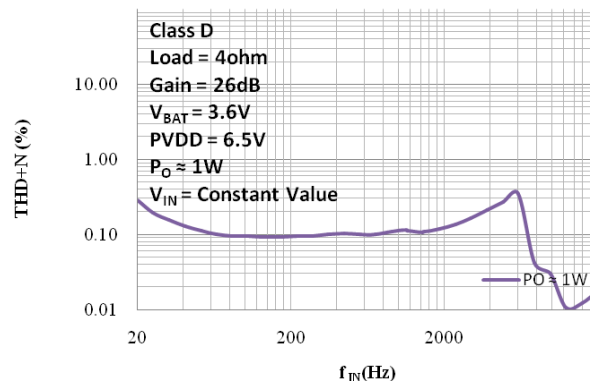
V_{IN} vs V_{OUT}



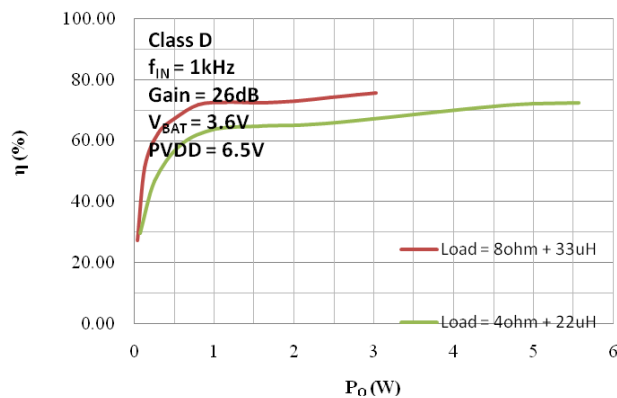
V_{IN} vs THD+N



f_{IN} vs THD+N

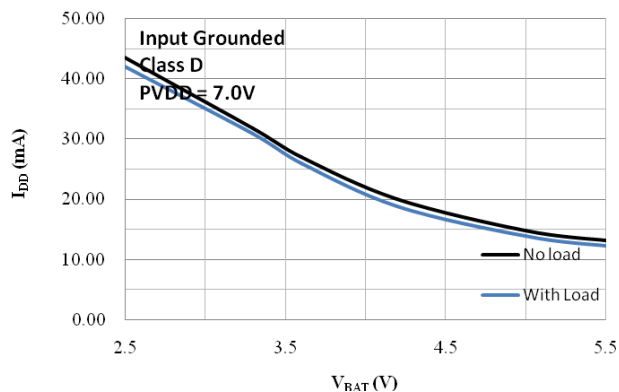


P_O vs η

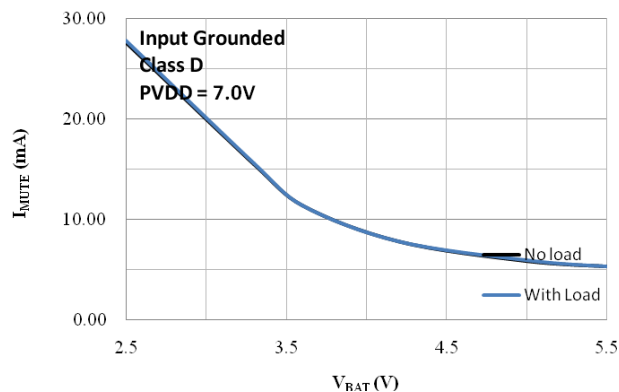


PVDD = 7.0V

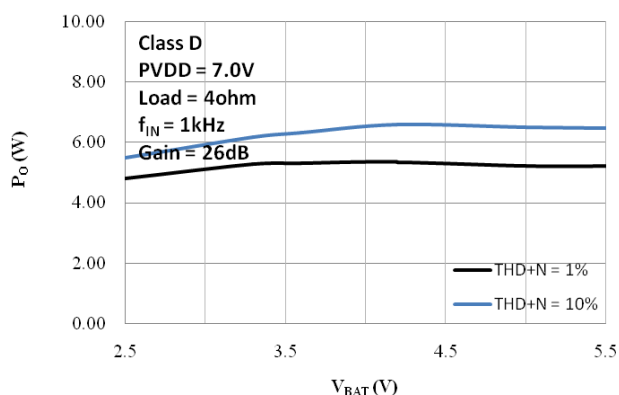
