

45 W + 45 W 双桥接BTL类D音频放大器

特性

- 宽范围单电源操作(7 - 26 V)
- 可能的输出配置:
 - 2 x BTL
 - 1 x PBTL
- BTL 输出能力 (VCC = 26 V):
 - 45 W + 45 W, 4 Ω , THD 1%, VCC 22V
 - 45 W + 45 W, 6 Ω , THD 1%, VCC 26V
 - 37 W + 37 W, 8 Ω , THD 1%, VCC 26V
 - 46 W + 46 W, 8 Ω , THD 10%, VCC 26V
- 高效率
- 四个可选的固定增益设置, 分别为 20.4 dB、26.4 dB、29.9 dB 和 32.4 dB
- 差分输入最小化共模噪声
- 待机、静音和播放操作模式
- 短路保护
- 由 PLMIT 功能限制输出功率
- 启动时检测短路输出引脚
- 热过载保护

SMH7492PE是一款为家庭音频应用设计的双桥接BTL类D音频放大器, 采用单电源供电。

应用

- 多媒体音箱
- 汽车后装市场
- 声音条和音箱

表 1: 设备总结

订单代码	工作温度	封装	数量	丝印
SMH7492PE	-40 to +85°C	TSSOP28	4000	SMH7492PE XXXXXXX xxx

描述

目录

1. 设备框图.....	5
2. 引脚描述.....	6
2.1 引脚排列	6
2.2 引脚列表	7
3. 绝对最大额定值	8
4. 热数据.....	8
5. 电气规格.....	9
5.1 立体声BTL应用	10
5.2 并行BTL(单声道)应用	10
6. 应用电路.....	11
7. 特性曲线.....	13
7.1 立体声配置	13
8. 应用信息.....	16
8.1 模式选择	16
8.2 增益设置	17
8.3 输入电阻和电容	17
8.4 内部和外部时钟	18
8.5 主模式（内部时钟）	18
8.6 从模式（外部时钟）	18
8.7 输出低通滤波器	19
8.8 诊断输出	20
9. 保护功能.....	21
10. 封装机械参数.....	22
11. 修订历史.....	23
12. 责任与版权声明	24

45 W + 45 W 双桥接BTL类D音频放大器
List of Figures

图 1: 内部框图 (仅显示一个通道)	5
图 2: 引脚连接 (顶视图, PCB 视图).....	6
图 3: D类放大器应用电路(BTL).....	11
图 4: D类放大器应用电路 (PBTL)	11
图 5: D类放大器应用电路 (BTL+PBTL).....	12
图 6: 效率与输出功率.....	13
图 7: 效率与输出功率.....	13
图 8: 效率与输出功率.....	14
图 9: THD与输出功率.....	14
图 10: THD与输出功率.....	14
图 11: THD与输出功率.....	14
图 12: THD与频率.....	14
图 13: 串扰($V_s = 26\text{ V}$).....	14
图 14: FFT (0 dB) ($V_s = 26\text{ V}$).....	15
图 15: FFT (-60 dB) ($V_s = 26\text{ V}$)	15
图 16: 四类板子最大输出功率曲线 ($V_{CC}=15\text{ V}$)	15
图 17: 四类板子最大输出功率曲线 ($V_{CC}=18\text{ V}$)	15
图 18: 四类板子最大输出功率曲线 ($V_{CC}=22\text{ V}$)	15
图 19: 四类板子最大输出功率曲线 ($V_{CC}=24\text{ V}$)	15
图 20: 待机和静音电路.....	16
图 21: 最大限度地减少扬声器“POP” 的开关时序	16
图 22: 设备输入电路和频率响应.....	17
图 23: 主模式和从模式连接.....	18
图 24: 适用于 $8\ \Omega$ 扬声器的典型LC滤波器	19
图 25: 适用于 $4\ \Omega$ 扬声器的典型LC滤波器	19
图 26: 各种保护条件下引脚DIAG的行为.....	20
图 27: TSSOP28 封装外形	22

45 W + 45 W 双桥接BTL类D音频放大器**List of Tables**

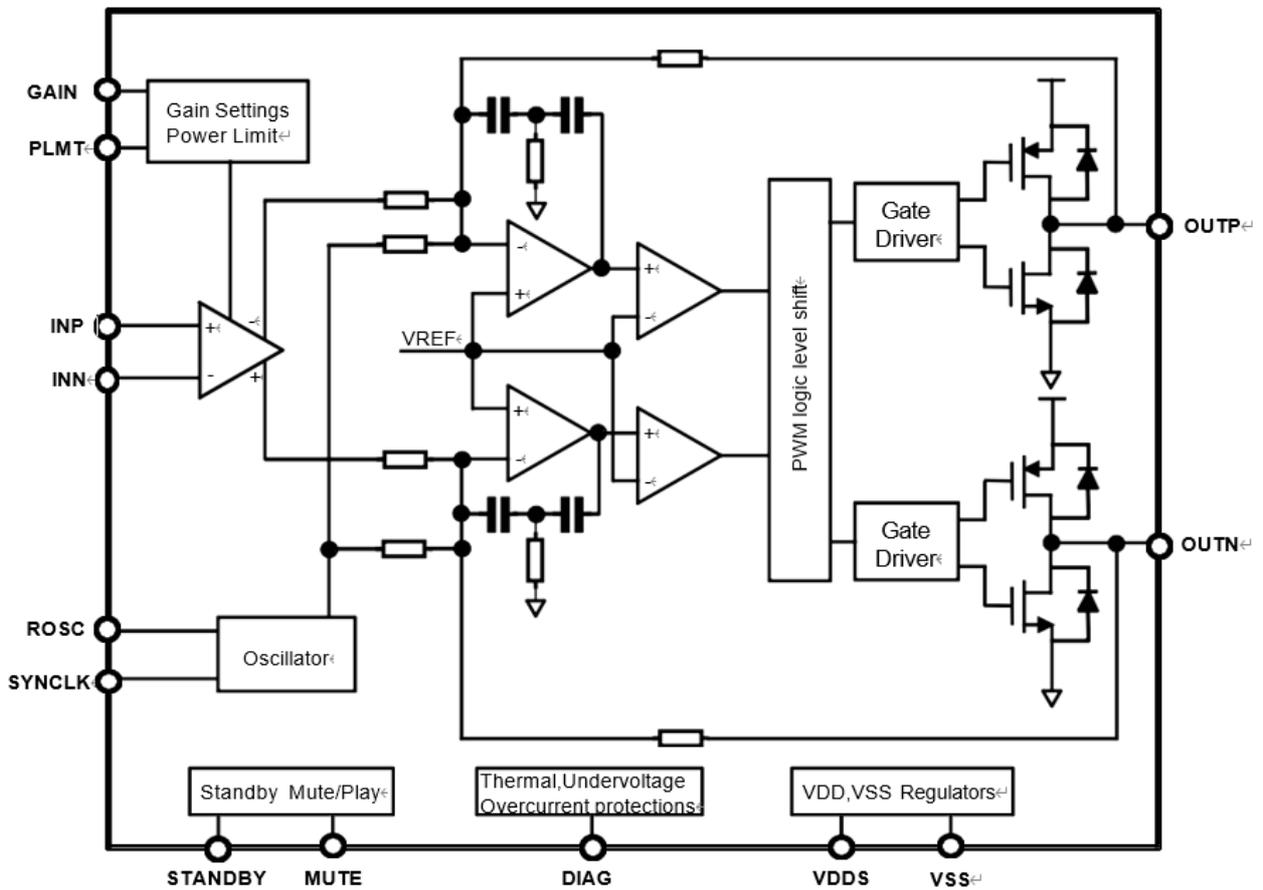
表 1: 设备总结.....	1
表 2: 引脚描述列表.....	7
表 3: 最大绝对额定值.....	8
表 4: 热数据	8
表 5: 电气规格.....	9
表 6: 立体声BTL应用.....	10
表 7: 并行BTL(单声道)应用.....	10
表 8: 模式设置.....	16
表 9: 增益设置.....	17
表 10: 如何设置SYNCLK.....	18
表 11: 更新记录	23

