



固定21倍增益,防破音,AB/D切换,电源自动增益调节,功率限制,多阶电源自适应功能 内置BOOST升压模块,恒定10W输出功率R类单声道音频功率放大器

概要

CS8350C是一款固定21倍增益,带防破音,AB/D切换,电源自动增益调节,功率限制,多阶电源自适应功能,内置BOOST升压模块,R类立体声音频功率放大器。可以为4Ω的负载提供最高10W的恒定功率,AB类D类可切换模式的设计,最大限度的减少音频子系统中功放对FM的干扰,电源自动增益调节功能可以在锂电池电量低的时候,自动降低CS8350C的增益从而减少音频子系统的输出功率,延长锂电池的播放时间。多阶的电源自适应功能能够保证在各个输入信号幅度范围内对应合理的BOOST升压幅度,最大限度的提升了音频子系统的整体效率,延长了锂电池的播放时间。防破音功能以及功率限制功能的合理有效的搭配使用,可以让CS8350C有效的输出各个功率范围,为音频子系统的输出功率的调节提供最大的便利性。

CS8350C的全差分架构和极高的PSRR有效地提高对RF噪声的抑制能力。无需滤波器的PWM调制结构及内置的BOOST升压模块,以及CS8350C采用专有的AERC((Adaptive Edge Rate Control)技术,在音频全带范围内极大地降低了EMI的干扰,对60cm的音频线,在FCC的标准下具有超过20dB的裕量,另外CS8350C内置了过流保护,短路保护和过热保护,有效的保护芯片在异常的工作条件下不被损坏。

CS8350C提供了纤小的TSSOP28-PP封装形式供客户选择,其额定的工作温度范围为-40°C至85°C。

描述

- 内置BOOST模块R类结构,集成D类AB类两种模式
- 输出功率
 P_o at 10% THD+N, $V_{IN} = 3.7V$
 $RL = 4\Omega + 22\mu H$ 10.1W(D MODE NCN OFF)
 P_o at 1% THD+N, $V_{IN} = 3.7V$
 $RL = 4\Omega + 22\mu H$ 8.2W(D MODE NCN OFF)
- 优异的"噼噼-卡塔"(pop-noise)杂音抑制能力
- 工作电压范围: 2.5V到5.5V
- 电源自动增益调节功能
- 多阶电源自适应功能
- 内置4种防破音模式
- 内置POWER-LIMIT(功率限制功能)
- 无需滤波的Class-D结构
- 82%的效率
- 高电源抑制比(PSRR): 在217Hz下为70dB
- 启动时间(100ms)
- 静态电流(11mA)
- 低关断电流(<0.1μA)
- 过流保护,短路保护和过热保护
- 符合Rohs标准的无铅封装

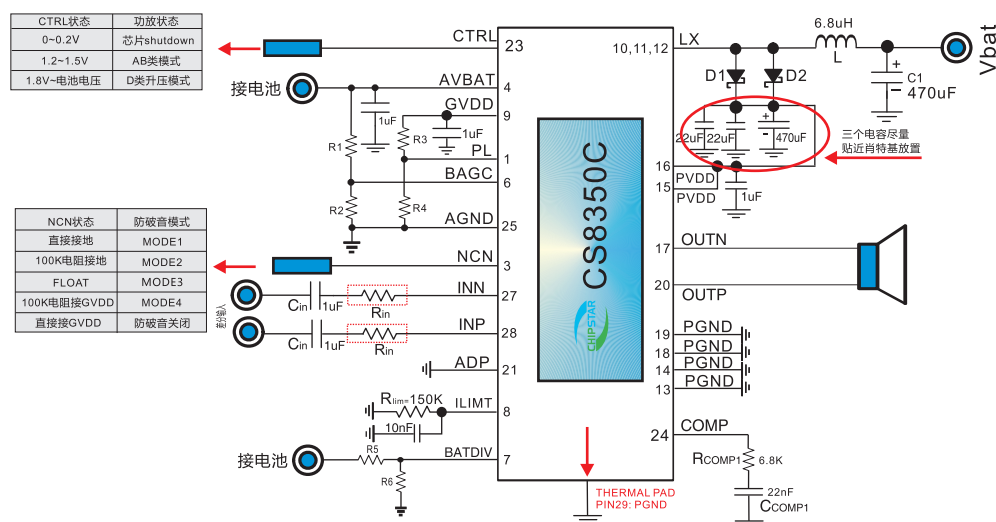
封装

- TSSOP28-PP

应用

- 便携式蓝牙音箱

典型应用图

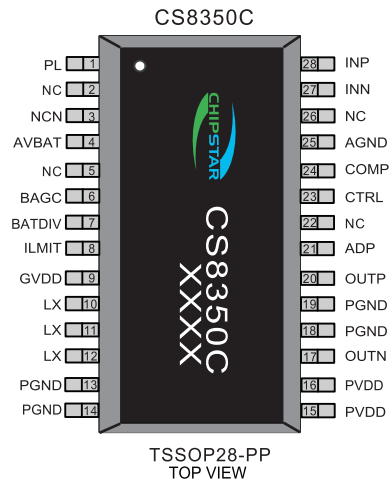


备注:

- L1为6.8uH,饱和电流为5A以上的电感,DCR足够小。
- 肖特基型号为SS54
- R1,R2,R3,R4电阻配置详见后面AVBAT,BGC,PL,NCN文字说明
- 图中红框内RIN为预留输入电阻位置,CS8350C内置21倍增益,内部集成的输入电阻为6.5K,反馈电阻为136.5K,增益小于21倍的计算为: $Gain = 136.5K / (6.5K + RIN)$
- CS8350C底部散热片定义为PGND管脚



