



1、概述

CS38S15 是一款支持 I²S 输入的数字音频功率放大电路, 内部集成了数字信号处理器, 可以实现强大的音频、音效功能。串行输入接口支持包括 16bit、20bit、24bit 字长, 采样率 44.1kHz、48kHz 的所有 I²S 格式数字音频信号。此外 CS38S15 作为一个 I²C 从设备支持 I²C 总线控制, 可以灵活配置各项功能参数和输出模式 (另附说明)。

CS38S15 具备 4 个独立通道输出 (SE×4), 每个通道典型输出功率为 8W, 可以组成 2.0 声道模式 (BTL×2, 典型值 15W×2), 2.1 声道模式 (BTL×1+SE×2, 典型值 15W+8W×2), 1.0 声道模式 (PBTL×1, 典型值 30W×1)

其特点如下:

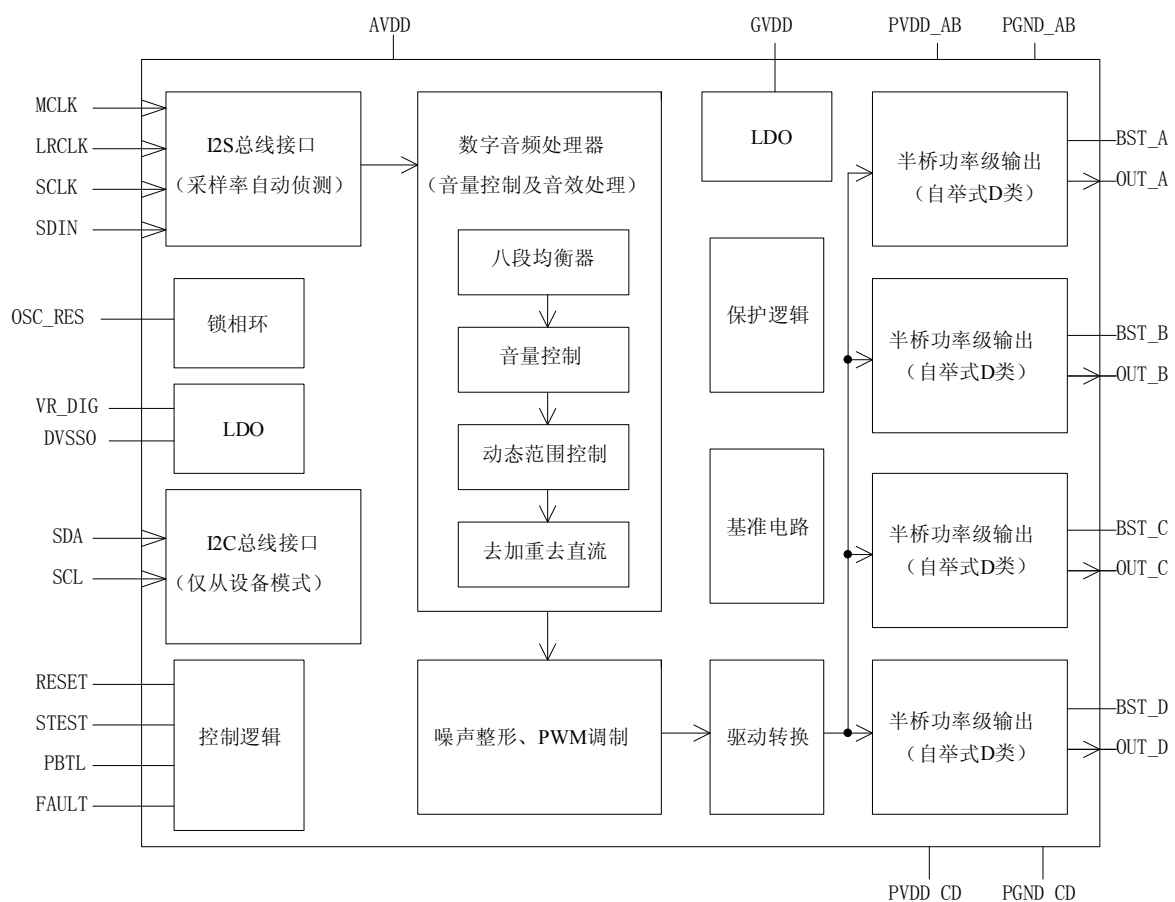
- 音频输入
 - I²S 接口
 - 支持 16bit、20bit、24bit 字长数据
 - 支持 44.1kHz、48kHz 采样频率
- 音频输出
 - 典型值 15W (BTL, 16V 电压 8Ω负载)
 - 典型值 8W (SE, 16V 电压 4Ω负载)
 - 典型值 30W (PBTL, 16V 电压 4Ω负载)
- 工作电压 (双电源)
 - 功率电源 6V-26V
 - 数字及模拟电源 3.3V
- 控制接口
 - I²C 接口
- 数字音频处理能力
 - 采样率自动侦测、滤波器参数自动适配
 - 可编程 8 个频段均衡器 (EQ), 用以优化音频性能
 - 独立通道音量控制功能, 音量调节范围 -96dB~+24dB
 - 独立通道静音控制功能
 - 动态范围控制 (DRC) 功能, 可以用来实现功率限制、改善听觉效果、保护喇叭
 - 直流滤除器
 - 去加重滤波器
 - 独特的频谱再分布算法, 可以还原超越喇叭极限的低音
 - 优化的噪声抑制算法实现了超高的信噪比
- 其他特性
 - 集成高效率 D 类功放, 无需额外散热器
 - 优化的 Click & Pop 噪声抑制能力
 - 内置过热保护、欠压保护及过流保护功能
 - 支持 2.0 声道、2.1 声道、1.0 声道三种输出模式



- 仅需双电源供电，其中功率电源支持从 6V 到 26V 的电压范围
- 封装形式：eTSSOP28
- 内置锁相环及简化的设计，使得 CS38S15 比同类电路要求的外围器件少
- 应用范围
 - 电视
 - 高级音响系统、Sound Bar
 - 带 I²S 接口或 HDMI 接口的音响设备、便携设备、蓝牙设备

2、功能框图与引脚说明

2.1、功能框图



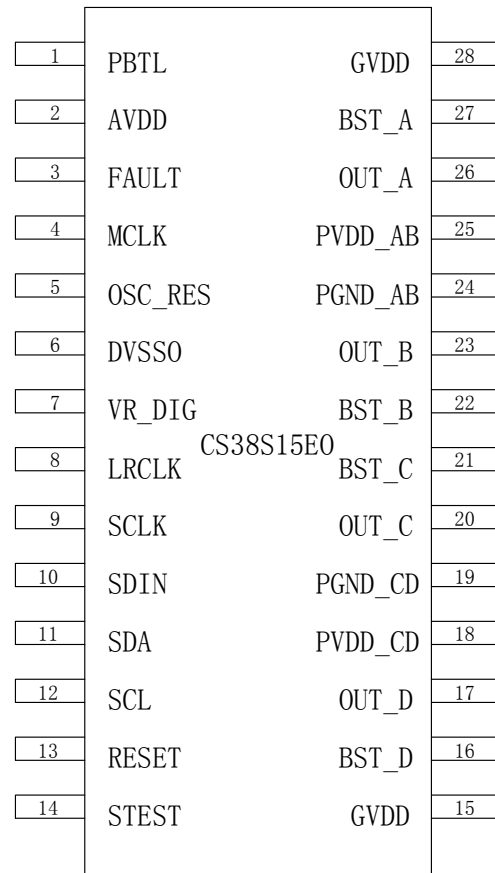
2.2、功能描述

CS38S15 通过内部的 I2S 总线接口电路接收 I2S 音频信号输入，经过采样率自动侦测，数据进入数字音频处理器。通过 I2C 接口控制的寄存器可以配置均衡器、音量控制、动态范围控制、去加重、去直流等一系列功能（包含但不限于上述功能），完成之后再经噪声整形和 PWM 调制成 PWM 波形来驱动 D 类模式的功率级。四个半桥可以组成两个 BTL 输出，或者一个 BTL 输出和两个 SE 输出，或者一个 PBTL 输出。（详见典型应用图）