45 W + 45 W 双桥接BTL类D音频放大器

1. 设备框图

图1是内部方框图（仅显示一个通道），显示了SMH7492E两个相同通道之一的方框图。

图 1：内部框图（仅显示一个通道）

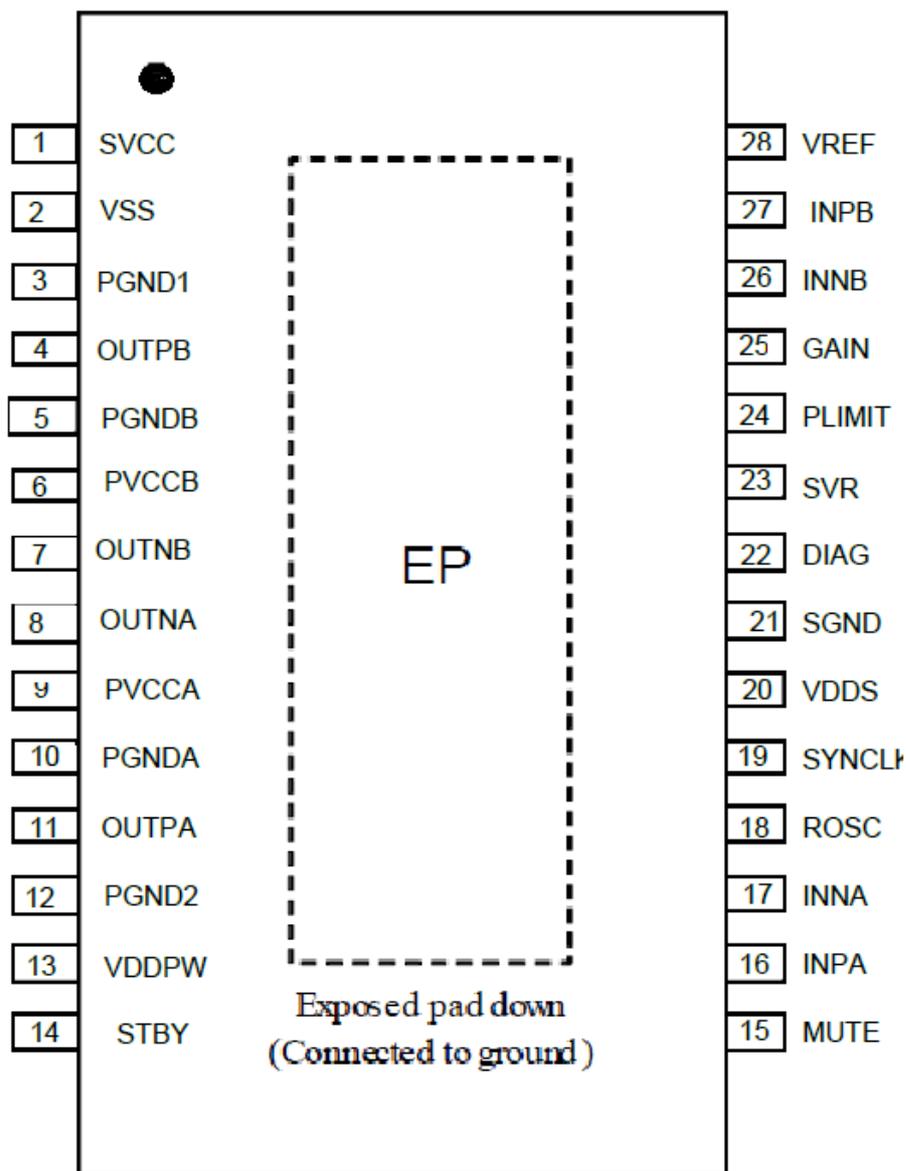


45 W + 45 W 双桥接BTL类D音频放大器

2. 引脚描述

2.1 引脚排列

图 2：引脚连接 (顶视图, PCB 视图)



45 W + 45 W 双桥接BTL类D音频放大器
2.2 引脚列表
表 2：引脚描述列表

引脚编号	名称	类型	描述
1	SVCC	PWR	信号电源
2	VSS	O	相对于电源的3.3-V (名义值) 调节器输出
3	PGND	PWR	功率级地
4	OUTPB	O	右通道的正PWM输出
5	PGNDB	PWR	右通道的功率级地
6	PVCCB	PWR	右通道的电源
7	OUTNB	O	右通道的负PWM输出
8	OUTNA	O	左通道的负PWM输出
9	PVCCA	PWR	左通道的电源
10	PGNDA	PWR	左通道的功率级地
11	OUTPA	O	左通道的正PWM输出
12	PGND	PWR	功率级地
13	VDDPW	O	相对于地的3.3V (名义值) 调节器输出, 用于功率级
14	STBY	I	待机模式控制
15	MUTE	I	静音模式控制
16	INPA	I	左通道的正差分输入
17	INNA	I	左通道的负差分输入
18	ROSC	O	主振荡器频率设置引脚
19	SYNCLK	I/O	外部振荡器的时钟输入/输出
20	VDDS	O	相对于地的3.3-V (名义值) 调节器输出, 用于信号块
21	SGND	PWR	信号地
22	DIAG	O	开漏诊断输出
23	SVR	O	供电电压抑制
24	PLIMIT	I	限制不同的最大功率
25	GAIN	I	增益设置
26	INNB	I	右通道的负差分输入
27	INPB	I	右通道的正差分输入
28	VREF	O	相对于地的VDDS一半 (名义值)

45 W + 45 W 双桥接BTL类D音频放大器

3. 绝对最大额定值

表 3：最大绝对额定值

符号	参数	值	单位
V_{CCMAX}	引脚PVCCA、PVCCB、SVCC的直流供电电压	30	V
V_I	输入引脚STANDBY、MUTE、INNA、INPA、INNB、INPB、GAIN的电压限制	-0.3 to 5	V
T_{op}	工作温度	-40 to 85	°C
T_j	结温	-40 to 150	°C
T_{stg}	储存温度	-40 to 150	°C

4. 热数据

表 4：热数据

符号	参数	最小	典型	最大	单位
$R_{th\ j-case}$	结到外壳的热阻	-	2	3	°C/W
$R_{th\ j-amb}$	结到环境的热阻	-	24 ⁽¹⁾	-	°C/W

45 W + 45 W 双桥接BTL类D音频放大器
5. 电气规格

除非另有说明，表 5：“电气规格”中的结果是在以下条件下给出的： $V_{CC} = 26V$ ， $R_L = 6\Omega$ ， $R_{OSC} = 39\text{ k}\Omega$ ， $f = 1\text{ kHz}$ ， $G_V = 20.4\text{ dB}$ 和 $T_{amb} = 25^\circ\text{C}$ 。

表 5：电气规格

符号	参数	条件	最小	典型	最大	单位
V_{CC}	引脚PVCCA, PVCCB, SVCC的供电电压	-	7	-	26	V
I_q	总静态电流	无LC, 无负载	-	40		mA
I_{qSTBY}	待机静态电流	-	-	1	-	μA
V_{OS}	输出偏移电压	$V_i = 0, A_v = 20\text{ dB}$, 无负载		20		mV
I_{OCP}	过流保护阈值	$R_L = 0\ \Omega$	9	10	13	A
T_j	热关断的结温	-	140	150	160	$^\circ\text{C}$
R_i	输入电阻	差分输入		60	-	k Ω
R_{dsON}	功率晶体管导通电阻	高侧	-	0.15	-	Ω
		低侧	-	0.1	-	
G_V	闭环增益	$GAIN4 < 0.25 * V_{dd}$		20.4	-	dB
		$0.25 * V_{dd} < GAIN3 < 0.5 * V_{dd}$	-	26.4	-	
		$0.5 * V_{dd} < GAIN2 < 0.75 * V_{dd}$	-	29.9	-	
		$GAIN1 > 0.75 * V_{dd}$	-	32.4	-	
ΔG_V	增益匹配	-	-	-	± 1	dB
CT	串扰	$f = 1\text{ kHz}$	-	80	-	dB
PSRR	电源电压抑制比		-	-	-	dB
T_r, T_f	上升和下降时间	PWM 信号50% 占空比	-	24	40	ns
f_{sw}	开关频率	I内部振荡器, 外部 $R_{osc} = 39\text{ k}\Omega$	-	420	-	kHz
f_{SWR}	输出开关频率范围	通过改变内部振荡器 R_{osc} ⁽¹⁾	420	-	550	kHz
V_{inH}	数字输入高电平 (H)	-	2.0	-	-	V
V_{inL}	数字输入低电平 (L)		-	-	0.8	
功能模式	待机、静音、播放	$STBY < 0.5\text{ V}$ Mute = 'X'	待机			
		$STBY > 2.5\text{ V}$ Mute $< 0.8\text{ V}$	静音			
		$STBY > 3\text{ V}$ Mute $> 3.3\text{ V}$	播放			
A_{MUTE}	静音衰减	$V_{MUTE} = 1\text{ V}$	60	80	-	dB