V_{BAT} vs I_{DD}



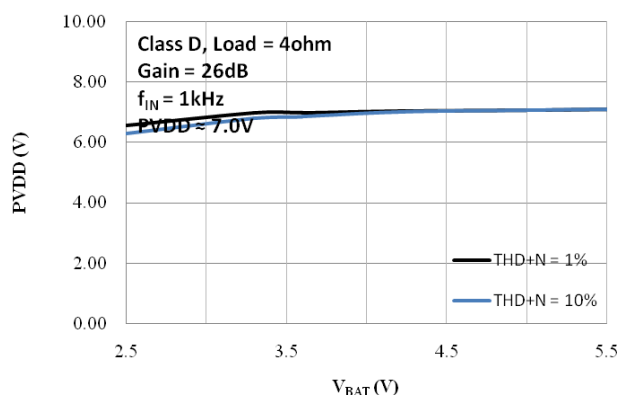
V_{BAT} vs I_{MUTE}



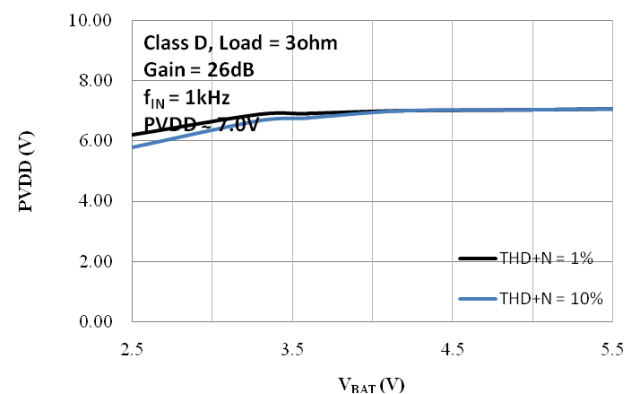
V_{BAT} vs P_O



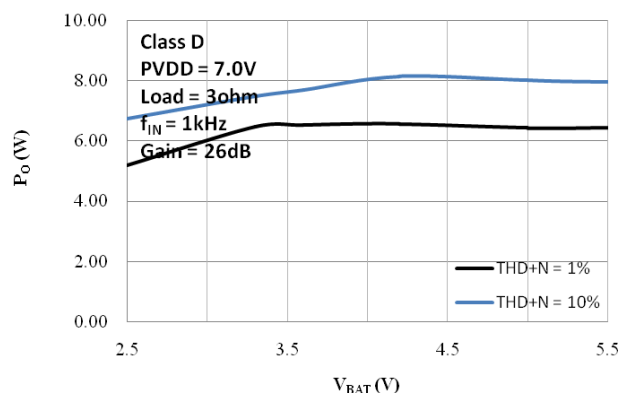
V_{BAT} vs PVDD



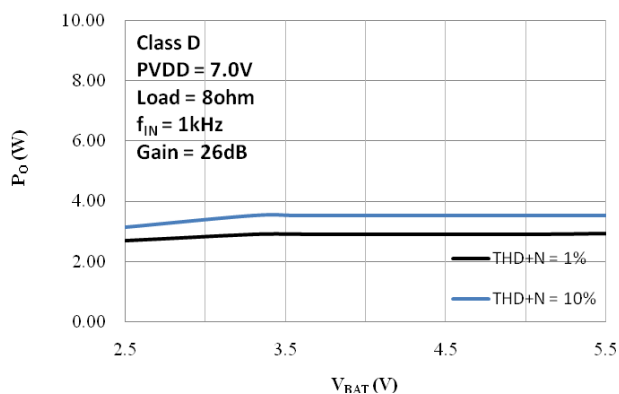
V_{BAT} vs PVDD



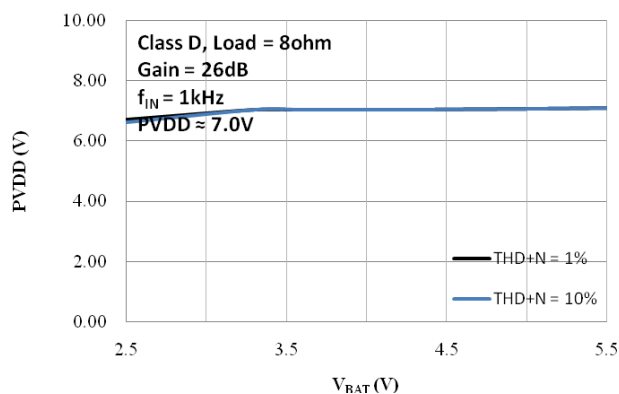