CS38S15 内部还设置有 I/O 控制逻辑、锁相环、两个 LDO、基准电路、保护逻辑等结构。



2.3、引脚排列图



2.4、引脚说明与结构原理图

引脚	符号	功能说明	属性
1	PBTL	PBTL 模式，高有效（内部下拉）	输入
2	AVDD	模拟电源 3.3V	电源
3	/FAULT	错误报警输出（低有效）	输出
4	MCLK	主时钟输入端	输入
5	OSC_RES	晶振调节电阻	输入
6	DVSSO	晶振地	地
7	VR_DIG	内部 LDO 1.8V 电压输出	输出
8	LRCLK	I2S 左右声道时钟输入	输入
9	SCLK	I2S 位时钟输入	输入
10	SDIN	I2S 数据输入	输入
11	SDA	I2C 数据输入	输入
12	SCL	I2C 时钟输入	输入
13	/RESET	复位端口，低有效	输入
14	STEST	测试模式，高有效（应用时接地）	输入
15	GVDD	内部栅驱动电压引出端，接滤波电容	输出
16	BST_D	半桥 D 自举电源引出端	输出

接下页



接上页

引脚	符号	功能说明	属性
17	OUT_D	半桥 D 输出端口 (C 与 D 组成一个全桥)	输出
18	PVDD_CD	半桥 C、D 共用电源端口	电源
19	PGND_CD	半桥 C、D 共用功率地	地
20	OUT_C	半桥 C 输出端口 (C 与 D 组成一个全桥)	输出
21	BST_C	半桥 C 自举电源引出端	输出
22	BST_B	半桥 B 自举电源引出端	输出
23	OUT_B	半桥 A 输出端口 (A 与 B 组成一个全桥)	输出
24	PGND_AB	半桥 A、B 共用功率地	地
25	PVDD_AB	半桥 A、B 共用电源端口	电源
26	OUT_A	半桥 A 输出端口 (A 与 B 组成一个全桥)	输出
27	BST_A	半桥 A 自举电源引出端	输出
28	GVDD	内部栅驱动电压引出端, 接滤波电容	输出

3、电特性

3.1、极限参数

除特别说明, T= 25℃

参数	符号	最小值	最大值	单位
电源电压	AVDD, DVDD	-0.3	3.6	V
功率电源电压	PVDD_X	-0.3	30	V
3.3V 数字输入		-0.5	4.0	V
5V 数字耐压		-0.5	5.5	V
工作环境温度	T _{amb}	0	85	℃
工作温度	T _{op}	0	150	℃
储存温度	T _{stg}	-40	125	℃

3.2、推荐工作条件

除特别说明, T= 25℃

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
电源电压	AVDD, DVDD	3.0	3.3	3.6	V
功率电源电压	PVDD_X	6		26	V
高电平数字输入电压	V _{ih}	2.0			V
低电平数字输入电压	V _{il}			0.8	V
工作环境温度	T _{amb}	0		85	℃
工作温度	T _{op}	0		125	℃
负载 (输出滤波器 L=15μH, C=680nF)	R _{L(BTL)}	4	8		Ω
输出滤波电感 (短路条件下最小输出电感)	L _{O(BTL)}	10			μH



3.3、直流参数

除特别说明， $T = 25^{\circ}\text{C}$ ， $DVDD = AVDD = 3.3\text{V}$ ， $PVDD_X = 18\text{V}$ ， $R_L = 8\Omega$

参数	符号	条件	最小	典型	最大	单位
高电平输出电压	V_{OH}	$I_{OH} = -4\text{mA}$, $DVDD = AVDD = 3\text{V}$	2.4			V
低电平输出电压	V_{OL}	$I_{OL} = 4\text{mA}$, $DVDD = AVDD = 3\text{V}$			0.4	
高电平输入电压	V_{IH}		2.0			V
低电平输入电压	V_{IL}				0.8	V
电源	DVDD AVDD		3.0	3.3	3.6	V
3.3V 电源电流	I_{DD}	Normal Mode		10	20	mA
		Reset (/RESET =low, /PDN =high)		2	8	
功率电源电流 (无负载)	I_{PVDD}	Normal Mode		32	56	mA
		Reset (/RESET =low, /PDN =high)		5	14	
I/O Protection						
过温报错	OTE			150		$^{\circ}\text{C}$
过温报错回差	OTE_{hyst}			30		$^{\circ}\text{C}$
过流保护	I_{OC}			4		A
过流保护响应时间	I_{OCT}			150		ns

3.4、交流参数

除特别说明， $T = 25^{\circ}\text{C}$ ， $PVDD_X = 18\text{V}$ ， $R_L = 8\Omega$ ，BTL， $T_{AMB} = 25^{\circ}\text{C}$ ， $F_S = 48\text{kHz}$ ， $C_{BST} = 33\text{nF}$ ，audio frequency = 1kHz， $F_{PWM} = 384\text{kHz}$

参数	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
单通道输出功率 (BTL)	P_O	PVDD = 18V, 10% THD, 1kHz input signal, 8Ω		18		W
		PVDD = 18V, 7% THD, 1kHz input signal, 8Ω		16		
		PVDD = 12V, 10% THD, 1kHz input signal, 8Ω		8.8		
		PVDD = 12V, 7% THD, 1kHz input signal, 8Ω		8		
		PVDD = 8V, 10% THD, 1kHz input signal, 8Ω		4		
		PVDD = 8V, 7% THD, 1kHz input signal, 8Ω		3.6		