引脚排列以及定义



管脚	说明	I/O	功能	管脚	说明	I/O	功能
1	PL	输入	功率限制管脚	16	PVDD	电源	功率电源端
2	NC	-	空脚	17	OUTN	输出	音频信号输出负端
3	NCN	输入	防破音控制管脚	18	PGND	地	功率地
4	AVBAT	输入	电池电源端,外接锂电池	19	PGND	地	功率地
5	NC	-	空脚	20	OUTP	输出	音频信号输出正端
6	BAGC	输入	电源自动增益调节管脚	21	ADP	输入	自适应功能控制脚,接地为自适应功能开启,管脚悬空的时候,自适应功能关闭,禁止接高
7	BATDIV	输入	电源自动增益调节控制管脚	22	NC	-	空脚
8	ILMIT	输入	电感峰值电流限制管脚	23	CTRL	输入	芯片关断引脚,低有效,可通过电阻分压输入不同的电压选择芯片不同的工作模式
9	GVDD	输入	上管栅驱动电压	24	COMP	输入	外部补偿管脚
10	LX	输入	开关切换管脚,连接外部电感器	25	AGND	地	模拟地
11	LX	输入	开关切换管脚,连接外部电感器	26	NC	-	空脚
12	LX	输入	开关切换管脚,连接外部电感器	27	INN	输入	音频信号输入负端
13	PGND	输入	功率地	28	INP	输入	音频信号输入正端
14	PGND	地	功率地	29 (散热片)	PGND	地	功率地
15	PVDD	电源	功率电源端				

极限参数表¹

参数	描述	数值	单位
V_{IN}	无信号输入时供电电源	9	V
V_I	输入电压	-0.3 to $V_{IN}+0.3$	V
T_J	结工作温度范围	-40 to 150	°C
T_{SDR}	引脚温度(焊接10秒)	260	°C
T_{STG}	存储温度范围	-65 to 150	°C

推荐工作环境

参数	描述	数值	单位
V_{IN}	电源电压	3.0~5.5	V
T_A	环境温度范围	-40~85	°C
T_J	结温范围	-40~125	°C

热效应信息²

参数	描述	数值	单位
θ_{JA}	封装热阻---芯片到环境热阻	30.3	°C/W
θ_{JC}	封装热阻---芯片到封装表面热阻	33.5	°C/W
θ_{JB}	封装热阻---芯片到PCB板热阻	17.5	°C/W

订购信息

产品型号	封装形式	器件标识	包装尺寸	卷带宽度	数量
CS8350C	TSSOP28L-PP		13"	16mm	3000 units
			管装		30 units

ESD 范围

ESD 范围HBM(人体静电模式) ----- ±4kV

ESD 范围MM(机器静电模式) ----- ±400V

1.上述参数仅仅是器件工作的极限值,不建议器件的工作条件超过此极限值,否则会对器件的可靠性及寿命产生影响,甚至造成永久性损坏。

2.PCB板放置CS8350C的地方,需要有散热设计,使得CS8350C底部的散热片和PCB板的散热区域相连,并通过过孔和地相连。



电气参数 $T_A = 25^\circ\text{C}$ (除非特殊说明)

参数	描述	测试条件	最小	典型值	最大	单位
$ V_{OO} $	输出失调电压	$V_{IN}=0V, A_v=2V/V$ $V_{IN}=3.0V \text{ to } 5.0V$		5	25	mV
PSRR	电源纹波抑制比	$V_{IN}=2.5V \text{ to } 5.5V, 217\text{Hz}$		-70		dB
CMRR	共模抑制比	输入管脚短接, $V_{DD}=2.5V \text{ to } 5.5V$		-72		dB
I_{DD}	静态电流	$V_{IN}=3.7V$, 无负载, 无滤波		10		mA
I_{SD}	关断电流			0.1		μA
$r_{DS(ON)}$	功放模块导通电阻	$V_{IN}=3.7V$		110		m Ω
		$V_{IN}=5.0V$		100		
$f_{(SW)}$	D类调制频率	$V_{IN}=2.5V \text{ to } 5.5V$		350		KHz
R_{in}	内置输入电阻			6.5		K Ω
R_f	内置反馈电阻			136.5		K Ω
V_{IH}	管脚ABD, SD输入高电平		1.4			V
V_{IL}	管脚ABD, SD输入低电平				0.4	V

BOOST模块电气参数 ($T_A = +25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = V_{EN} = 3.7V$, 除非特殊说明.)

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压		2.5		5.5	V
欠压保护阈值	V_{IN} Rising		2.0		V
开关频率			200		KHz
最大占空比		85			%
开关管导通电流	$V_{DD} = 3.7V$, 占空比= 70%		7.0		A
开关管导通阻抗			12		m Ω
开关管导通漏电流	$V_{LX} = 8.5V$, $EN = 0$			15	μA
热保温度			160		$^\circ\text{C}$
热保迟滞			40		$^\circ\text{C}$

工作特性 $T_A=25^\circ\text{C}$, $R_L = 4\Omega + 47\mu\text{H}$

参数	描述	测试条件	最小	典型	最大	单位
P_O	NCNOFF模式 输出功率(D类模式)	$V_{bat}=3.7V, THD=10\%, f=1\text{KHz}$		10.1		W
		$V_{bat}=3.7V, THD=1\%, f=1\text{KHz}$		8.2		
	NCNOFF模式 输出功率(D类模式)	$V_{bat}=4.2V, THD=10\%, f=1\text{KHz}$		10.1		
		$V_{bat}=4.2V, THD=1\%, f=1\text{KHz}$		8.2		
THD+N	总谐波失真+噪声	$V_{bat}=3.7V, P_o=5.0W, f=1\text{KHz}$		0.08		%
η	效率	$V_{bat}=4.2V, THD@10\%, f=1\text{KHz}$		79		%
		$V_{bat}=4.2V, P_o=6W, f=1\text{KHz}$		82		
		$V_{bat}=3.7V, P_o=1.0W, f=1\text{KHz}$		77		
t_{ST}	芯片启动时间			100		ms
V_n	输出底噪	Differential input floating, $f=20\sim 20\text{K}$, A-Weighted		45		μV