注： $f_{SW} = 10^6 / [(12 * R_{OSC} + 110) * 4]\text{ kHz}$ ， $f_{SYNCLK} = 2 * f_{SW}$ （其中 R_{osc} 以k Ω 为单位， f_{SW} 以kHz为单位）与 $R_{osc} = 39\text{ k}\Omega$ 。

45 W + 45 W 双桥接BTL类D音频放大器
5.1 立体声BTL应用

所有规格均为VCC = 26V, R_{osc} = 39 kΩ, f = 1 kHz, T_{amb} = 25°C, 除非另有说明。

表 6: 立体声BTL应用

符号	参数	条件	最小	典型	最大	最大
P _o	输出功率	R _L = 6 Ω, THD = 10%	-	56	-	W
		R _L = 6 Ω, THD = 1%	-	45	-	
		R _L = 4 Ω, THD = 10%	-	79	-	
		R _L = 4 Ω, THD = 1%	-	61	-	
THD	总谐波失真	P _o = 1 W, fin = 1 kHz R _L = 6 Ω	-	0.04	-	%
		P _o = 1 W, fin = 1 kHz R _L = 4 Ω	-	0.08	-	
VN	总输入噪声	输入短路并连接到GND, A _{wt} , G _v = 20.4 dB	-	15	-	μV

5.2 并行BTL(单声道) 应用

所有规格均为VCC = 22V, R_{osc} = 39 kΩ, f = 1 kHz, T_{amb} = 25°C, 除非另有说明。

表 7: 并行BTL(单声道) 应用

符号	参数	条件	最小	典型	最大	单位
P _o	输出功率	R _L = 3 Ω, THD = 10%	-	83	-	W
		R _L = 3 Ω, THD = 1%	-	66	-	
		R _L = 2 Ω, THD = 10%	-	112	-	
		R _L = 2 Ω, THD = 1%	-	91	-	
THD	总谐波失真	P _o = 1 W, fin = 1 kHz R _L = 3 Ω	-	0.06	-	%
		P _o = 1 W, fin = 1 kHz R _L = 2 Ω	-	0.09	-	

45 W + 45 W 双桥接BTL类D音频放大器

6. 应用电路

图 3：D类放大器应用电路(BTL)

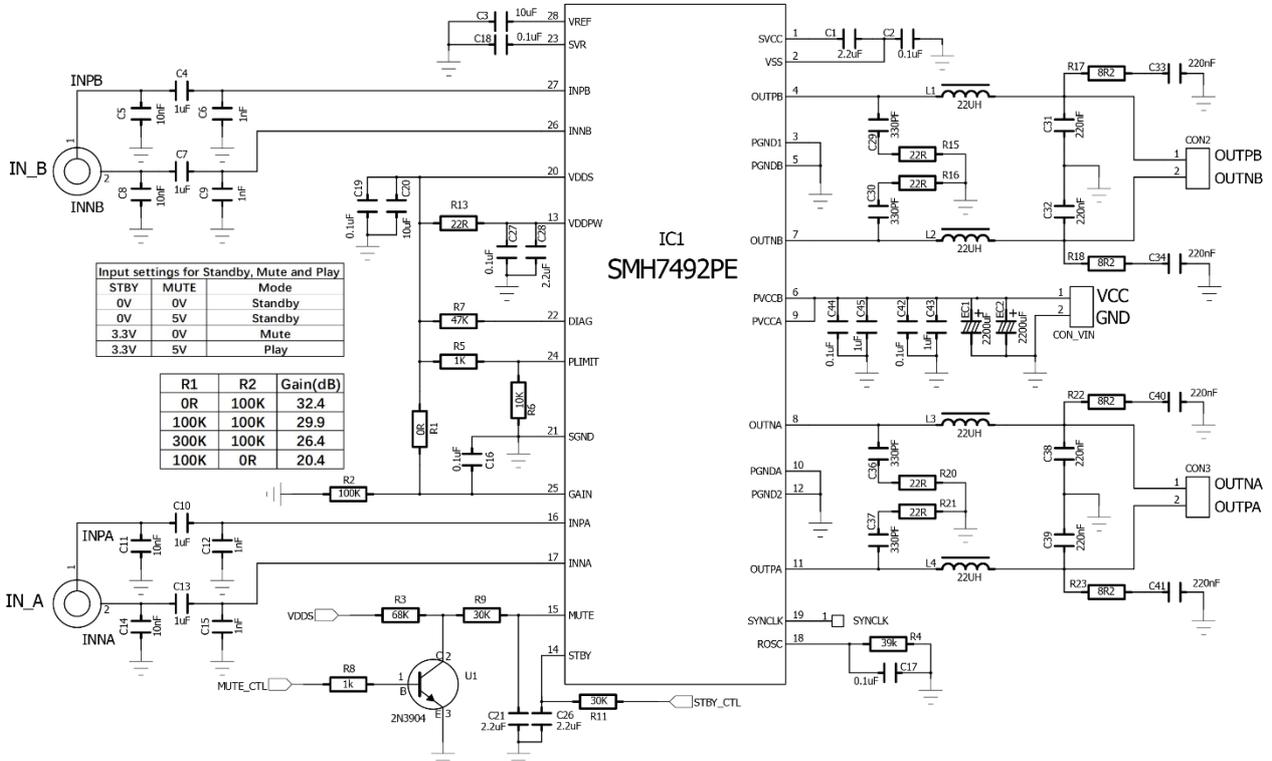
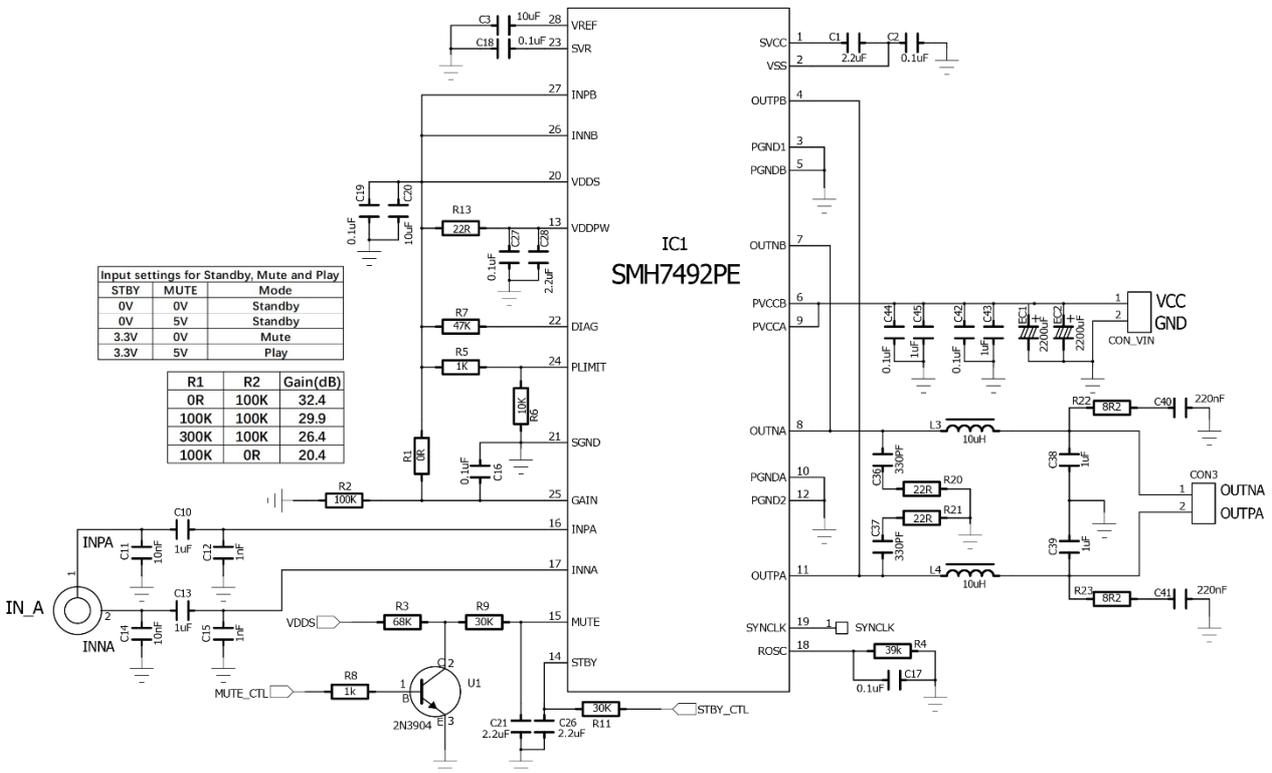
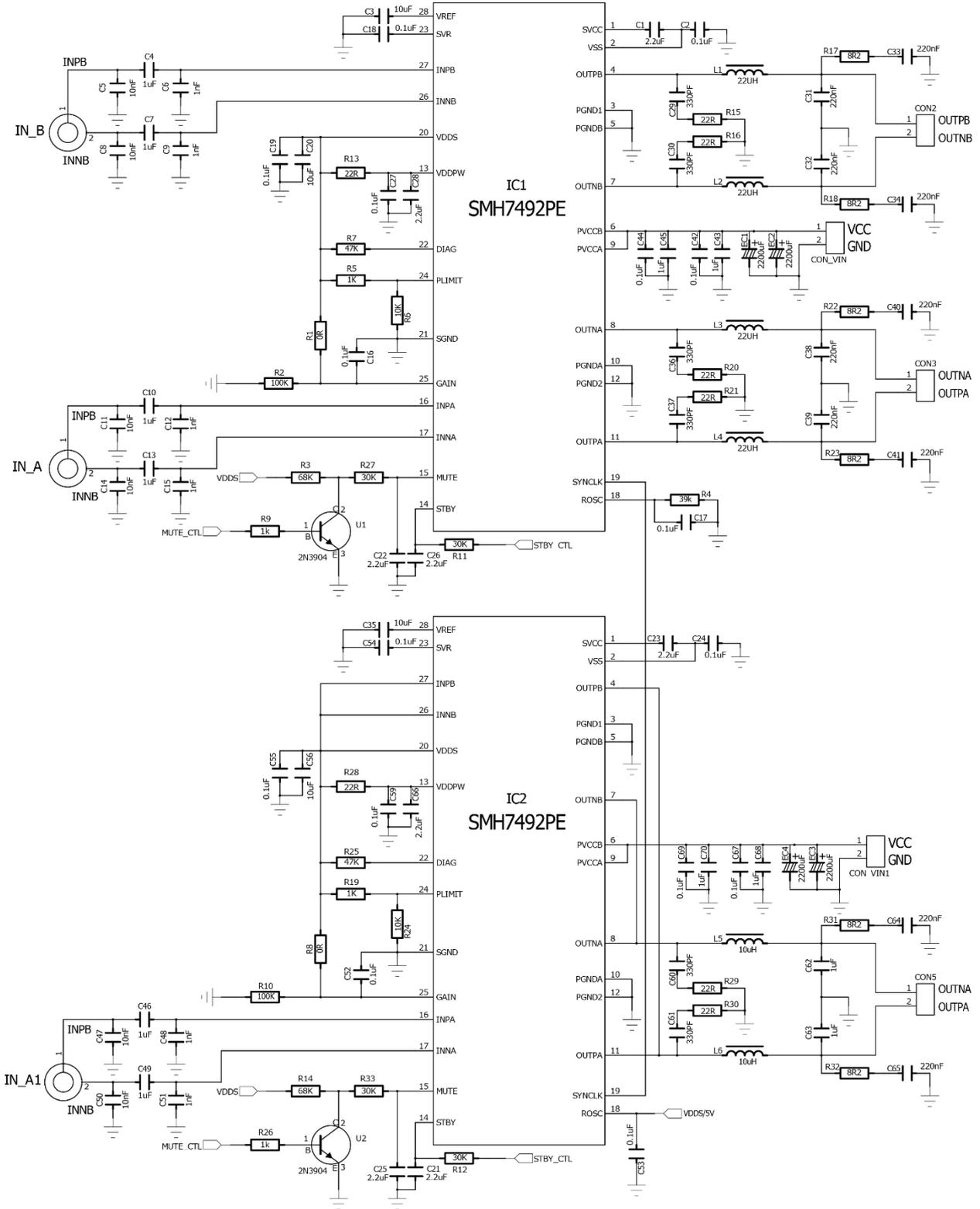