转下页

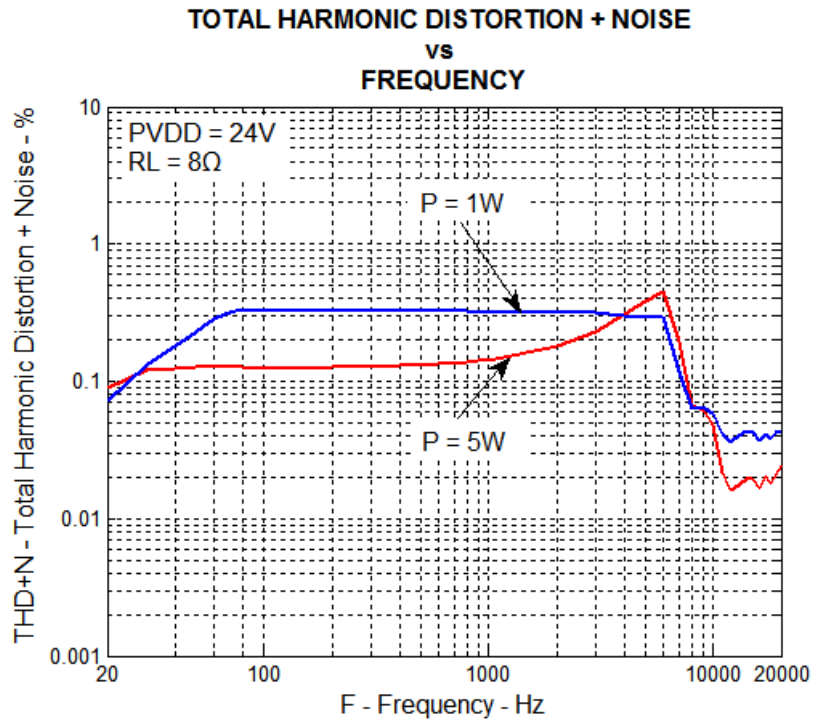


接上页

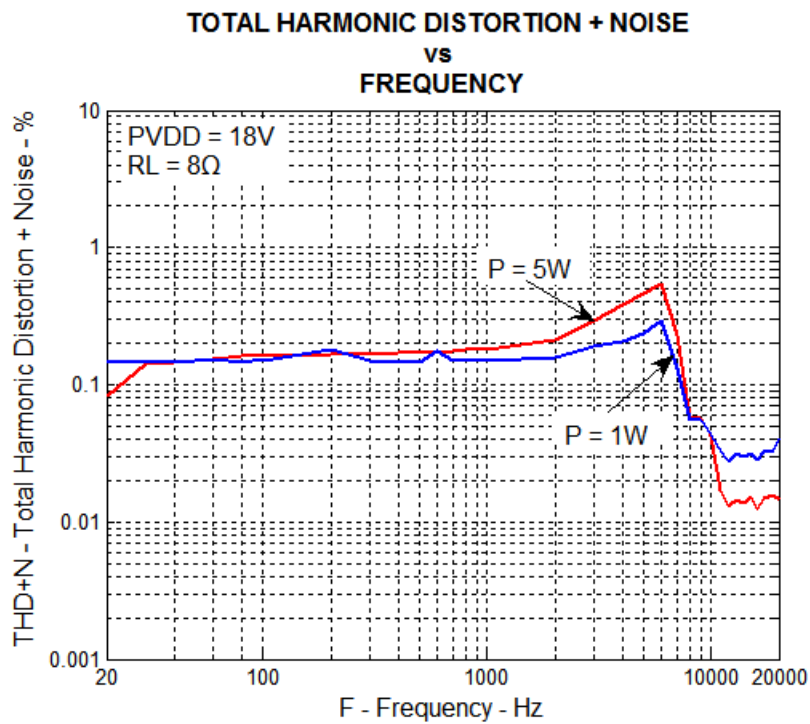
参数	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
单通道输出功率 (SE)	P _O	PVDD = 24V, 10% THD, 1kHz input signal, 4Ω		16		W
		PVDD = 24V, 7% THD, 1kHz input signal, 4Ω		15		
		PVDD = 12V, 10% THD, 1kHz input signal, 4Ω		4.2		
		PVDD = 12V, 7% THD, 1kHz input signal, 4Ω		4		
输出功率 (PBTL)	P _O	PVDD = 18V, 10% THD, 1kHz input signal, 4Ω		36		W
		PVDD = 18V, 7% THD, 1kHz input signal, 4Ω		34		
		PVDD = 12V, 10% THD, 1kHz input signal, 4Ω		17		
		PVDD = 12V, 7% THD, 1kHz input signal, 4Ω		16		
总谐波失真+噪声	THD+N	PVDD = 18V, P _O = 1 W		0.18%		
		PVDD = 12V, P _O = 1 W		0.34%		
		PVDD = 8V, P _O = 1 W		0.27%		
输出噪声 (有效值)	V _n	A-weighted		30		μV
通道隔离度		P _O = 0.25 W, f = 1kHz (PS Mode)		-77		dB
信噪比	SNR	A-weighted, f = 1kHz, max power at THD < 1%		112		dB