工作特性 $T_A=25^{\circ}\text{C}$, $R_L = 4\ \Omega$ 纯电阻

参数	描述	测试条件	最小	典型	最大	单位
P_O	NCNOFF 输出功率 D 类模式	Vbat=4.2V, THD=10%, f=1KHz		10.1		W
		Vbat=4.2V, THD=1%, f=1KHz		8.2		
		Vbat=3.7V, THD=10%, f=1KHz		10		
		Vbat=3.7V, THD=1%, f=1KHz		8.1		
P_O	输出功率 AB 类模式	Vbat=5.0V, THD=10%, f=1KHz		2.70		W
		Vbat=5.0V, THD=1%, f=1KHz		2.10		
		Vbat=3.6V, THD=10%, f=1KHz		1.34		
		Vbat=3.6V, THD=1%, f=1KHz		1.05		
THD+N	总谐波失真+噪声	Vbat=5.0V, $P_O=1.0\text{W}$, f=1KHz		0.20		%
		Vbat=3.6V, $P_O=0.5\text{W}$, f=1KHz		0.20		

$T_A=25^{\circ}\text{C}$, $R_L = 4\ \Omega + 47\mu\text{H}$, D类模式, NCN直接接地

参数	描述	测试条件	最小	典型	最大	单位
P_O	输出功率	Vbat=4.2V, NCN MODE1		6.18		W
		Vbat=3.6V, NCN MODE1		6.10		
THD+N	总谐波失真	Vbat=4.2V, NCN MODE1		0.8		%
		Vbat=3.6V, NCN MODE1		0.8		
T_{at}	防破音启动时间			50		ms
T_{rl}	防破音释放时间			300		ms

$T_A=25^{\circ}\text{C}$, $R_L = 4\ \Omega + 47\mu\text{H}$, D类模式, NCN通过100K Ω 电阻接地

参数	描述	测试条件	最小	典型	最大	单位
P_O	输出功率	Vbat=4.2V, NCN MODE2		6.28		W
		Vbat=3.6V, NCN MODE2		6.20		
THD+N	总谐波失真	Vbat=4.2V, NCN MODE2		0.90		%
		Vbat=3.6V, NCN MODE2		0.90		
T_{at}	防破音启动时间			4		ms
T_{rl}	防破音释放时间			2		s

$T_A=25^{\circ}\text{C}$, $R_L = 4\ \Omega + 47\mu\text{H}$, D类模式, NCN FLOAT

参数	描述	测试条件	最小	典型	最大	单位
P_O	输出功率	Vbat=4.2V, NCN MODE3		6.20		W
		Vbat=3.6V, NCN MODE3		6.20		
THD+N	总谐波失真	Vbat=4.2V, NCN MODE3		0.8		%
		Vbat=3.6V, NCN MODE3		0.8		
T_{at}	防破音启动时间			50		ms
T_{rl}	防破音释放时间			600		ms

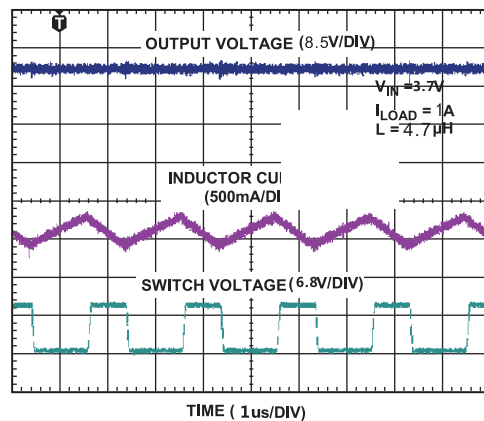
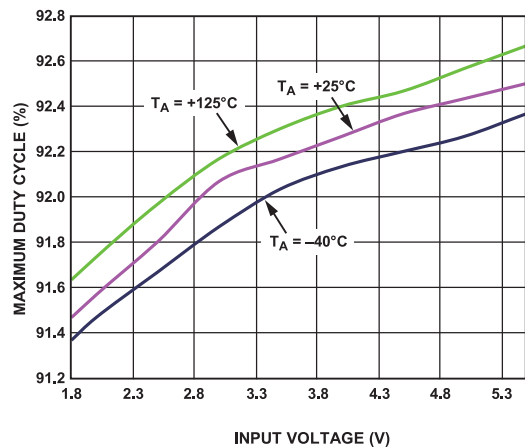
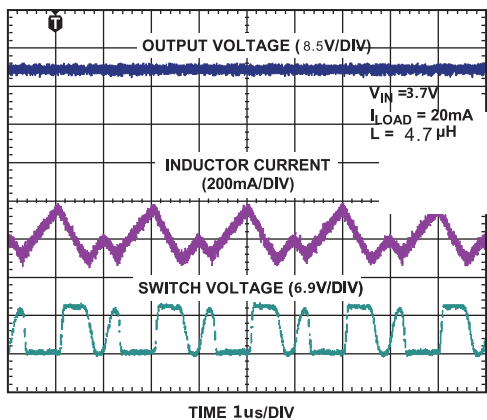
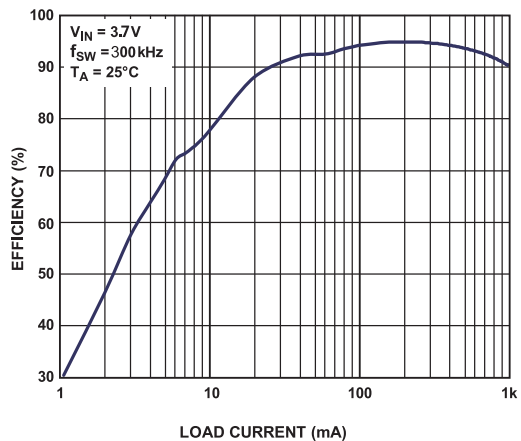
$T_A=25^{\circ}\text{C}$, $R_L = 4\ \Omega + 47\mu\text{H}$, D类模式, NCN通过100K Ω 电阻接GVDD