V_{BAT} vs P_O



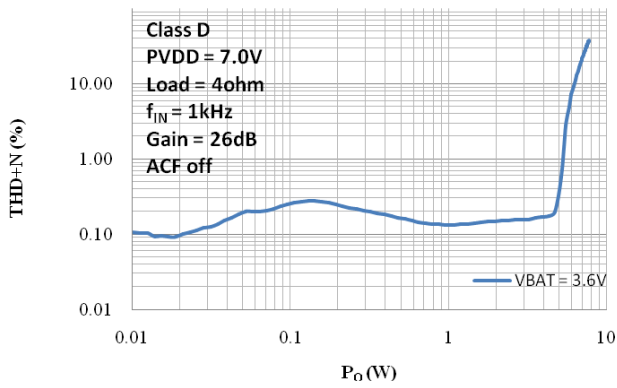
V_{BAT} vs P_O



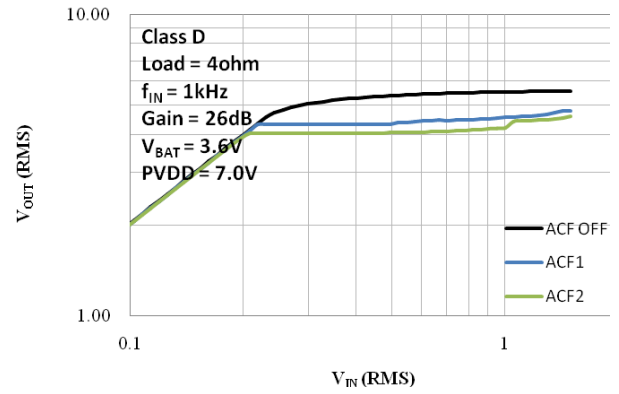
V_{BAT} vs PVDD



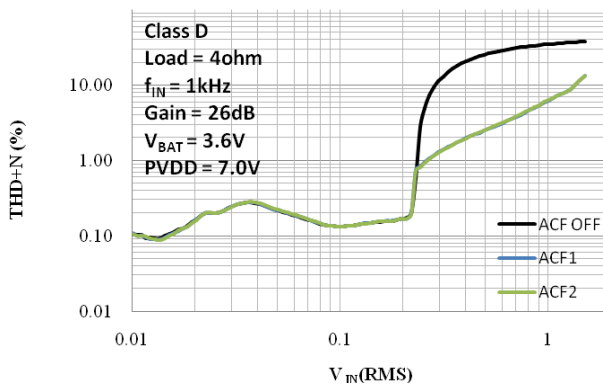
P_O vs THD+N



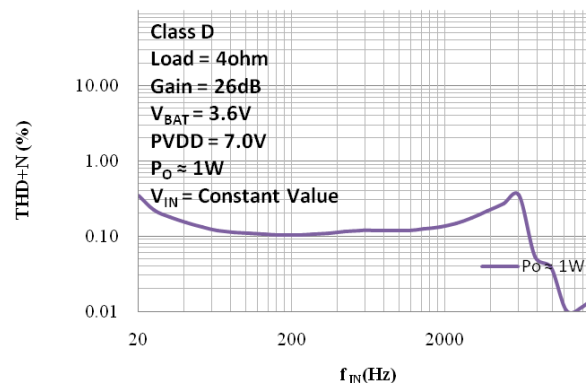
V_{IN} vs V_{OUT}



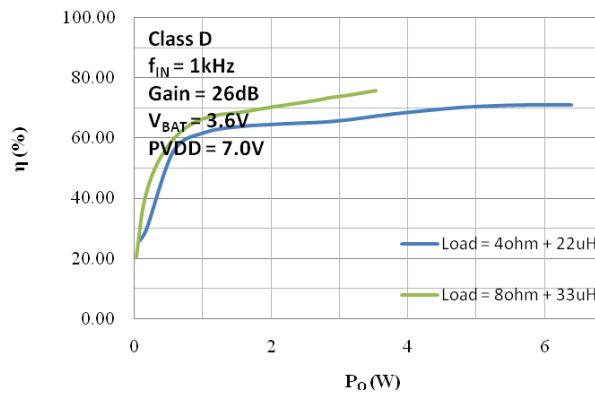