4、特性曲线



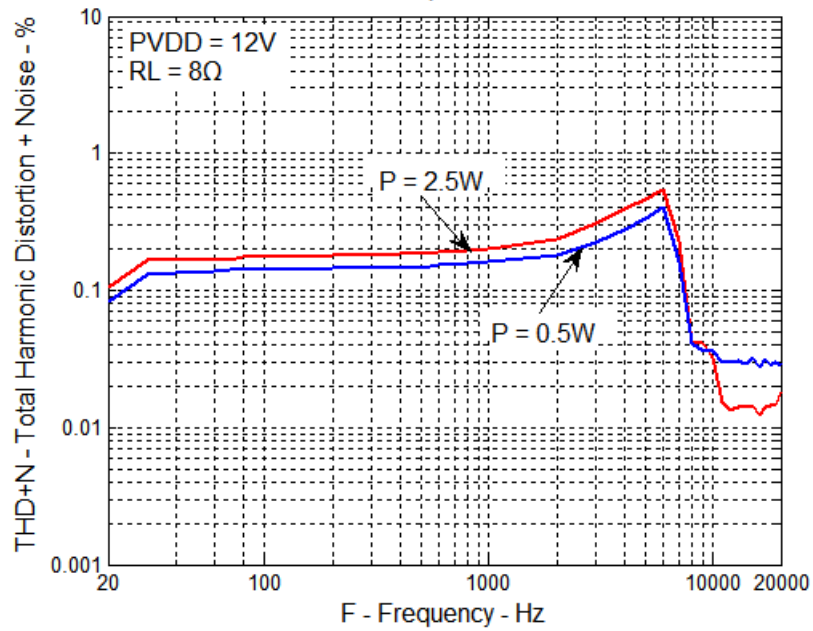
THD+N vs. FREQUENCY, PVDD=24V



THD+N vs. FREQUENCY, PVDD=18V

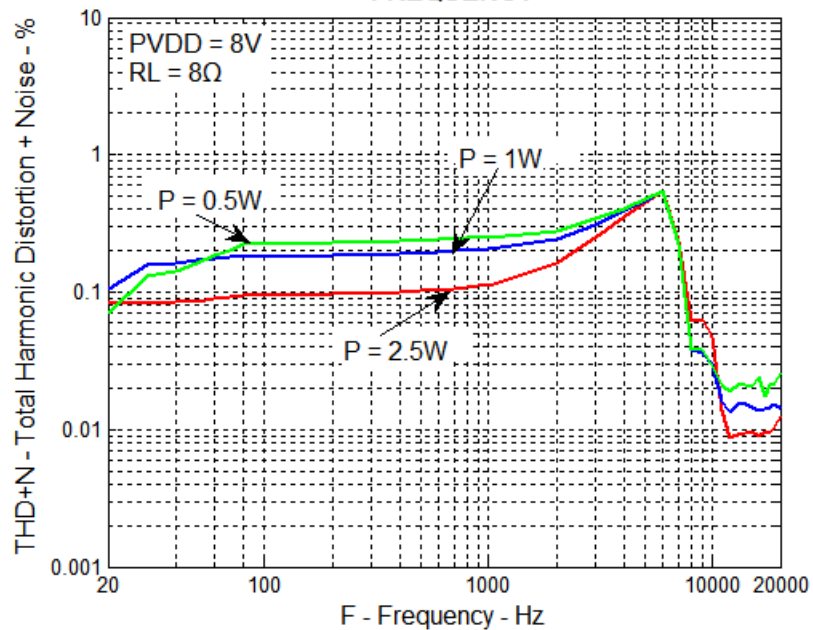


**TOTAL HARMONIC DISTORTION + NOISE
vs
FREQUENCY**

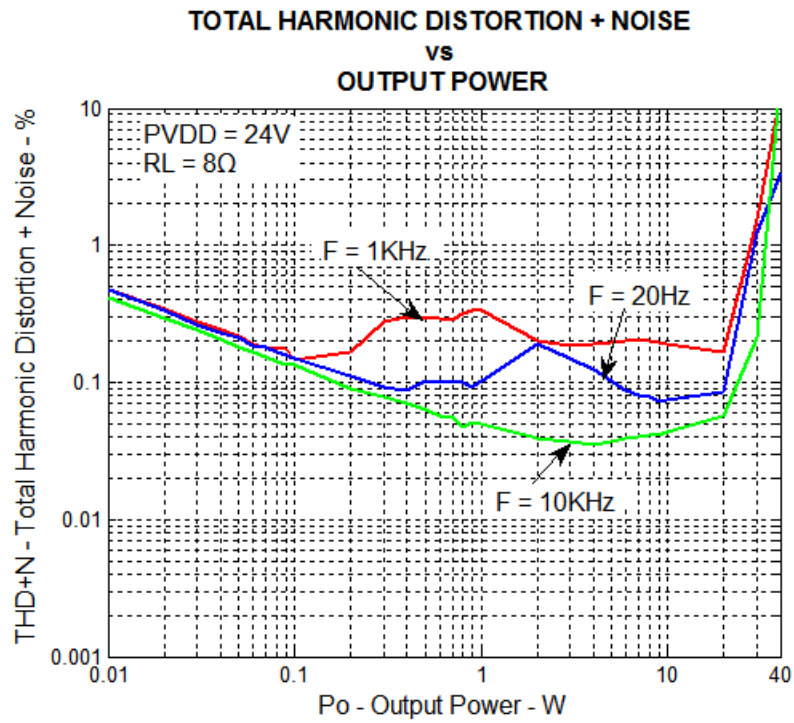


THD+N vs. FREQUENCY, PVDD=12V

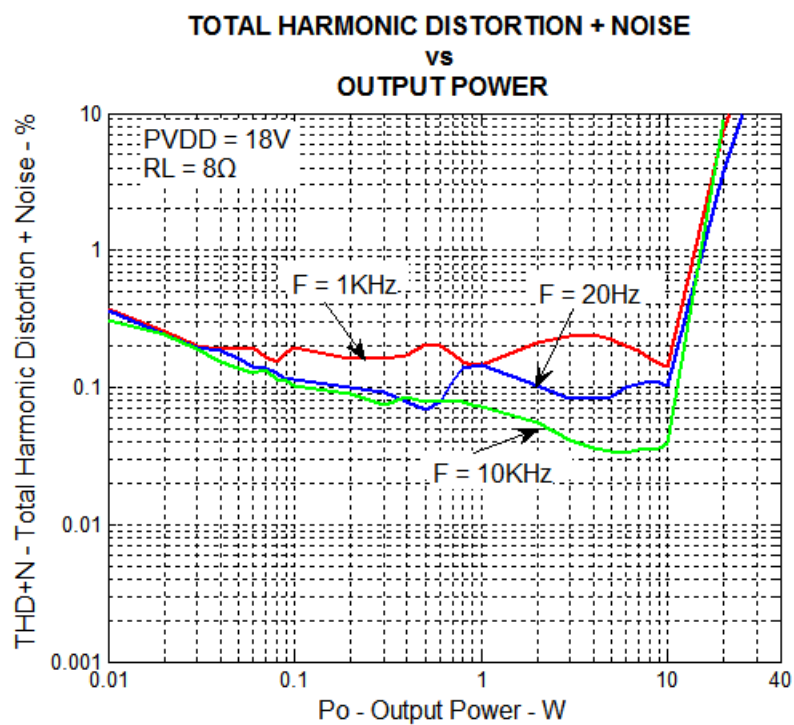
**TOTAL HARMONIC DISTORTION + NOISE
vs
FREQUENCY**