图 4：D类放大器应用电路 (PBTL)



45 W + 45 W 双桥接BTL类D音频放大器

图 5：D类放大器应用电路 (BTL+PBTL)



7. 特性曲线

除非另有说明，测量是在以下条件下进行的： $V_{CC} = 26V$ ， $R_L = 6\Omega$ ， $f = 1\text{ kHz}$ ， $G_v = 32.4\text{ dB}$ ， $R_{osc} = 39\text{ k}\Omega$ ， $T_{amb} = 25^\circ\text{C}$ 。

注意：最大输出功率必须根据外壳温度进行降额。

7.1 立体声配置

以下特性曲线是使用SMH7492PE演示板（图 3：“应用电路”）制作的。特性曲线是在以下测试条件下制作的：

$V_s = 7$ 和 $26V$ ， $R_L = 6\Omega$ ， $R_{osc} = 39\text{ k}\Omega$ ， $C_{osc} = 100\text{ nF}$ ， $\text{Gain} = 32.4\text{ dB}$ 和 $T_{amb} = 25^\circ\text{C}$ ，除非另有说明。

图 6：效率与输出功率

($V_s = 26\text{ V}$, $R_L = 2 \times 6\text{ ohm}$, $f = 1\text{ kHz}$)

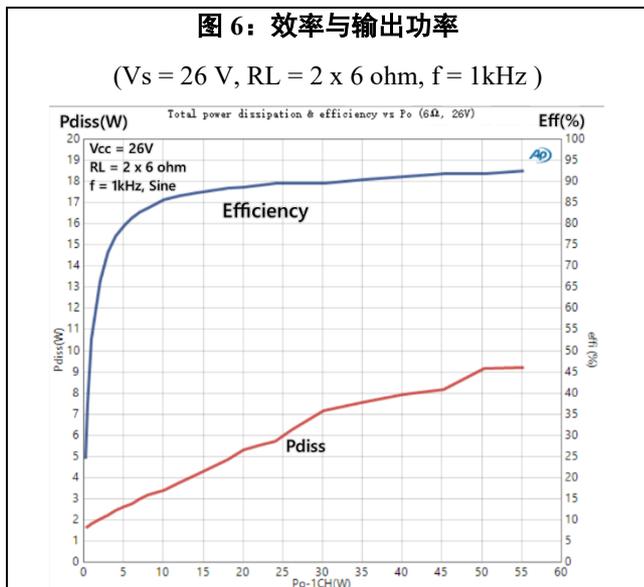
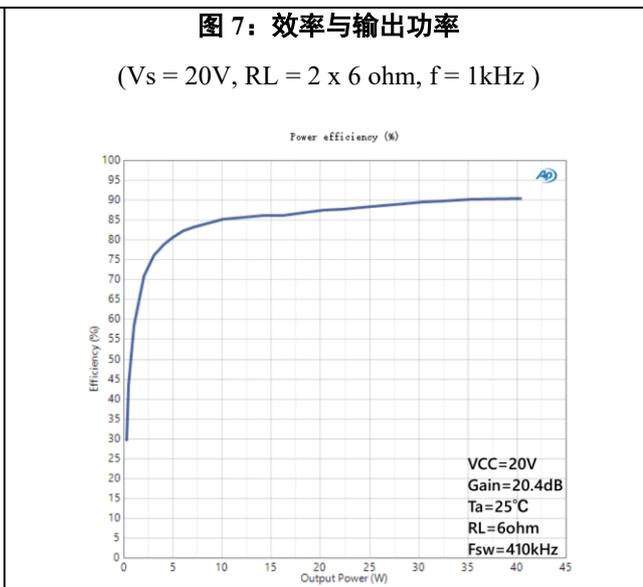


图 7：效率与输出功率

($V_s = 20V$, $R_L = 2 \times 6\text{ ohm}$, $f = 1\text{ kHz}$)



45 W + 45 W 双桥接BTL类D音频放大器

图 8：效率与输出功率

($R_L = 2 \times 4 \text{ ohm}$, $f = 1\text{kHz}$ Gain = 26dB)