V_{IN} vs THD+N



f_{IN} vs THD+N

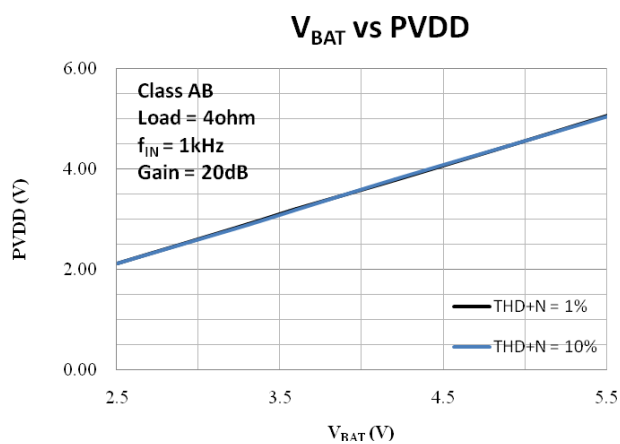
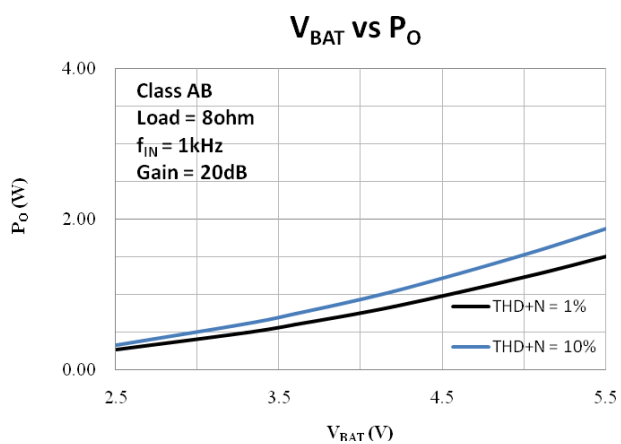
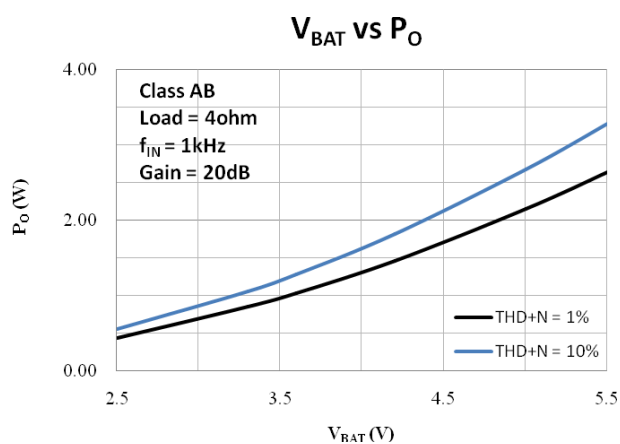
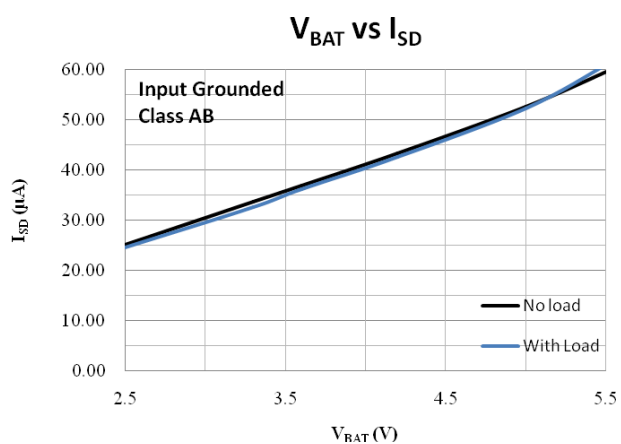
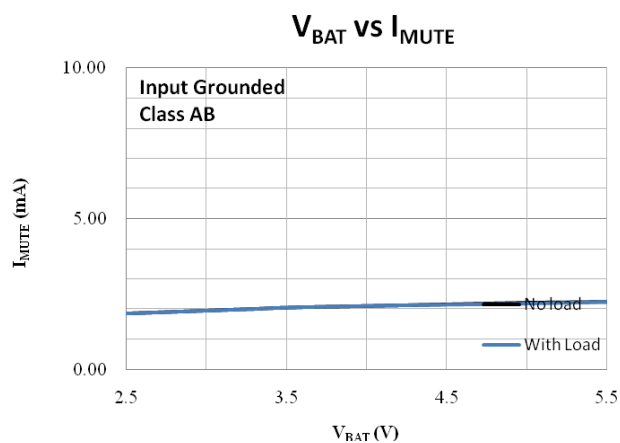
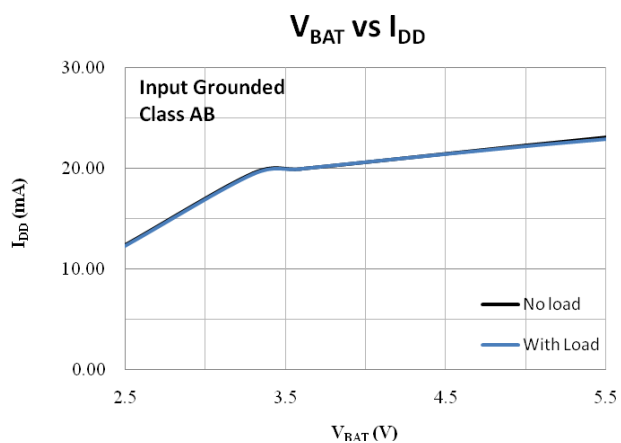