THD+N vs. FREQUENCY, PVDD=8V



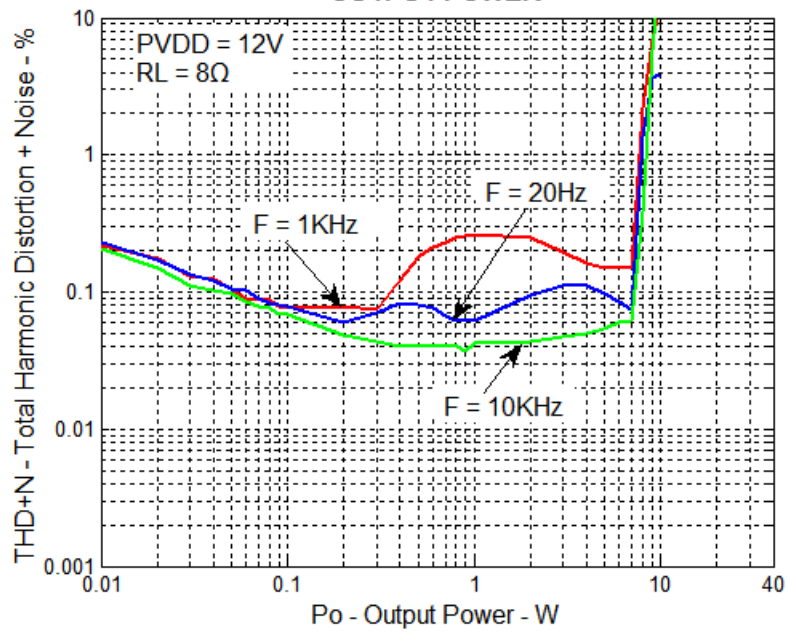
THD+N vs. OUTPUT POWER, PVDD=24V



THD+N vs. OUTPUT POWER, PVDD=18V

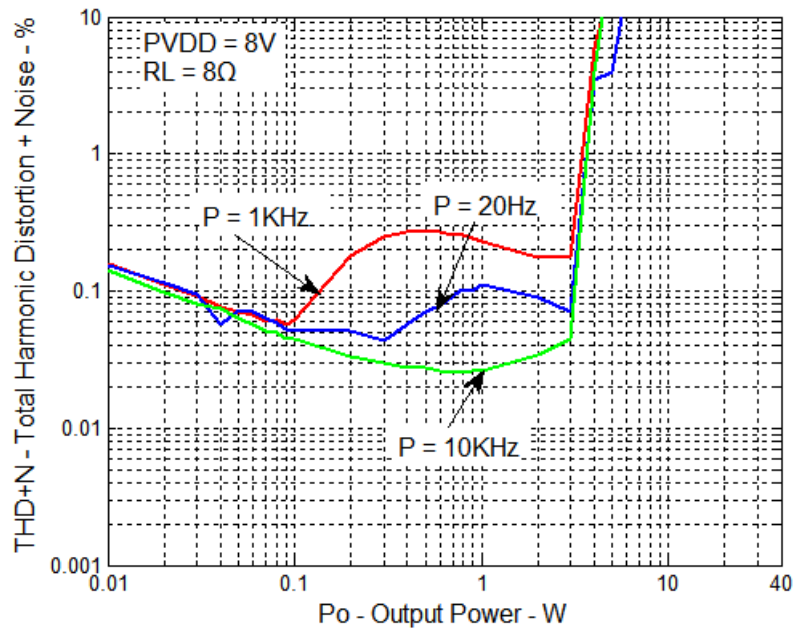


**TOTAL HARMONIC DISTORTION + NOISE
vs
OUTPUT POWER**

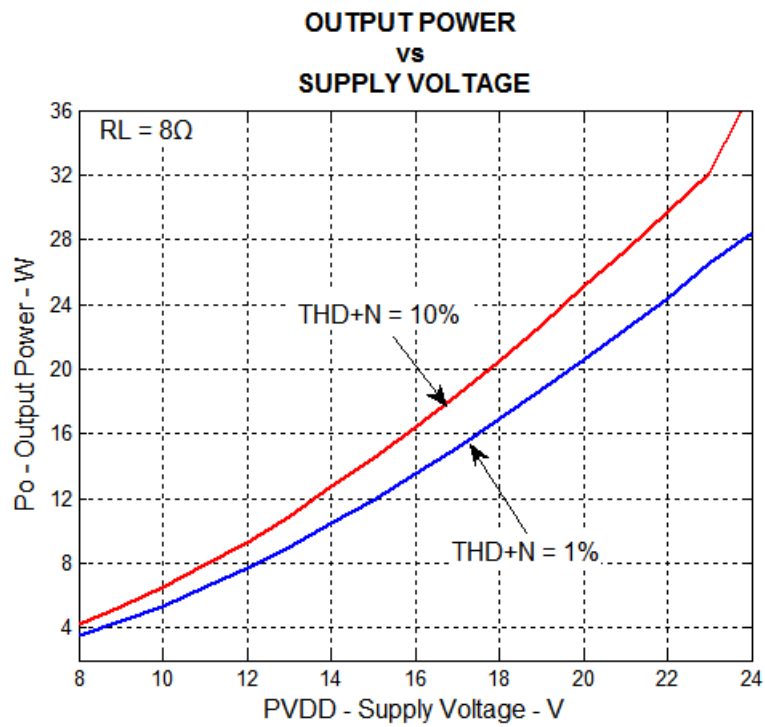


THD+N vs. OUTPUT POWER, PVDD=12V

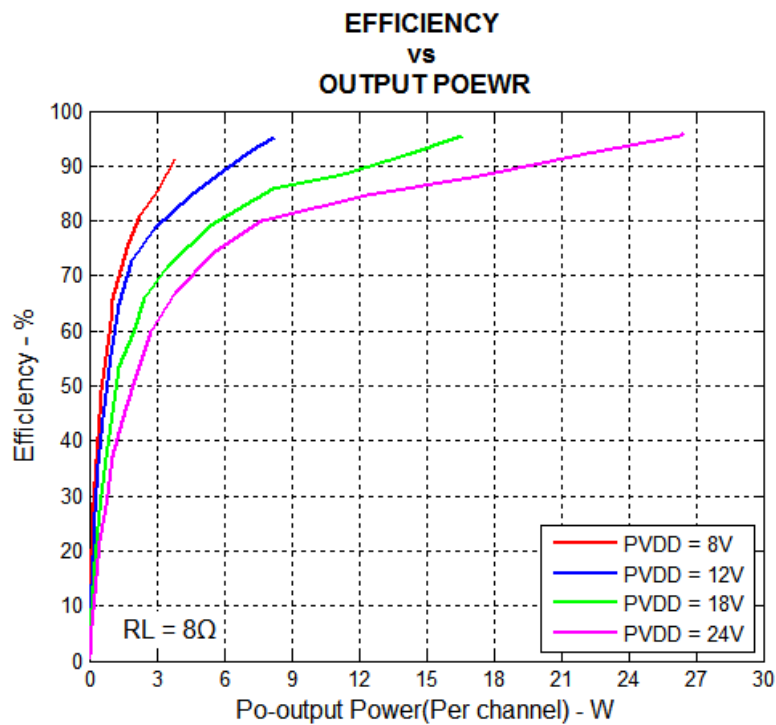
**TOTAL HARMONIC DISTORTION + NOISE
vs
OUTPUT POWER**