参数	描述	测试条件	最小	典型	最大	单位
P_O	输出功率	Vbat=4.2V, NCN MODE4		7.00		W
		Vbat=3.6V, NCN MODE4		7.00		
THD+N	总谐波失真	Vbat=4.2V, NCN MODE4		1.1		%
		Vbat=3.6V, NCN MODE4		1.1		
T_{at}	防破音启动时间			50		ms
T_{rl}	防破音释放时间			75		ms



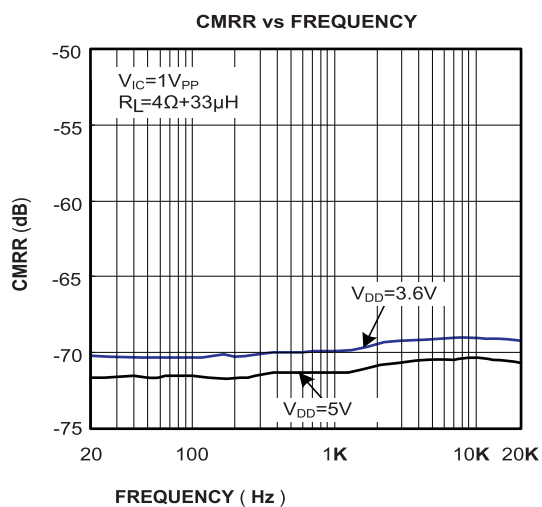
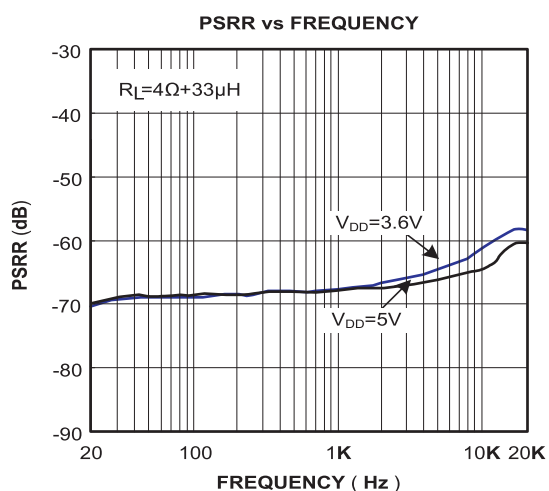
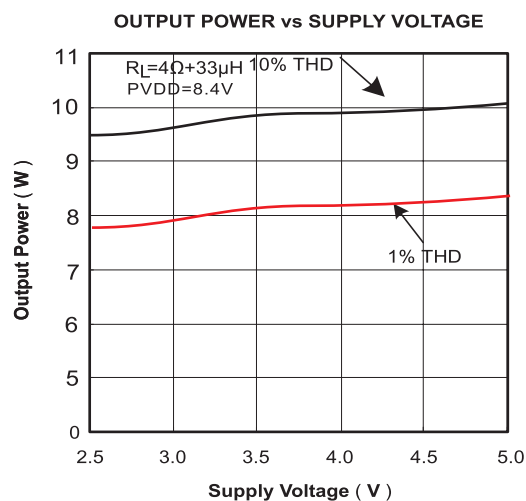
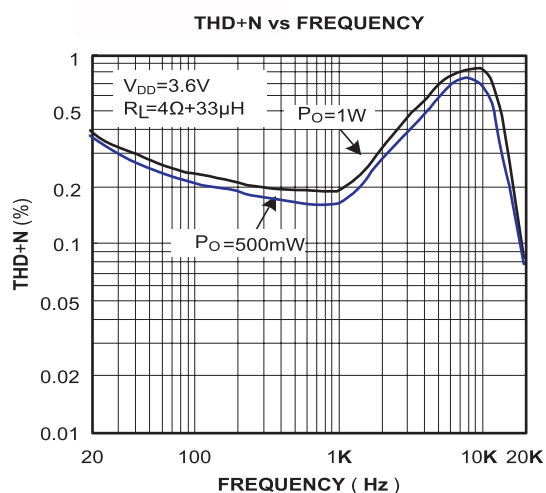
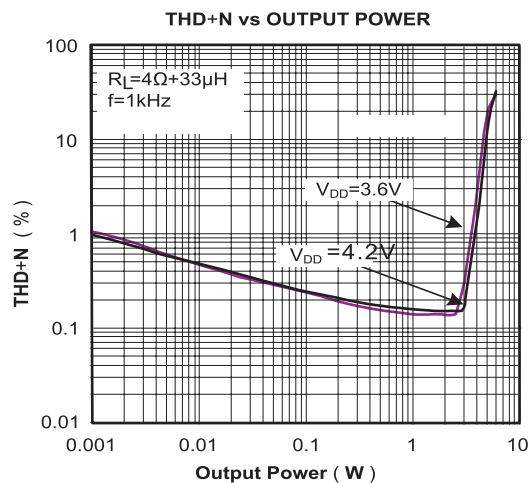
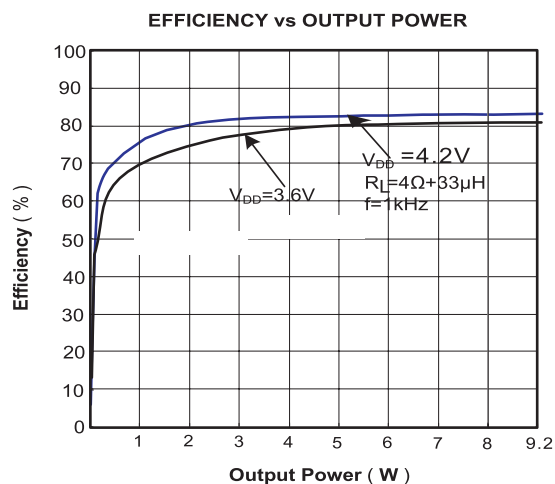
BOOST模块典型特征曲线