P_O vs η

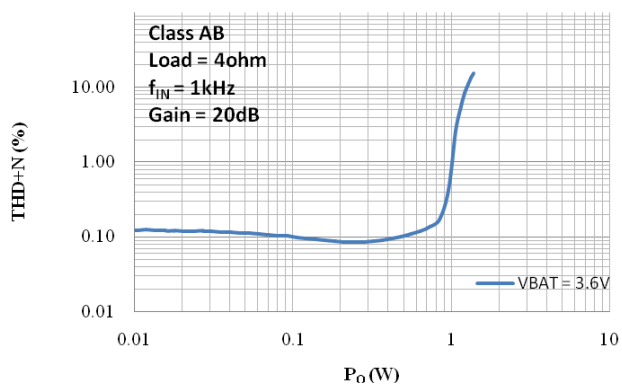


Class AB Channel

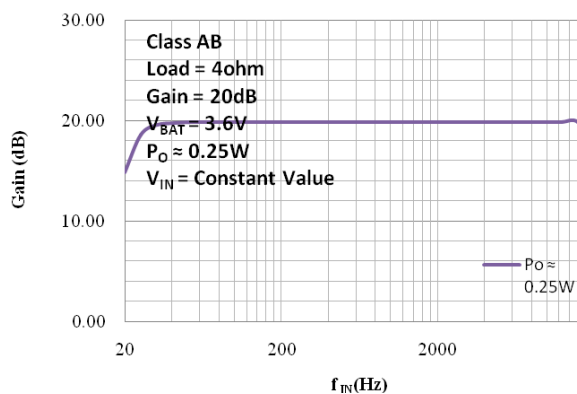
Condition: Class AB mode, $V_{BAT} = 3.6V$, $f_{IN} = 1kHz$, Gain = 20dB, Output = Load = 4ohm, unless otherwise specified