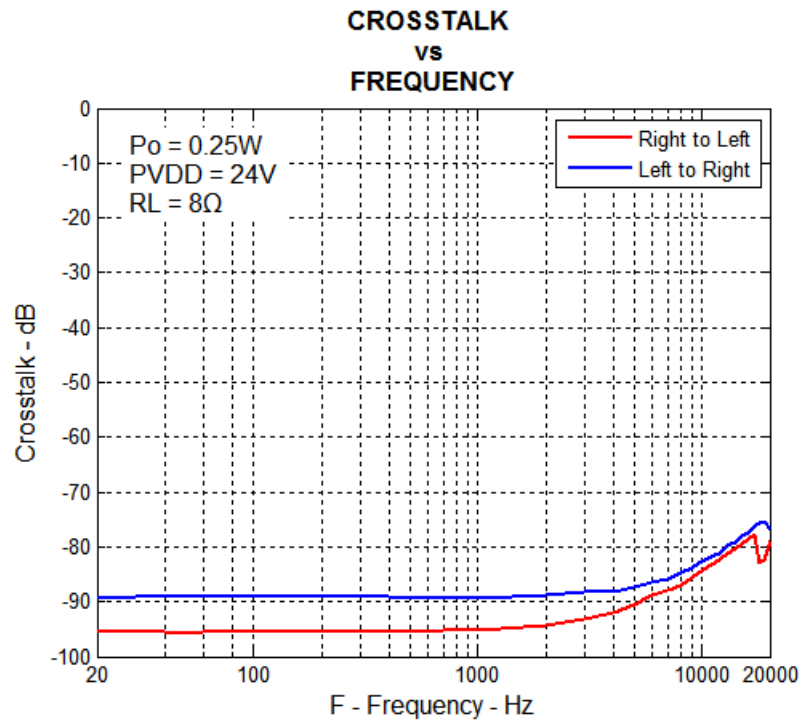
THD+N vs. OUTPUT POWER, PVDD=8V



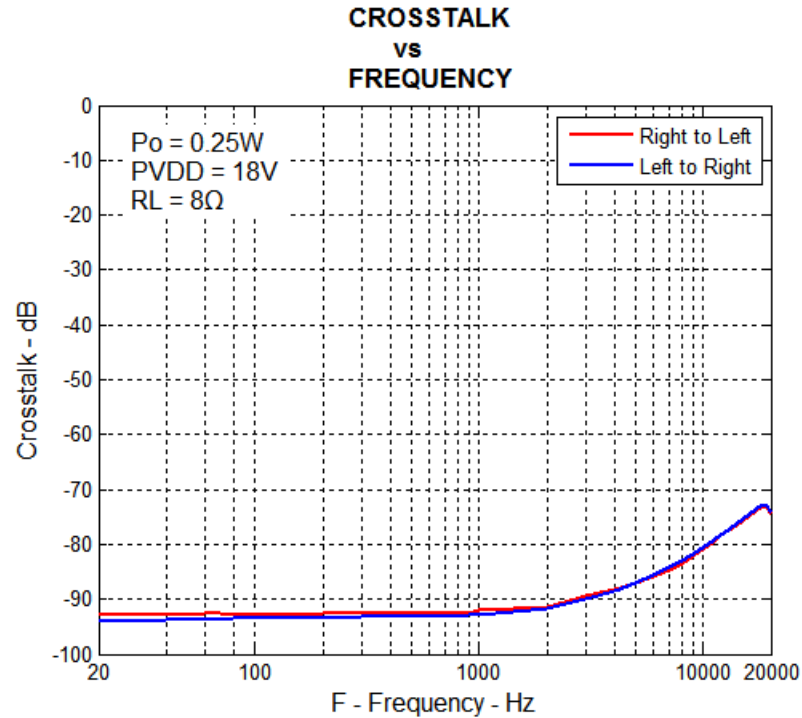
OUTPUT POWER vs SUPPLY VOLTAGE



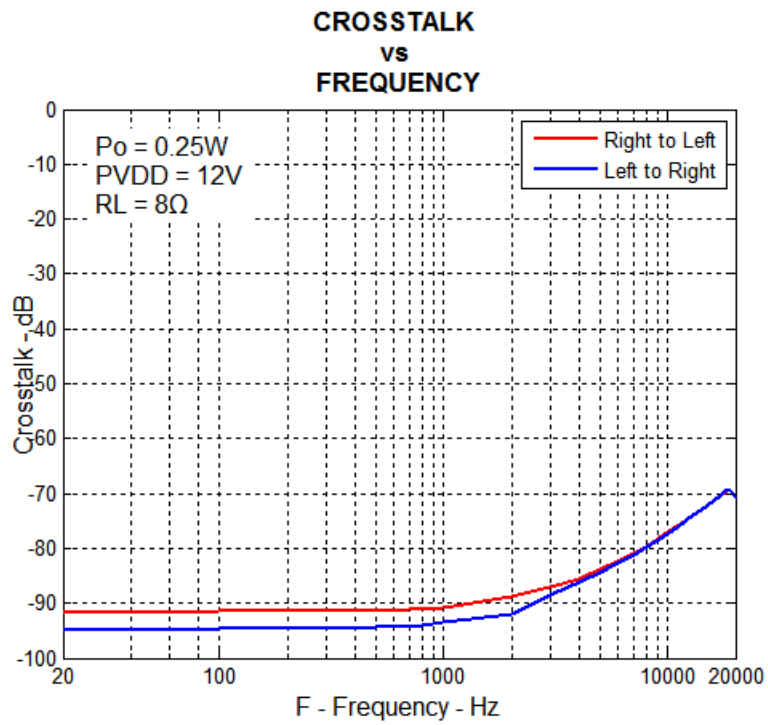
EFFICIENCY vs OUTPUT POWER



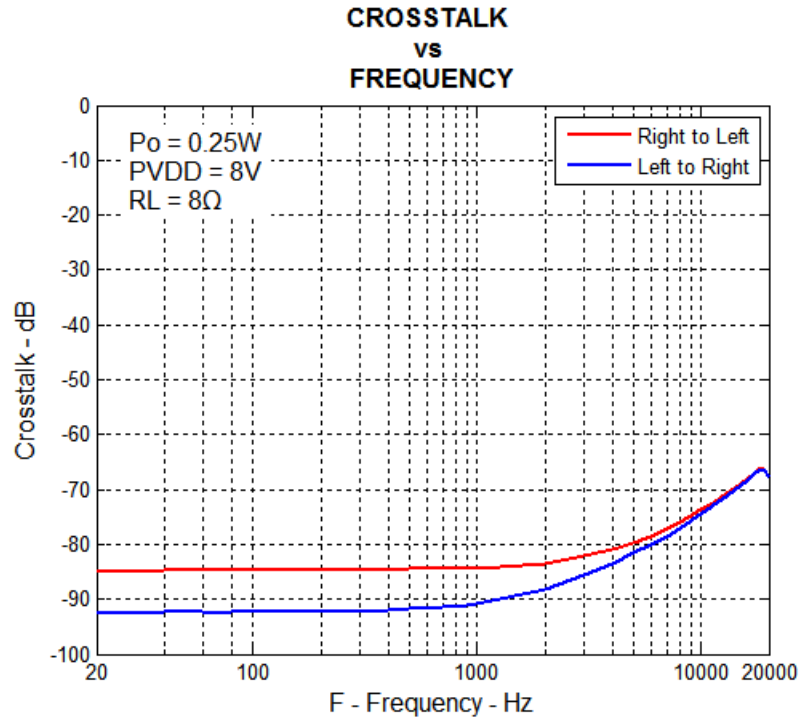
CROSSTALK vs FREQUENCY, PVDD=24V



CROSSTALK vs FREQUENCY, PVDD=18V



CROSSTALK vs FREQUENCY, PVDD=12V



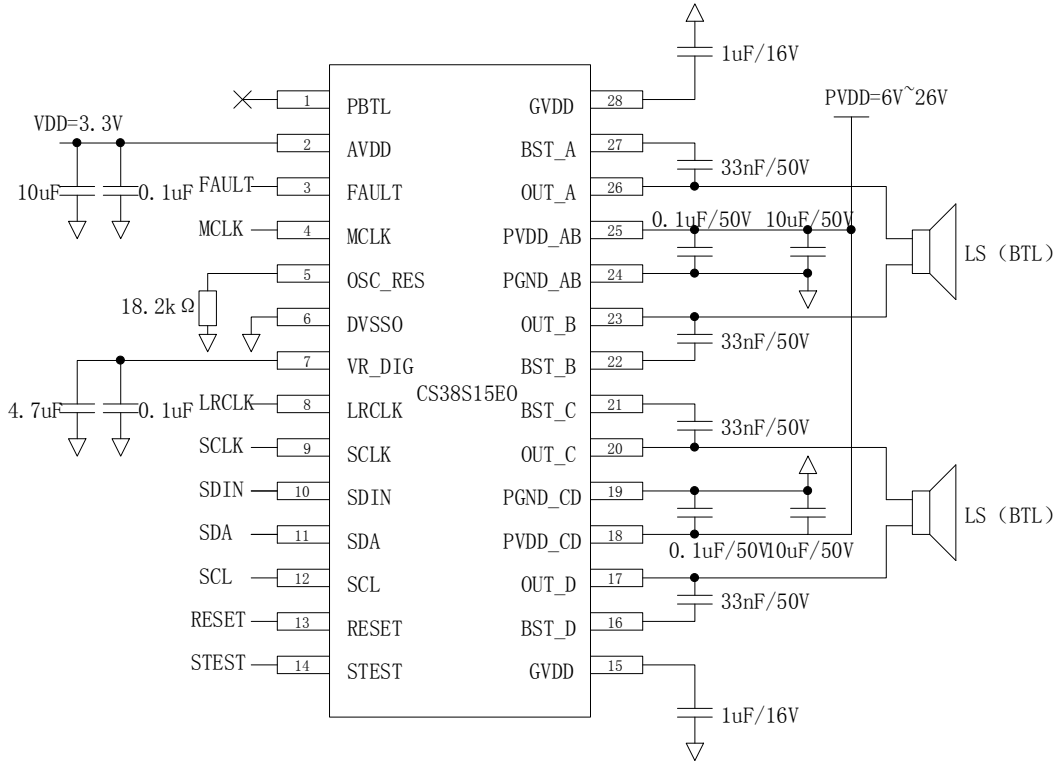
CROSSTALK vs FREQUENCY, PVDD=8V



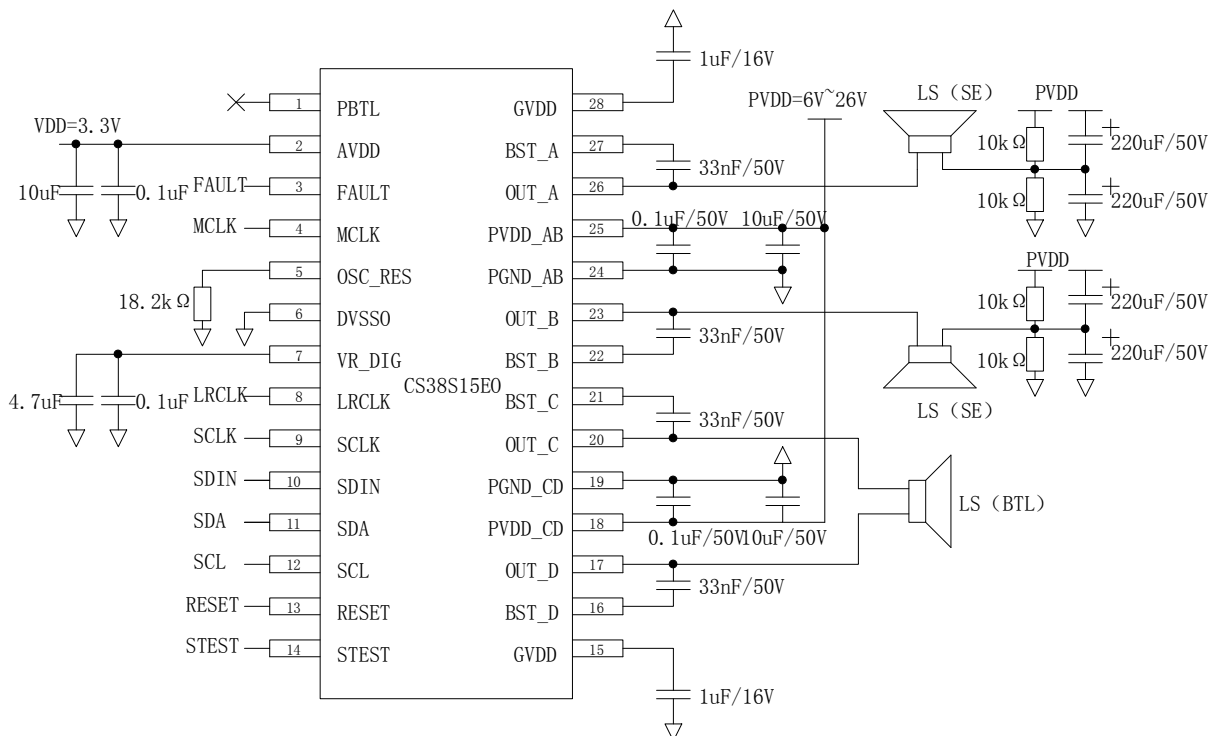
5、典型应用线路与应用说明

5.1、典型应用图

5.1.1、2.0 模式：

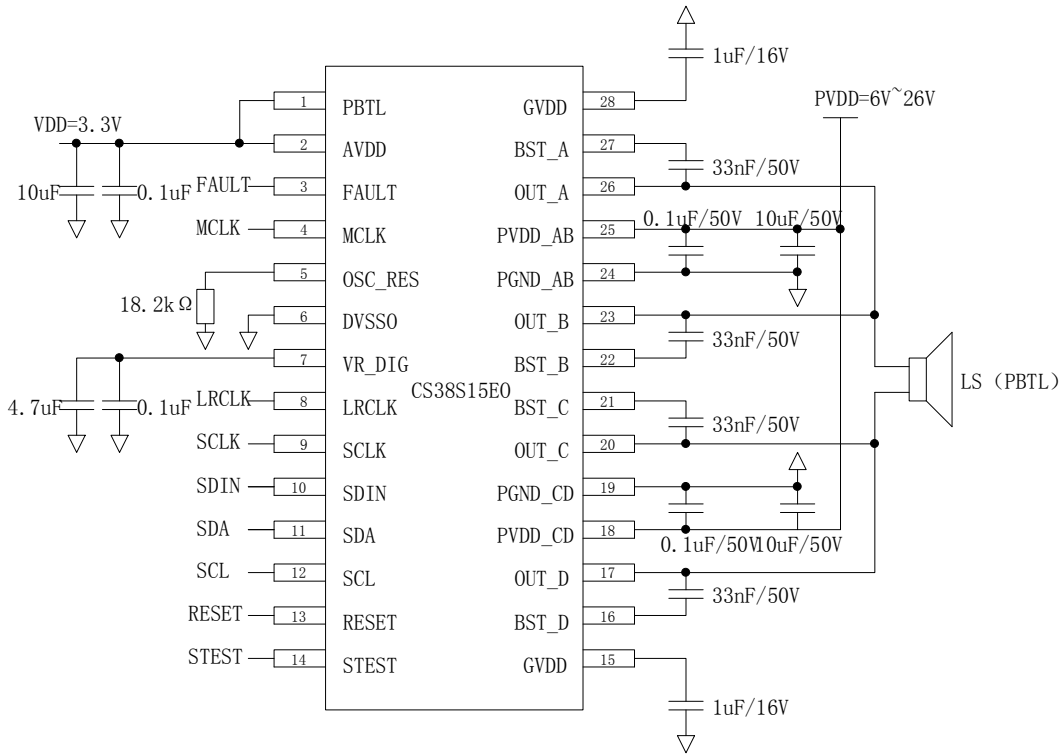


5.1.2、2.1 模式：





5.1.3、1.0 模式：



5.2、应用说明

5.2.1、I²S 接口说明

CS38S15 的 I²S 接口信号包括 MCLK（主时钟）、SCLK（位时钟）、LRCLK（采样时钟）、SDIN（数据），这些端口电路内部带下拉，其中 MCLK 不可缺省。

I²S 数据支持左对齐、右对齐和中间对齐三种方式，字长支持 16bit、20bit、24bit。I²S 数据的对齐方式 CS38S15 不能自动识别，所以必须正确设置相关寄存器来确定 I²S 数据的对齐方式；推荐将寄存器设置成 24bit 字长，可以向下兼容 20bit、16bit，若选择 16bit 而实际输入 24bit，则精度降低为 16bit。

5.2.2、I²C 接口说明

CS38S15 的 I²C 接口仅支持从设备模式，设备地址为 0X36 或者 0X34（FAULT 端口上拉为 0X36，下拉则为 0X34，上下拉电阻指推荐 15kΩ）。

CS38S15 除了外加 I²S 音频信号之外，必须通过 I²C 总线配置内部寄存器才能正常工作（默认输出关闭），即至少需要配置一个赋值（打开输出）才能工作。

5.2.3、电源端口说明