$T_A = 25^\circ\text{C}$, $R_L = 4\ \Omega$





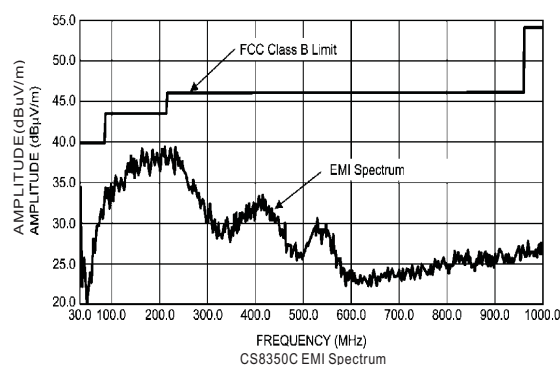
典型特征曲线 $T_A=25^{\circ}\text{C}$, $R_L=4\Omega$, D 类模式





CS8350C应用要点

CS8350C是一款固定21倍增益,带防破音,AB/D切换,电源自动增益调节,功率限制,多阶电源自适应功能,内置BOOST升压模块,R类立体声音频功率放大器。可以为4Ω的负载提供最高10W的恒定功率。AB类D类可切换模式的设计,最大限度的减少音频子系统中功放对FM的干扰,电源自动增益调节功能可以在锂电池电量低的时候,自动降低CS8350C的增益从而减少音频子系统的输出功率,延长锂电池的播放时间。多阶的电源自适应功能能够保证在各个输入信号幅度范围内对应合理的BOOST升压幅度,最大限度的提升了音频子系统的整体效率,延长了锂电池的播放时间。防破音功能以及功率限制功能的合理有效的搭配使用,可以让CS8350C有效的输出各个功率范围,为音频子系统的输出功率的调节提供最大的便利性。CS8350C的全差分架构和极高的PSRR有效地提高了CS8350C对RF噪声的抑制能力。无需滤波器的PWM调制结构及内置的BOOST升压模块,以及CS8350C采用专有的AERC((Adaptive Edge Rate Control)技术,在音频全带宽范围内极大地降低了EMI的干扰,对60cm的音频线,在FCC的标准下具有超过20dB的裕量。



Pop & Click抑制

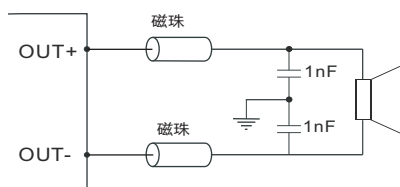
CS8350C内置专有的时序控制电路,实现全面的Pop & Click抑制,可以有效地消除系统在上电,下电,Wake up和Shutdown操作时可能会出现瞬态噪声。

保护电路

CS8350C在应用的过程中,当芯片发生输出管脚和电源或地短路,或者输出之间的短路故障时,过流保护电路会关断芯片以防止芯片被损坏。短路故障消除后,CS8350C自动恢复工作。当芯片温度过高时,芯片也会被关断。温度下降后,CS8350C可以继续正常工作。当电源电压过低时,芯片也将被关断,电源电压恢复后,芯片会再次启动。

磁珠和电容

CS8350C在没有磁珠和电容的情况下,对于60cm的音频线,仍可满足FCC标准的要求。在输出音频线过长或器件布局靠近EMI敏感设备时,建议使用磁珠,电容。磁珠和电容要尽量靠近CS8350C放置,如下图所示。



肖特基的选择

CS8350C的Boost部分采用非同步整流,需要外接肖特基二极管进行续流。肖特基二极管对IC整体性能的影响很大,不合适的选型可能导致整机效率偏低,甚至在IC LX端产生很大的反向过冲电压,使IC烧毁。我们建议使用两个40V的肖特基二极管(如SS34)并联。要注意肖特基到电感到输出滤波电容到PVDD端的连线尽可能短,不合适的走线会使LX端过冲振铃变大,影响EMI,甚至烧毁IC。

电感的选择

电感对于CS8350C的性能影响很大,根据纹波稳定性等诸多考虑推荐使用2.2~4.7uH的电感且其DCR要足够小,饱和电流在5A以上。

效率

输出晶体管的开关工作方式决定了R类放大器的高效率。在R类放大器中,输出晶体管就像是一个电流调整开关,切换过程中消耗的额外功率基本可以忽略不计。输出级相关的功率损耗主要是由MOSFET导通电阻与电源电流产生的IR。升压启动后CS8350C的效率可达82%。

放大倍数

CS8350C内置的反馈电阻为136.5K,内置的输入电阻为6.5K.CS8350C是固定的21倍增益,若要增益小于21倍则放大倍数的计算为: Gain=136.5K/(6.5K+RIN)。

输入电阻Cin

输入电阻和输入电容之间构成了一个高通滤波器,其截止频率如下式:

$$f_c = \frac{1}{2\pi * (R_{in} + 6.5K) * C_{in}}$$

输入电容的值非常重要,一般认为它直接影响着电路的低频性能。无线电话中的喇叭对于低频信号通常不能很好的响应,可以在应用中选择比较大的fc以滤除217HZ噪声引入的干扰。电容之间良好的匹配对提升芯片的整体性能和Pop & Click的抑制都有帮助,因此要求选取精度为10%或者更小的电容。