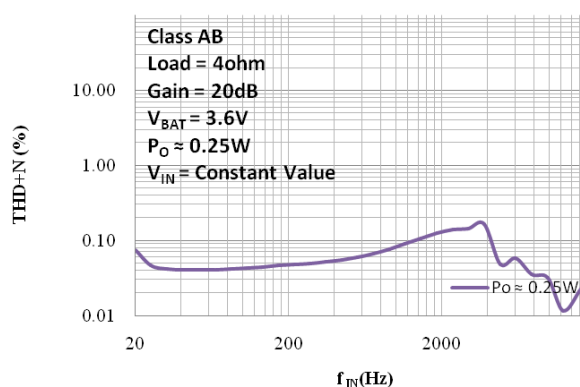
P_O vs THD+N



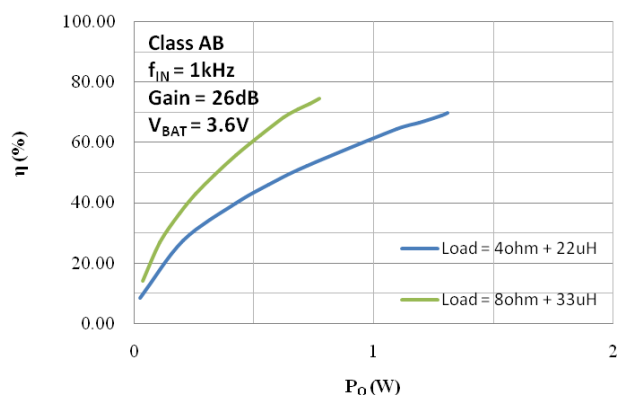
f_{IN} vs Gain



f_{IN} vs THD+N



P_O vs η

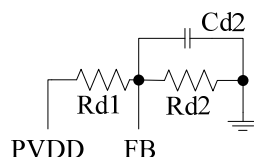


■ 功能描述及应用信息

● 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

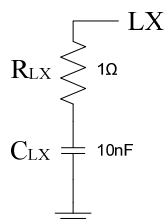
建议取值如下表，并可根据实际应用进行微调。

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。

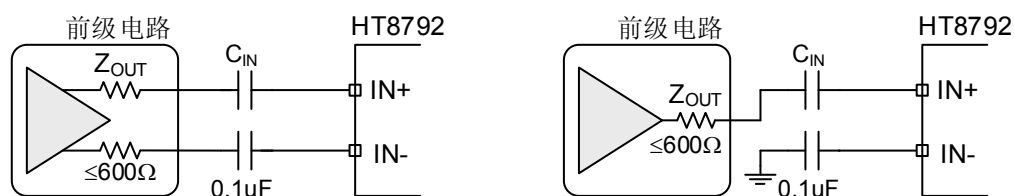
● 音频功放输入配置

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 。



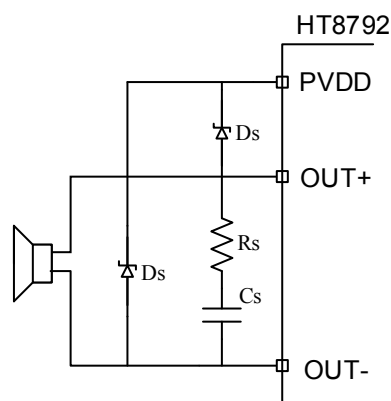
图表 3 (1) 差分输入;

(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 ($\ge 1.0V_{rms}$), 或DCDC模块输出电压 $PVDD$ 取值较大, 或负载喇叭阻抗较小 ($\le 4\Omega$) 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 $\ge 3A$; 正向浪涌峰值电流 $\ge 6A$; 正向电压 ($I_F=3A$) $\le 0.5V$ 。