CS38S15 需要双直流电源供电，3.3V 作为前置电源（AVDD），6V~26V 作为功率电源（PVDD_AB/PVDD_CD）。VR_DIG（1.8V）、GVDD（6.2V）为内部 LDO 输出，BST_X 为对 OUT_X 的自举电源。PCB 布局时功率电源、功率地需要和数字电源、模拟电源区

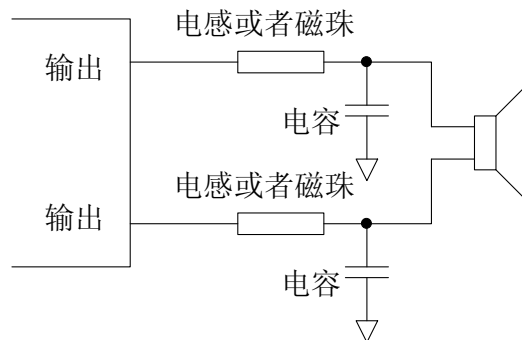


分开，防止干扰；LDO 输出仅允许用于供应内部电路。

端口 AVDD、PVDD_AB/PVDD_CD、VR_DIG、GVDD 需要设置对地的去耦电容，一般用 $0.1\mu\text{F}+10\mu\text{F}$ 的组合（容值相差两个数量级）或者 $1\mu\text{F}$ 的电容来实现，电容要求 ESR 要小，还要保证去耦通路尽量短。电容选择时还要注意耐压值，要求电容耐压大于实际工作电压的 1.5 倍，例如 BST_X 与 OUT_X 之间的电容推荐用 33nF 、 50V 耐压的陶瓷电容。

5.2.4、输出端口说明

为了降低 EMI，通常会在靠近输出端（OUT_X）引脚处增加 LC 滤波器，LC 滤波器和电路引脚的距离越短越好，电感取值一般为 $10\mu\text{H}\sim 33\mu\text{H}$ ，电容的取值为 $0.22\mu\text{F}\sim 1\mu\text{F}$ 。可以用磁珠来取代电感以降低成本、节省 PCB 空间、电容值也相应减小 $100\text{pF}\sim 1\text{nF}$ 。由于 CS38S15 在输出端的特性与自举型的 D 类功放类似，可以借鉴 D 类功放的设计。（下图仅供参考）



5.2.5、其它引脚说明

RESET 端口主要用途是上电复位，详细设置方法参见寄存器说明文档；PDN 端口主要用途是系统待机省电的一种方式，拉低时 CS38S15 进入低功耗模式，而不会重置寄存器配置；当使用 1.0 声道模式时，PBTL 端口需要拉高，否则该引脚直接悬空即可；STEST 端口固定接地；OSC_RES 需要外接 $18.2\text{k}\Omega$ 电阻（1%精度）到地，如果电阻值偏差过大会造成异常。

5.2.6、常用功能说明

1) 输出模式选择：CS38S15 具备三种输出模式，需要通过 I2C 总线配置内部寄存器来切换，寄存器默认值为立体声 BTL 模式。具体设置方法参见寄存器说明文档。

2) EQ 功能：CS38S15 提供各通道独立的均衡器调节功能，立体声模式下左右声道均支持八频段调节，2.1 声道模式重低音通道支持两频段调节，1.0 声道模式支持八频段调节。CS38S15 配套有开发工具，轻松实现参数的可视化设置。