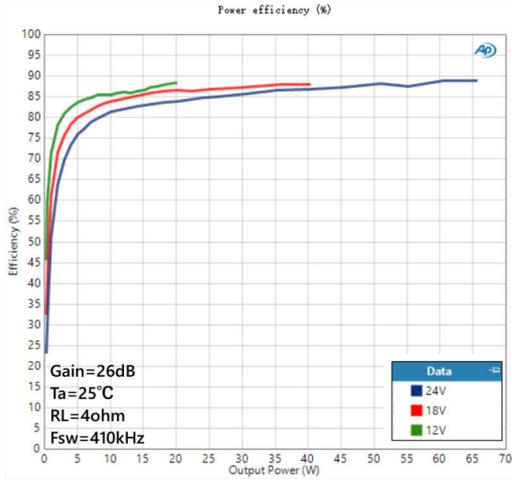


图 9：THD与输出功率

($V_s = 26 \text{ V}$, $f = 1 \text{ kHz}$)

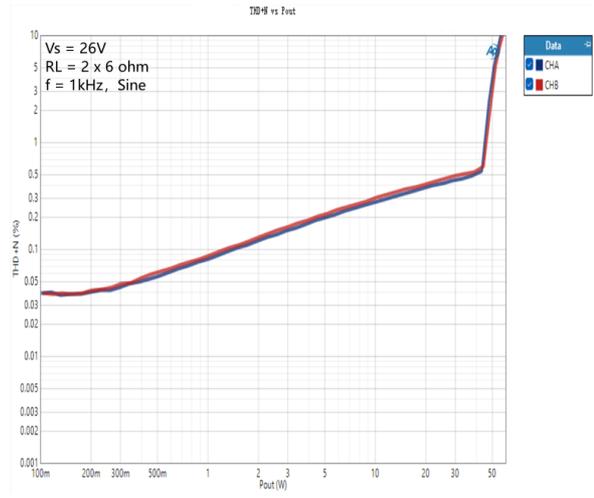


图 10：THD与输出功率

($V_s = 26 \text{ V}$, $f = 100 \text{ Hz}$)

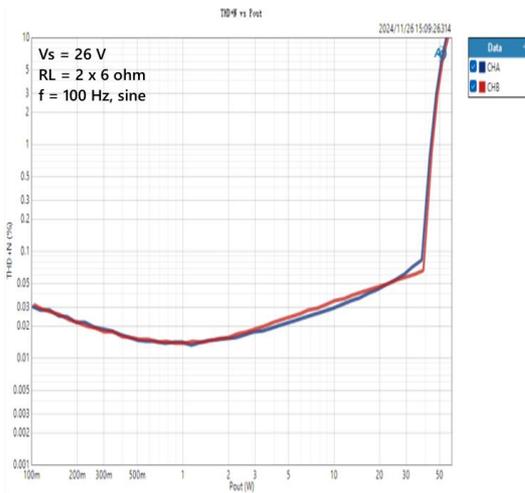


图 11：THD与输出功率

($V_s = 26 \text{ V}$, $f = 6 \text{ kHz}$)

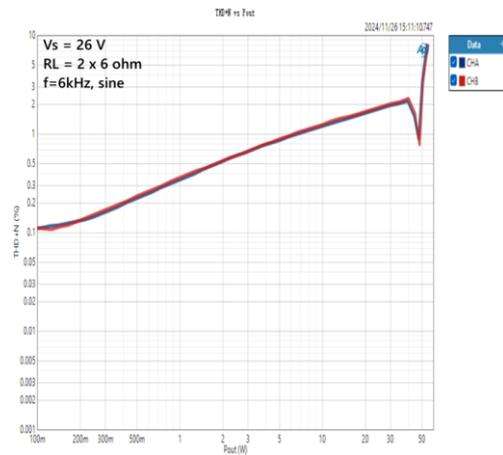


图 12：THD与频率

($V_s = 26 \text{ V}$, $P_o = 1 \text{ W}$)

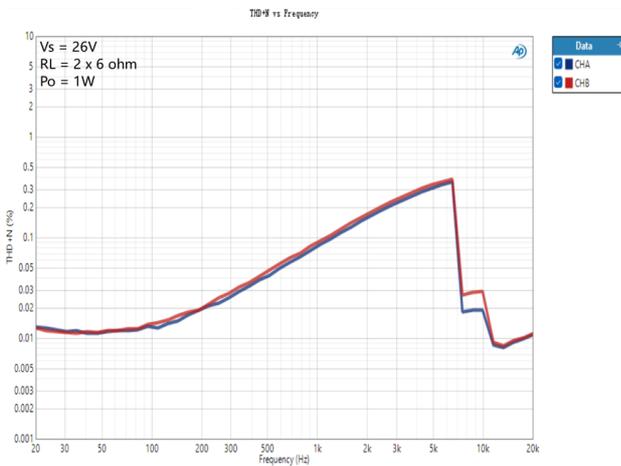
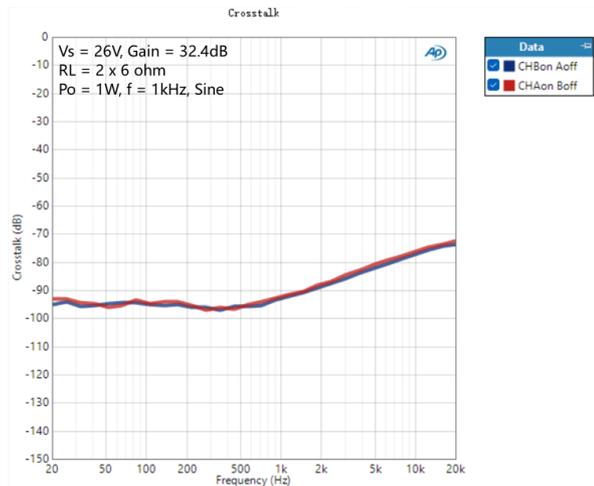


图 13：串扰($V_s = 26 \text{ V}$)



45 W + 45 W 双桥接BTL类D音频放大器

图 14: FFT (0 dB) (Vs = 26 V)

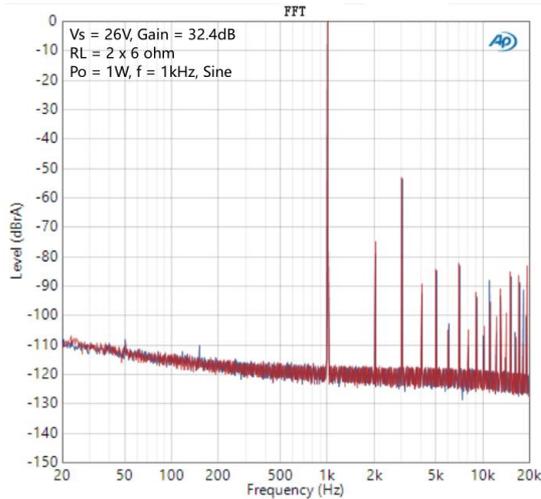


图 15: FFT (-60 dB) (Vs = 26 V)

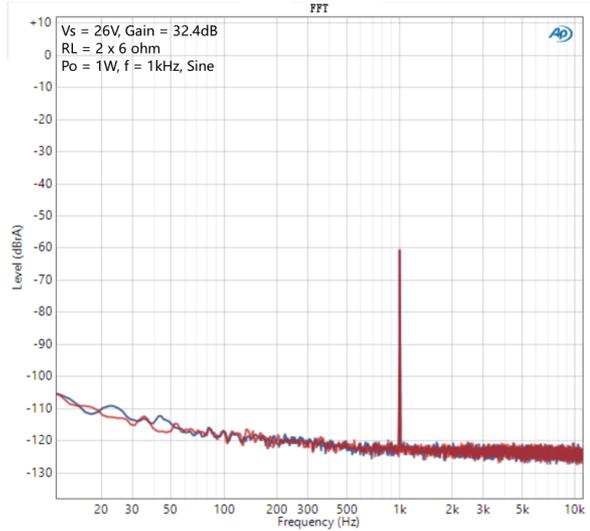


图 16: 四类板子最大输出功率 (Vcc=15V)

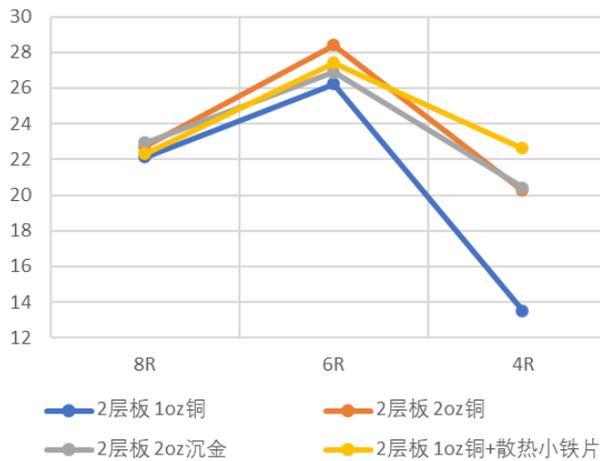


图 17: 四类板子最大输出功率 (Vcc=18V)