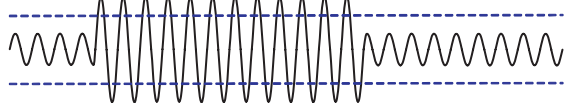
NCN功能

在音频应用中,输入信号过大或者电池电压下降等因素都会导致音频功放的输出信号发生破音失真,而且,过载的信号会对扬声器造成永久性损伤。CS8350C独特的无破音(NCN)功能可以通过检测放大器输出信号的破音失真,自动调整系统增益,使得输出音频信号保持圆润平滑,不仅有效地避免了大功率过载输出对喇叭的损坏,同时带来更舒适的听觉享受。CS8350C提供四种NCN工作模式和不防破音模式可供用户选择:M1,M2,M3,M4,NCNOFF,可以通过设置NCN引脚的不同状态来分别进入五种模式。启动时间(Attack Time):从发生破音失真到系统自动增益调节完成的时间间隔。释放时间(Release Time):从破音失真消失到系统完全退出增益衰减状态的时间间隔。通过NCN管脚状态设置M1,M2,M3,M4,NCNOFF模式的启动时间和释放时间如下表所示。

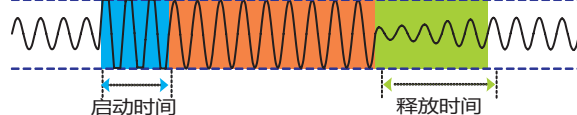
NCN状态	防破音模式	启动时间	释放时间
直接接地	MODE1	50ms	300ms
100K电阻接地	MODE2	4ms	2s
FLOAT	MODE3	50ms	600ms
100K电阻接GVDD	MODE4	50ms	75ms
直接接GVDD	防破音关闭	——	——



假设不受电源电压限制时的音频输出信号



NCN模式下的音频输出信号



NCNOFF模式下的音频输出信号



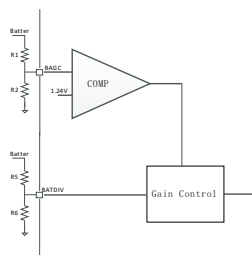
CS8350C的防破音功能与电源自动增益调节、功率限制等功能组合，可实现更丰富的音频效果。

电源自动增益调节功能 (BAGC)

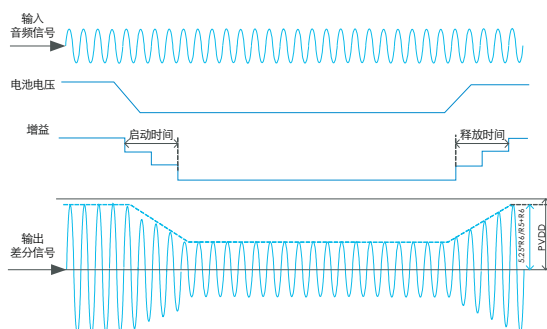
CS8350C具有电源自动增益调节功能，可根据输入电源电压DC值的变化，自动调节功放的增益，防止功放产生破音失真，这对于采用锂电池作为电源特别适用，该功能可通过BAGC脚做如下图设置。当 $V_{batter} > 1.24(R1+R2)/R2$ 时，BAGC功能关闭；当 $V_{batter} < 1.24(R1+R2)/R2$ 时，BAGC功能开启，BAGC开启后功放的最大差分输出电压峰值为：

$$|V_{OUT+} - V_{OUT-}|_{max} = 5.25 * V_{BATDIV}$$

(备注：VBATDIV为BATDIV端口电压)

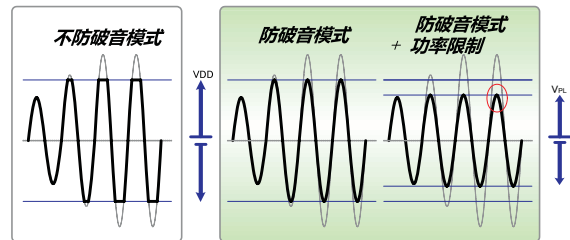


当电池电压降低的时候，CS8350C的最大输出电压幅值将会下降到 $5.25 * R6 / (R5 + R6)$ 倍电池电压，若电池电压恢复上升，最大输出电压的幅值也会以 $5.25 * R6 / (R5 + R6)$ 倍电池电压升高，BAGC功能的实现如下图。

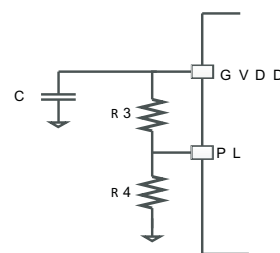


功率限制 (POWER-LIMIT) 功能

传统的D类防破音在输入信号过大的时候，能够自动降低功放增益，以适应电源的电压，防止输出信号过幅，因此输出功率只与电源电压相关，不能人工调节。为此，CS8350C还增加了功率限制功能，使得CS8350C具有防破



CS8350C的功率限制功能是通过PL引脚电压的设置实现的，通过GVDD对地电阻分压可选择合适的输出限制功率。



CS8350C的最大差分输出电压峰值为：

$$|(V_{OUT+}) - (V_{OUT-})|_{max} = 5.25 * V_{PL} = 5.25 * G_{VDD} * R4 / (R3 + R4)$$

要关闭POEWR-LIMIT的功能时，PL脚直接接GVDD或者NCN脚直接接GVDD（当NCN脚GVDD时，可同时关闭NCN和POWER-LIMIT功能）。当输入音频信号的幅值发生改变的时候，CS8350C的POEWR-LIMIT功能使得功放的输出具有一个启动时间和释放时间，该启动时间和释放时间的长短可通过NCN的四种模式来选择。