3) DRC 功能：动态范围控制功能主要针对大音量高幅度部分的输出信号进行按比例地衰减，以实现功率限制、降低失真、提高音质、保护喇叭等效果。CS38S15 配套有开发工具，轻松实现参数的可视化设置。

4) SSR 功能：CS38S15 特有的频谱再分布技术可以将低频声音搬移到中高频段，



利用基音缺失原理，使得小尺寸喇叭也能模拟出大尺寸喇叭的低音效果，降低了对喇叭尺寸的要求，也可以提高功放效率（功耗显著降低），保护喇叭振膜（频响远离了低频区域）。用户可以根据所选喇叭的特性调节滚降点（分频点）和增益以达到最佳效果，此功能建议在 2.0 声道模式下使用中高音喇叭的条件下开启，具体设置方法参见开发工具和寄存器说明文档。

5.2.7、保护功能说明

CS38S15 具备温度保护、欠压保护、过流保护（短路保护）。这些保护功能均具备自恢复功能，即引起保护的条件一旦消失，保护状态随即取消恢复正常工作。

5.2.8、散热设计

CS38S15 具备很高的效率，采用了散热片在底部裸露的封装形式，通常只要将散热片焊接到 PCB 并连接大面积的接地即可保证散热效果，而无需增加额外的散热装置。

5.2.9、负载和功率电源电压的选择

负载值越大效率越高，为保证充足的效率建议使用 8Ω 负载，SE 模式下使用 4Ω 负载可以提升输出功率，PBTL 模式下建议使用 4Ω 负载。相同输出功率下，电源电压越低，系统效率越高，但容易触发削波失真。效率与音质兼顾的办法是先确定好负载和最大输出功率，然后选择尽量小的电源电压，使得最大输出功率情况下不会出现削波。

5.2.10、应用举例

1) 电视机。因为电视机内置喇叭尺寸、额定功率小，建议 EQ 开启用来修正喇叭频响特性，同时预存多个 EQ 设置实现音效模式切换，DRC 开启做功率限制保护喇叭，SSR 功能开启可以提高低音还原能力。输出端建议使用 LC 滤波器来抑制 EMI。

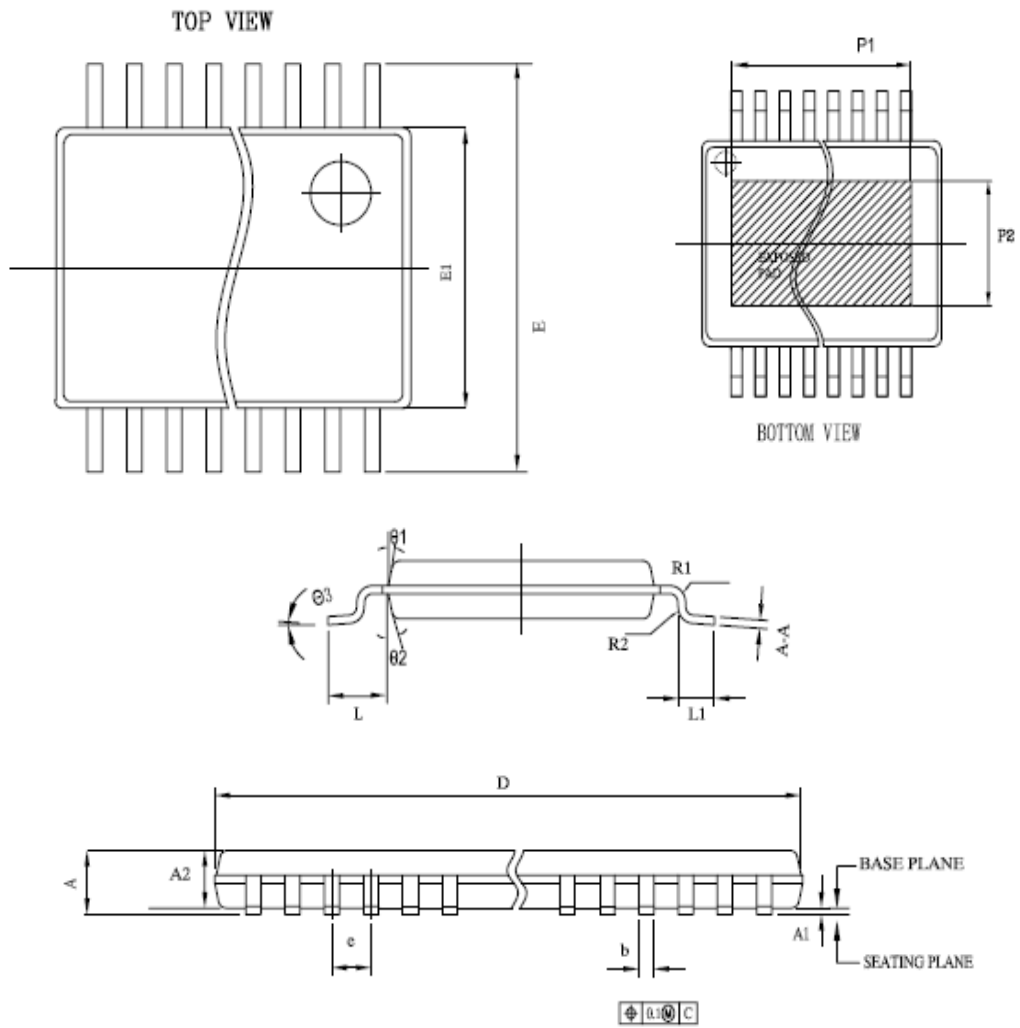
2) 音响、Sound Bar。建议 EQ 开启用来修正喇叭频响特性，如果是 2.1 声道模式则不建议开启 SSR 功能，2.0 声道模式如果使用大口径喇叭也可以不用开启 SSR 功能，喇叭额定功率足够大则 DRC 功能可以不开。

3) 蓝牙音箱。CS38S15 适合双节锂电或者更高电压作为电源的应用。建议 EQ 开启用来修正喇叭频响特性，如果是 2.1 声道模式则不建议开启 SSR 功能，2.0 声道模式如果使用大口径喇叭也可以不用开启 SSR 功能，DRC 功能建议开启。输出端建议使用磁珠来节省空间，功放到喇叭的连线要尽可能短，蓝牙天线和喇叭间要保留足够的距离以降低 EMI。



6、封装尺寸与外形图（单位：mm）

6.1、封装外形





6.2、封装尺寸

Symbol	Min.	Max.	Symbol	Min.	Max.
A		1.200	E	6.250	6.550
A1	0.050	0.150	E1	5.800	6.200
A2	0.800	1.050	e	0.650	
b	0.190	0.300	L		1.000
A-A	0.090	0.200	L1	0.450	0.750
D	10.262	10.414	P1	4.840	5.150
P2	2.740	3.050	Pad Size	3.0	5.9
R1	0.15TYP		R2	0.15TYP	
θ1	12°TYP		θ2	12°TYP	
θ3	0	8			

产品中有毒有害物质或元素的名称及含量

部件名称	有毒有害物质或元素					
	铅 (Pb)	汞 (Hg)	镉 (Cd)	六价铬 (Cr ⁺⁶)	多溴联苯 (PBB)	多溴联苯醚 (PBDE)
引线框	○	○	○	○	○	○
塑封树脂	○	○	○	○	○	○
芯片	○	○	○	○	○	○
内引线	○	○	○	○	○	○
装片胶	○	○	○	○	○	○
说明	○：表示该有毒有害物质的含量在 SJ/T11363-2006 标准的限量要求以下。×：表示该有毒有害物质的含量超出 SJ/T11363-2006 标准的限量要求。					