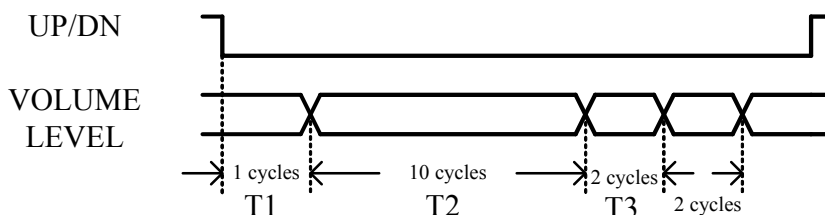
● 数字音量控制

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

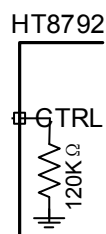
● CTRL 模式设置

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。



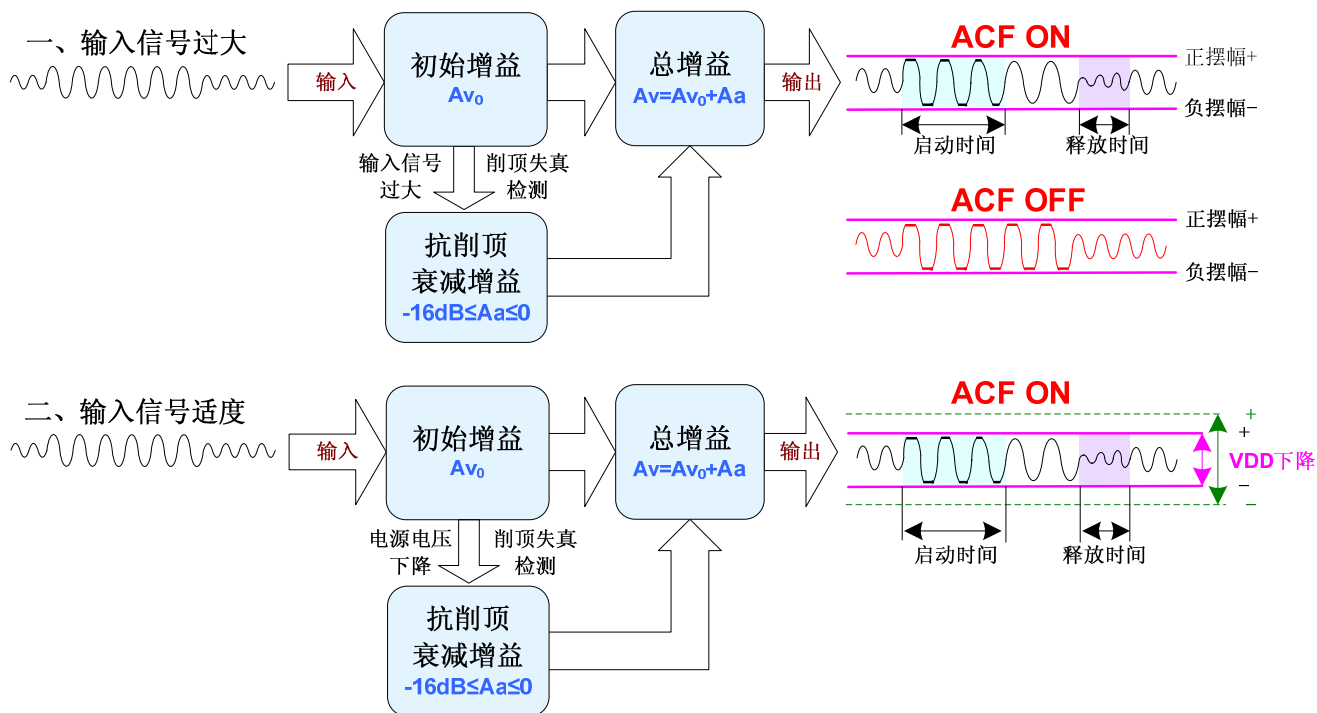
图表 6 CTRL 端内部电阻

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）。

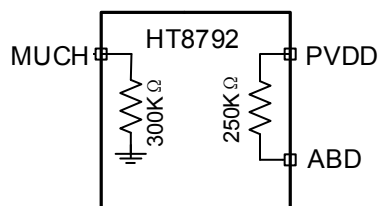
● ABD, MUCH 引脚设置

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 250k Ω ，MUCH 的下拉电阻约为 300k Ω 。



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 μF 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