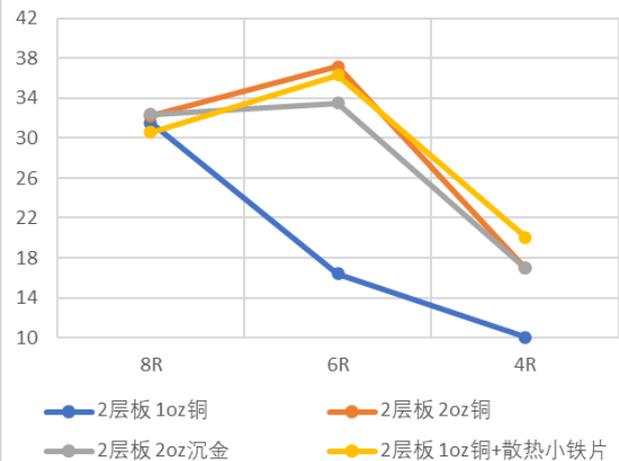


图 18: 四类板子最大输出功率 (Vcc=22V)

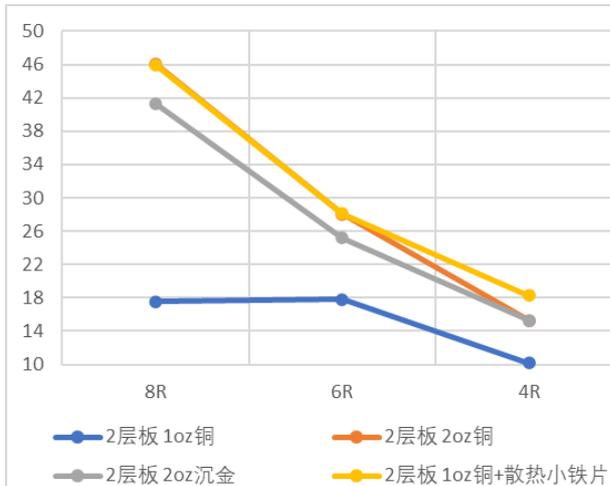
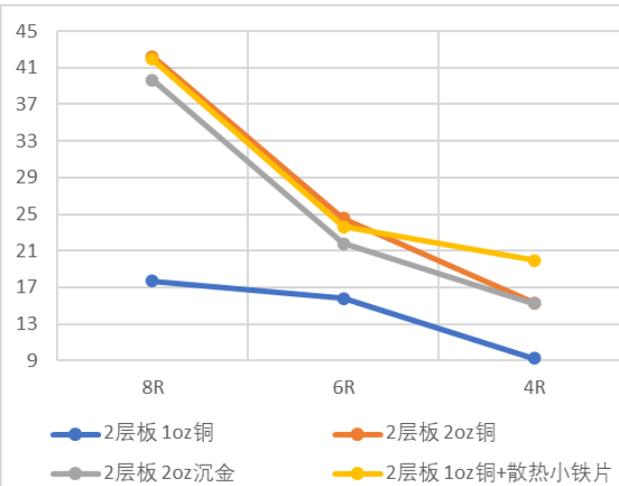


图 19: 四类板子最大输出功率 (Vcc=24V)



45 W + 45 W 双桥接BTL类D音频放大器

8. 应用信息

8.1 模式选择

SMH7492PE的三种操作模式由两个输入STBY（引脚14）和MUTE（引脚15）设置。待机模式：所有电路关闭，非常低的电流消耗。

- 静音模式：输入连接到地，正负PWM输出为50%占空比。
- 播放模式：放大器处于活动状态。

SMH7492PE的保护功能通过拉低STBY和MUTE输入的电压来启用，如图 20所示。相应引脚的输入电流必须限制在200 μ A以内。

表 8：模式设置

模式选择	STBY	MUTE
待机	L ⁽¹⁾	X (不重要)
静音	H ⁽¹⁾	L
播放	H	H

1. 驱动电平在表 5中定义。

图 20：待机和静音电路

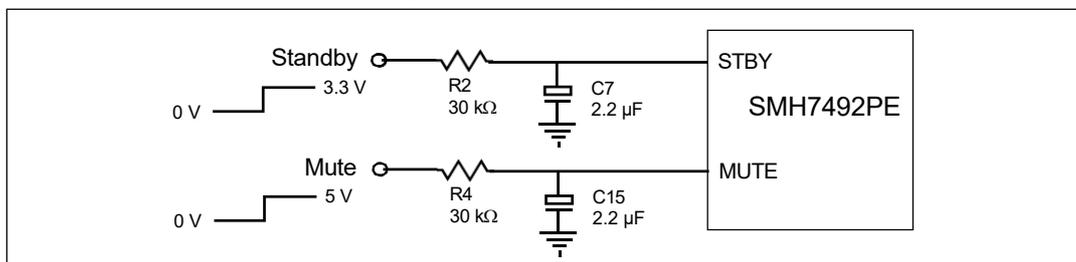
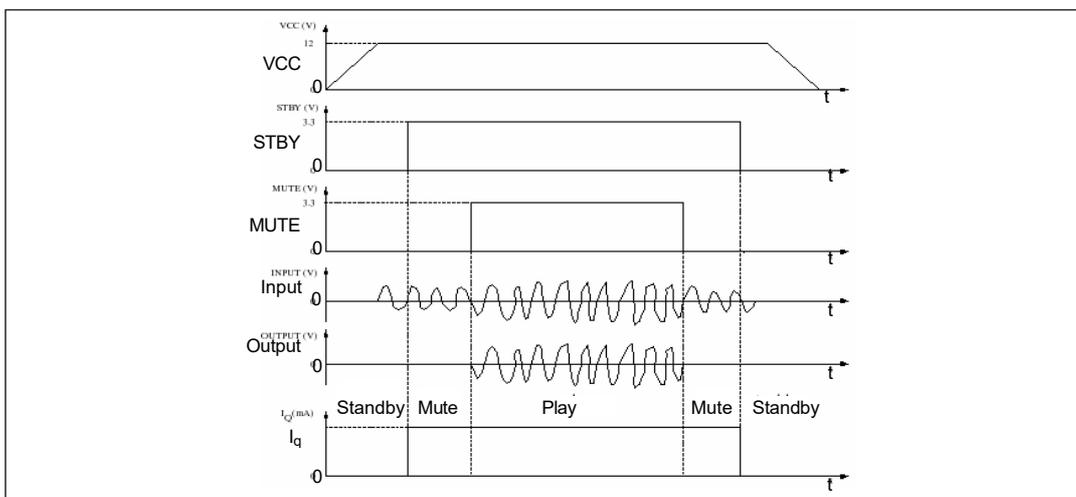