多阶电源自适应功能

为了降低待机功耗，延长电池的使用寿命，CS8350C设计了多阶电源自适应功能。在电池电压为4V，当输入到CS8350C的音频信号小于50mV(有效值)时，CS8350C的BOOST升压功能关闭；当输入音频信号大于50mV(有效值)并小于140mV(有效值)时，CS8350C的BOOST升压功能开启并将PVDD升压至6V；当输入音频信号大于140mV(有效值)时，CS8350C的BOOST升压功能将PVDD升压至8.5V。CS8350C电源自适应功能的启动时间为20us，释放时间为2s。当电池电压在其他电压点的时候，自适应的输入信号幅度是按照上述比例自动调整。

电流限制以及软启动功能

通过ILIMIT引脚对地设置一个下拉电阻和电容，可实现对BOOST电感的峰值电流进行限制，并实现电源软启动功能。下表列出了不同的电阻和电容条件下，软启动时间和电感电流的有效值，以供参考。

电感	Rlim	电源软启动时间			电感电流有效值
		10nF电容	100nF电容	220nF电容	
6.8uH	150K	2ms	19ms	41ms	6.5A
	130K	2.2ms	21ms	46ms	5.5A
	120K	2.3ms	22ms	48ms	4.5A
	110K	2.4ms	23ms	50ms	3.5A



BOOST 环路补偿

COMP管脚对地接入6.8k的电阻和22nF的电容串联。可以实现对BOOST的环路补偿，得到稳定的升压电源。6.8k和22nF串联的参数，应该能够满足绝大部分的应用环境。如果特殊应用，升压输出发生振荡，可以尝试修改这两个参数的数值，或者与原厂FAE联系。

CS8350C PCB板设计步骤和要点

Vbat端电容

CS8350C内部集成了稳压电路，因此不需要通过Vbat为CS8350C供电，也就不需要贴片去耦电容，直接连接电感即可。但一般我们建议至少为Vbat加入一个储能电解电容，因为升压电源和功放都是从Vbat获取电流的。一个470uF的电解电容有助于使电池电压更平稳，减少对系统上其他IC的干扰，也有助于提升CS8350C的低频瞬态响应，也有助于EMI的降低。

PVDD端电容

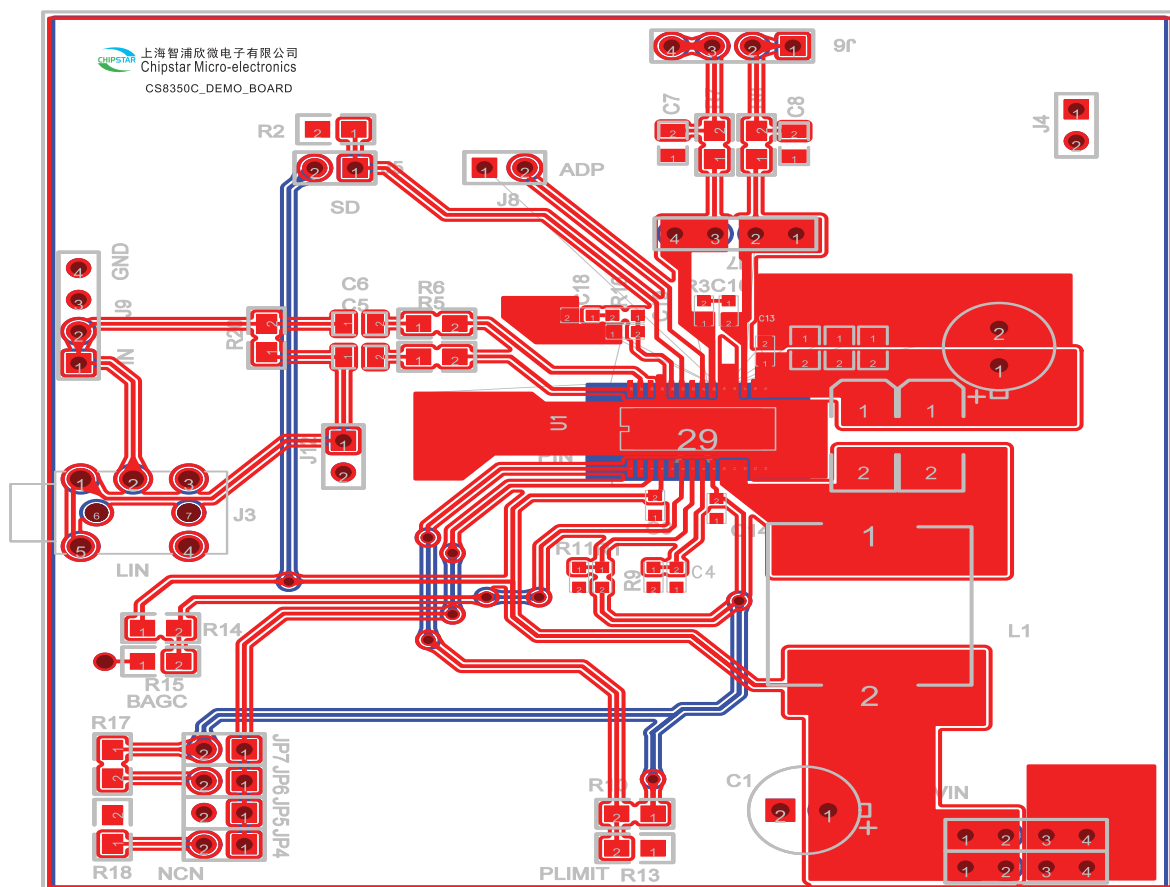
CS8350C的PVDD实际为升压电源的输出，也是内置功放模块的电源输入。因此滤波去耦电容是必须的。我们要求使用两组电容，一组是两个22uF组成的去耦电容和一个470uF的滤波电解电容，尽量靠近肖特基放置。另外一组1uF的贴片电容要尽可能的靠近芯片管脚放置。470uF的滤波电容也是必须的(建议使用高频低阻系列的电解电容,可以有效的提高效率,减少电压纹波)，过小的电容会使BOOST模块的输出电压震荡。PVDD端电容对于CS8350C的性能影响很大，具体可参考PCB设计指南，或与原厂工程师联系。