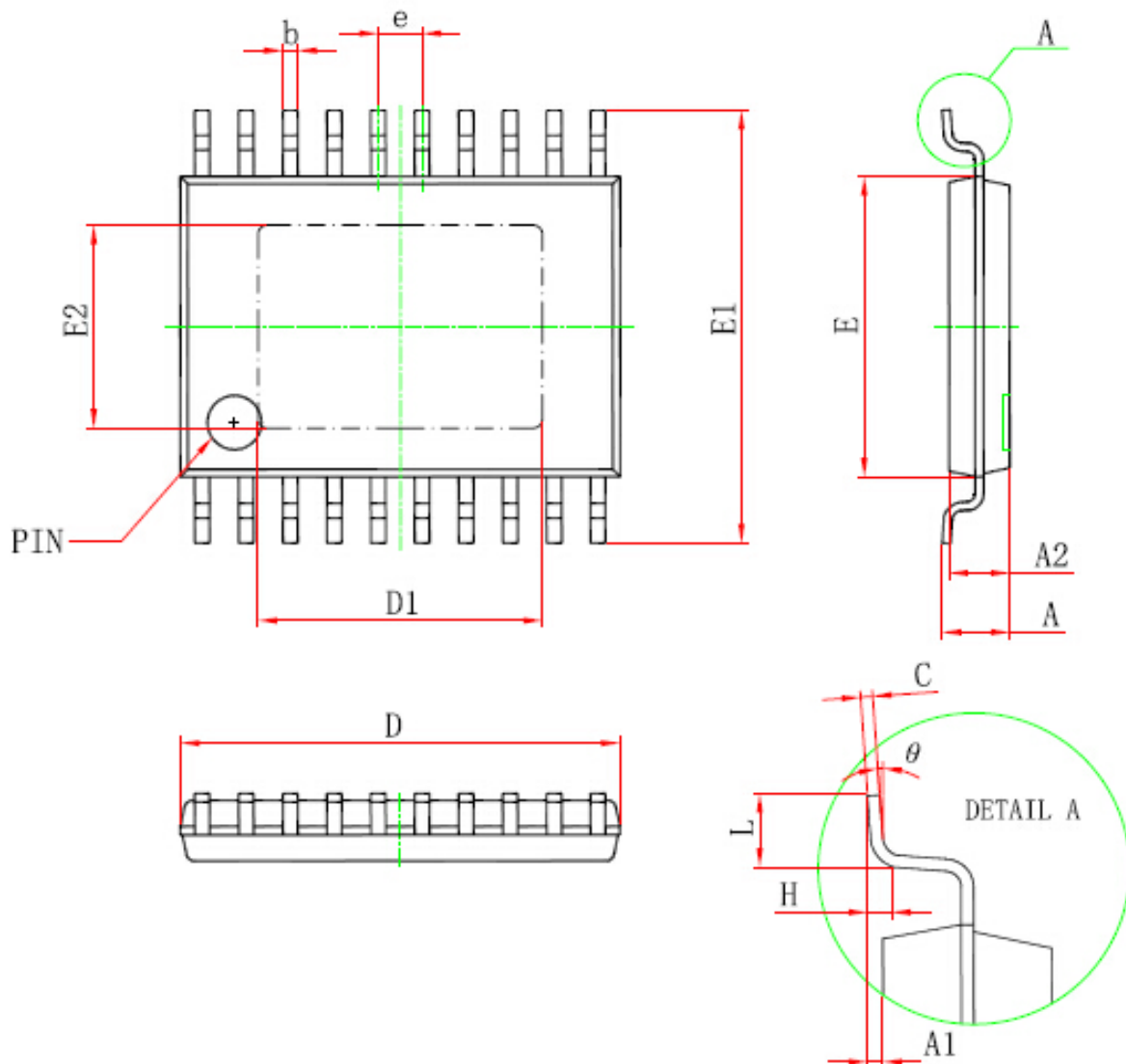
当检测到一输出端对电源、对地、或对另一输出端短路时，过流保护启动，输出端切换至高阻态，防止芯片烧毁损坏。短路情况消除后，通过关断、唤醒一次芯片，或重新上电均能使芯片退出保护模式。

(2) 过温保护

当检测到芯片内温度超过 150 $^{\circ}\text{C}$ 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°

IMPORTANT NOTICE**注意**

Jiaxing Heroic Electronic Technology Co., Ltd (HT) reserves the right to make corrections, modifications, enhancements, improvements, and other changes to its products and services at any time and to discontinue any products or services without notice. Customers should obtain the latest relevant information before placing orders and should verify that such information is current and complete.

嘉兴禾润电子科技有限公司（以下简称HT）保留对产品、服务、文档的任何修改、更正、提高、改善和其他改变，或停止提供任何产品和服务，并不提供任何通知的权利。客户在下单和生产前应确保所得到的信息是最新、最完整的。

HT assumes no liability for applications assistance or customer product design. Customers are responsible for their products and applications using HT components.

HT对相关应用的说明和协助以及客户产品的板级设计不承担任何责任。

HT products are not authorized for use in safety-critical applications (such as life support devices or systems) where a failure of the HT product would reasonably be expected to affect the safety or effectiveness of that devices or systems.

HT的产品并未授权用于诸如生命维持设备等安全性极高的应用中。

The information included herein is believed to be accurate and reliable. However, HT assumes no responsibility for its use; nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use.

本文中的相关信息是精确和可靠的，但HT并不对其负责，也不对任何可能的专利和第三方权利的侵害负责。

Following are URLs and contacts where you can obtain information or supports on any HT products and application solutions:

下面是可以联系到我公司的相关联系方式：

深圳市宝华龙科技有限公司

白云

TEL: 0755-83510265 MP: 13530052189

FAX: 0755-83280392 QQ: 2851017628

E-mail: bhl001@ic-bhl.com

Web: <http://www.ic-bhl.com>

深圳市福田区华强北路深纺大厦A座1488FG室