图 21：最大限度地减少扬声器“pop”的开关时序



8.2 增益设置

SMH7492PE的增益是通过改变放大器的反馈电阻来设置的。

表 9：增益设置

GAIN	名义增益, G_v (dB)
1	32.4
2	29.9
3	26.4
4	20.4

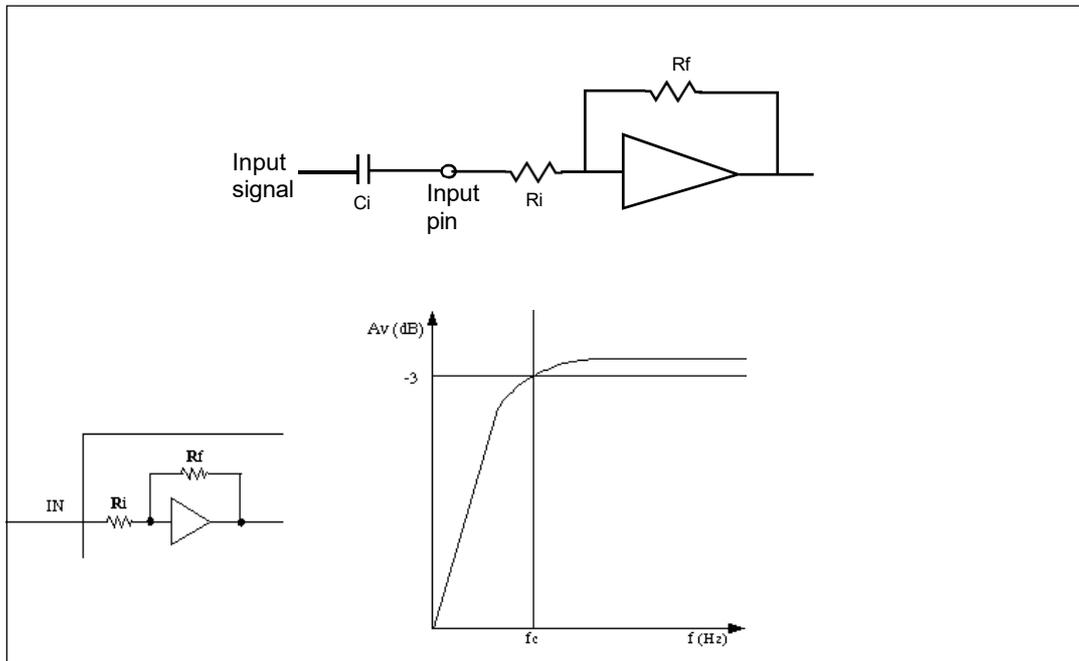
8.3 输入电阻和电容

输入阻抗由内部电阻 $R_i = 60\text{ k}\Omega$ （典型值）设置。需要一个输入电容器（ C_i ）来耦合交流输入信号。

输入组件的等效电路和频率响应如图 22所示。对于 $C_i = 470\text{ nF}$ ，高通滤波器的截止频率低于20 Hz：

$$f_c = 1 / (2 * \pi * R_i * C_i)$$

图 22：设备输入电路和频率响应



45 W + 45 W 双桥接BTL类D音频放大器

8.4 内部和外部时钟

类D放大器的时钟可以内部生成，也可以由外部源驱动。

如果在同一系统中使用两个或更多的类D放大器，建议所有设备以相同的时钟频率运行。这可以通过使用一个SMH7492PE作为主时钟，而其他设备处于从模式（即，外部时钟。时钟互联是通过每个设备的SYNCLK引脚实现的。如下所述，SYNCLK在主模式下是输出，在从模式下是输入。

8.5 主模式（内部时钟）

使用内部振荡器，输出开关频率 f_{SW} 由连接到引脚ROSC的电阻 R_{osc} 控制：

$$f_{SW} = 10^6 / ((16 * ROSC + 182) * 4) \text{ kHz}, \text{ 其中 } R_{osc} \text{ 为 } 39 \text{ k}\Omega.$$

在主模式下，引脚SYNCLK用作时钟输出引脚，其频率为： $f_{SYNCLK} = 2 * f_{SW}$

为主模式正常工作，电阻 R_{osc} 必须小于60 k Ω ，如下表 10所示。

8.6 从模式（外部时钟）

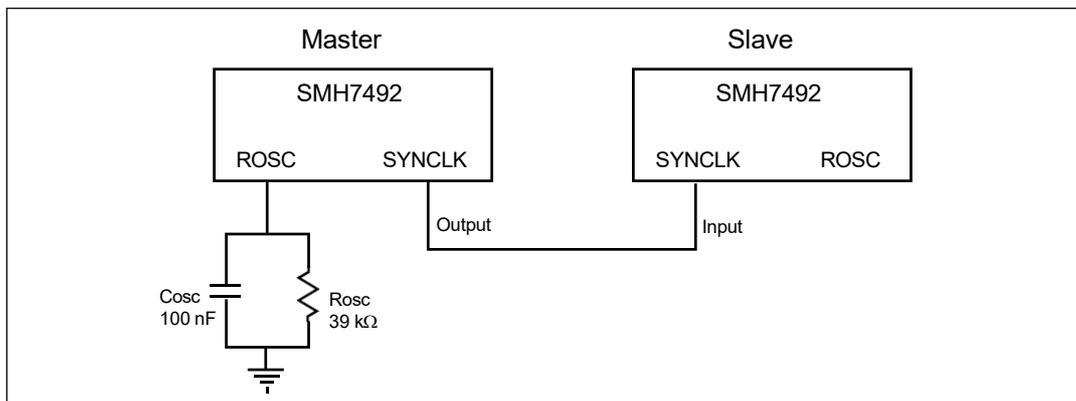
为了接受外部时钟输入，ROSC引脚必须悬空。这会使SYNCLK引脚在内部被配置为输入模式，如表 10：如何设置SYNCLK 表 10所示。

从设备的输出开关频率为： $f_{SW} = f_{SYNCLK} / 2$ 。

表 10：如何设置SYNCLK

模式	ROSC	SYNCLK
主模式	$R_{osc} < 60 \text{ k}\Omega$	输出
从模式	悬空	输入

图 23：主模式和从模式连接



45 W + 45 W 双桥接BTL类D音频放大器

8.7 输出低通滤波器

为了避免EMI问题，可能需要在扬声器前使用低通滤波器。截止频率应大于22 kHz，并且远低于输出开关频率。需要根据扬声器阻抗选择L-C组件的值。下图显示了一些典型的值，这些值给出了27 kHz的截止频率。

图 24：适用于8Ω扬声器的典型LC滤波器

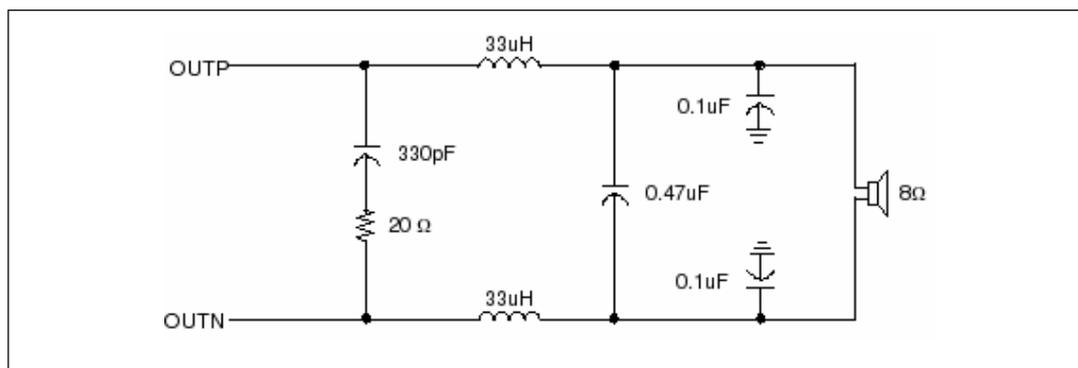
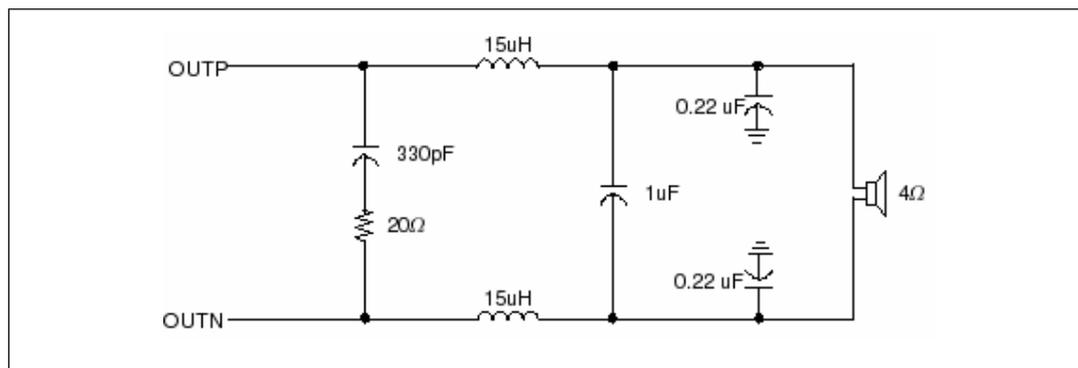