芯片GND

CS8350C有两组GND，PGND和AGND。PGND是功率地，瞬态会有超过10A的电流流过，同时也是芯片的散热片。一定要直接与铺铜相连，并保证足量过孔与底层铺铜连接。AGND是芯片的模拟参考地，我们建议直接与地铺铜连接即可。

输入音频GND

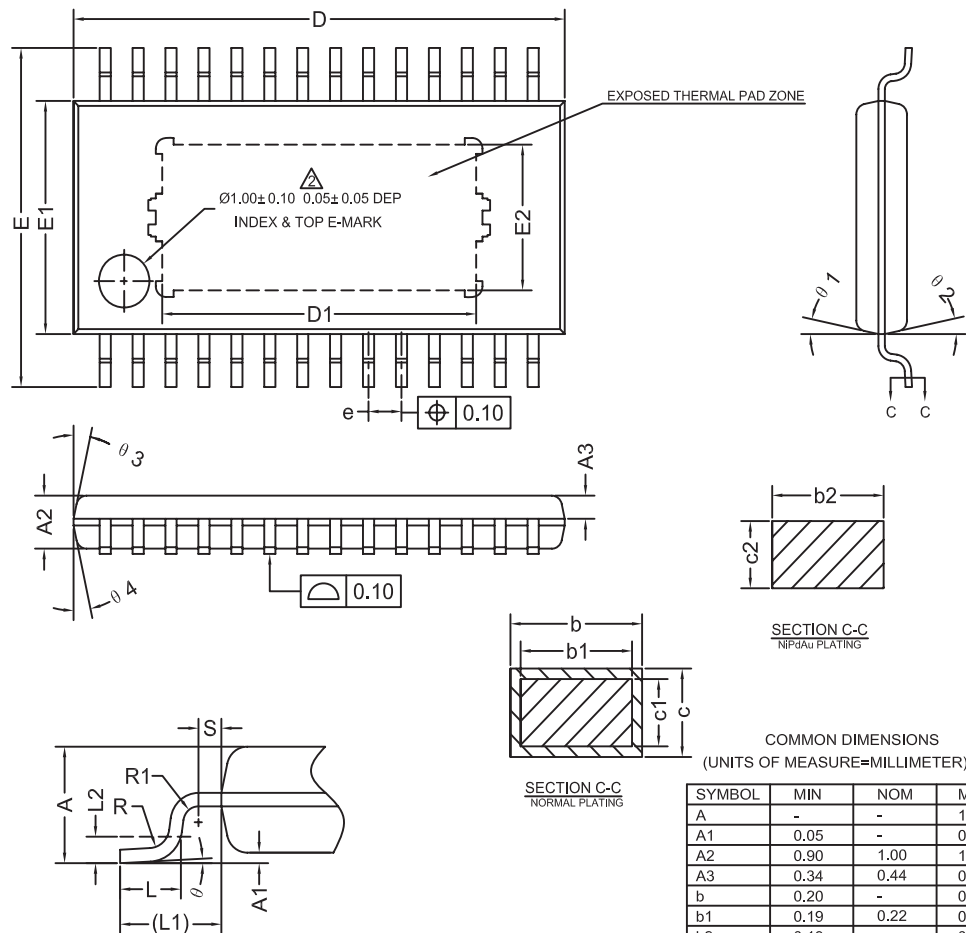
CS8350C为差分输入，当音源也为差分输出时，CS8350C能够很好的屏蔽干扰，无须过多担心地回路噪声的引入。但当音源为单端输出时，就要注意屏蔽地回路噪声的引入。由于每个系统和主控或者DAC的特性各不相同，我们一般只能建议保证音频信号的参考地和CS8350C没有信号输入通过电容接地Pin脚的参考地之间没有电位差，或者尽可能是一个地。下图为推荐的DEMO板实际图样:





封装信息

CS8350C TSSOP28-PP



NOTES:

- 1.ALL DIMENSIONS REFER TO JEDEC STANDARD MO-153 AET
DO NOT INCLUDE MOLD FLASH OR PROTRUSIONS.
- 2.'D1' AND 'E2' ARE VARIABLES DEPENDING ON DIE PAD SIZES.

COMMON DIMENSIONS
(UNITS OF MEASURE=MILLIMETER)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX
A	-	-	1.20
A1	0.05	-	0.15
A2	0.90	1.00	1.10
A3	0.34	0.44	0.54
b	0.20	-	0.29
b1	0.19	0.22	0.25
b2	0.19	-	0.25
c	0.13	-	0.18
c1	0.12	0.13	0.14
c2	0.12	-	0.14
D	9.60	9.70	9.80
D1	4.05REF		
E	6.20	6.40	6.60
E1	4.30	4.40	4.50
E2	2.85REF		
e	0.55	0.65	0.75
L	0.45	0.60	0.75
L1	1.00REF		
L2	0.25BSC		
R	0.09	-	-
R1	0.09	-	-
S	0.20	-	-
θ	0°	-	8°
θ 1	10°	12°	14°
θ 2	10°	12°	14°
θ 3	10°	12°	14°
θ 4	10°	12°	14°