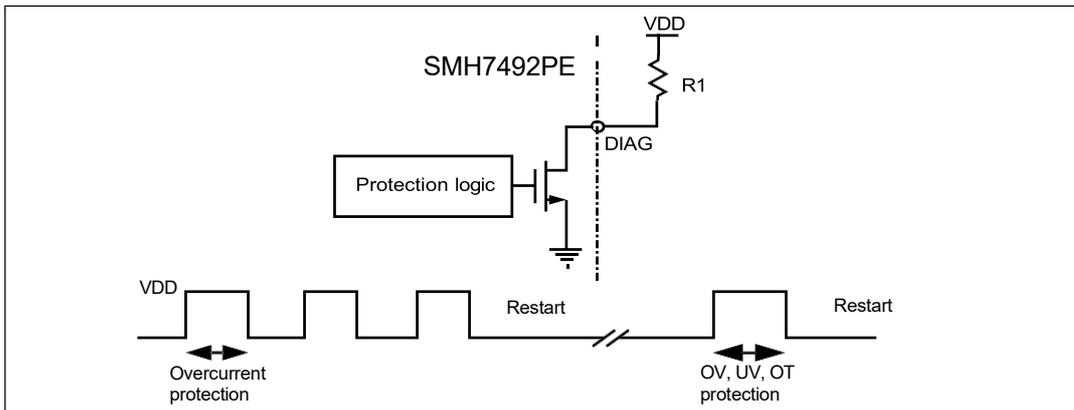
图 25：适用于4Ω扬声器的典型LC滤波器



8.8 诊断输出

输出引脚 DIAG 是一个开漏晶体管。当保护功能激活时，该引脚处于高阻态。该引脚可通过一个上拉电阻连接至电源 (<26 V)，上拉电阻的阻值需根据引脚的最大灌电流 (200 μA) 进行限制。

图 26：各种保护条件下引脚DIAG的行为



9. 保护功能

SMH7492PE 具备完善的保护功能，包括过压保护、欠压保护、过流保护和过热保护，具体说明如下：

过压保护 (OVP)

当电源电压超过表 5 中规定的过压保护阈值 (VOVP) 时，过压保护功能会被激活，输出进入高阻态。当电源电压恢复至阈值以下时，器件将自动重启。

欠压保护 (UVP)

当电源电压低于表 5 中规定的欠压保护阈值 (VUVP) 时，欠压保护功能会被激活，输出进入高阻态。当电源电压恢复正常时，器件将自动重启。

过流保护 (OCP)

当输出电流超过表 5 中规定的过流保护阈值 (IOCP) 时，过流保护功能会被激活，输出进入高阻态。器件会周期性尝试重启，如果过流情况依然存在，过流保护功能将持续激活。重启时间 (TOC) 由连接至 STBY 引脚的 R-C 组件决定。

过热保护 (OTP)

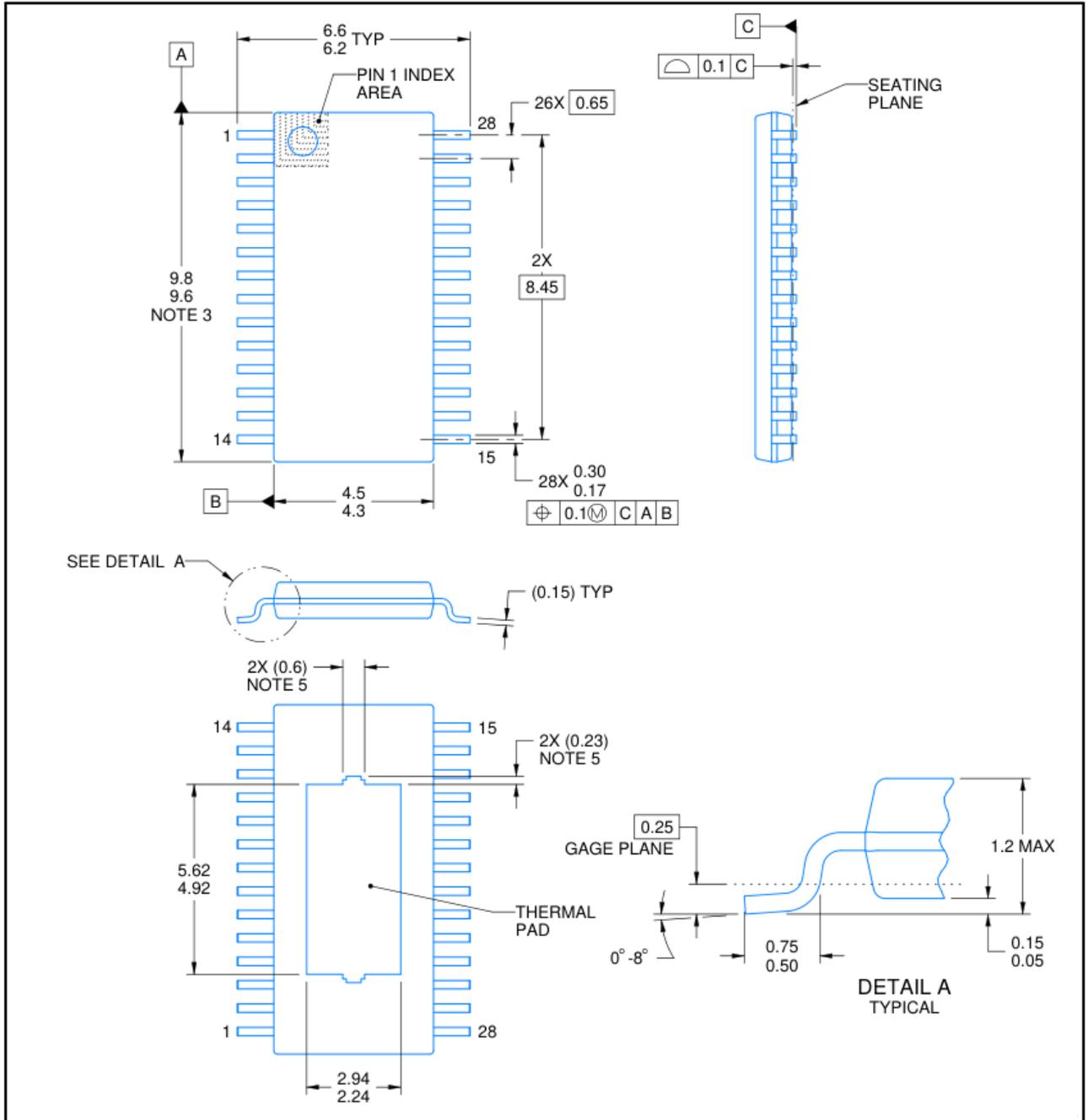
当结温 (T_j) 达到 145°C (典型值) 时，器件进入静音模式，正负 PWM 输出被强制为 50% 占空比。当结温达到表 5 (第 8 页电气规格表) 中规定的过热保护阈值时，器件会关闭输出，并进入高阻态。当器件温度冷却至安全范围内时，器件将自动重启。

45 W + 45 W 双桥接BTL类D音频放大器

10. 封装机械参数

SMH7492PE采用28引脚E-TSSOP28封装，带有裸露焊盘朝下。

图 27: TSSOP28 封装外形



45 W + 45 W 双桥接BTL类D音频放大器
11. 修订历史
表 11: 更新记录

日期	版本	更改内容
2024-12-11	1.0	初始发布。
2024-12-11	1.1	更新特性曲线。
2024-12-14	1.2	添加并行信息。
2024-12-17	1.3	更新应用电路和特性曲线。
2025-1-10	1.4	更新引脚列表。
2025-2-27	1.5	更改Rdson参数。
2025-3-4	1.6	更新应用电路
2025-3-14	1.7	添加四张特性曲线图
2025-3-18	1.8	更改特性中的一些文字描述
2025-6-10	1.9	更新应用电路
2025-6-24	2.0	更新应用电路
2025-7-2	2.1	1. 更新应用电路。 2. 修改图20中电阻阻值。 3. 修改电气规格参数。
2025-7-4	2.2	1. 修改应用电路图中MUTEpin与STBYpin的外围。 2. 修改图20中电阻阻值。
2025-7-15	2.3	修改应用电路图中MUTEpin的外围以减小pop声。
2025-9-5	2.4	更换更加清晰的封装图纸。

12. 责任与版权声明

深圳市芯卓微科技有限公司拥有对所提供产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其他变更的权利。客户在下单前应获取最新的相关信息，并验证这些信息是否完整和最新。所有产品均按照订单确认时提供的销售条款和条件进行销售。

深圳市芯卓微科技有限公司（以下简称芯卓微）不承担应用支持或客户产品设计的义务。客户需对其对芯卓微产品及应用的使用负全责。为了将客户产品和应用相关的风险降至最低，客户应提供充分的设计和操作系统安全验证。

客户承认并同意，尽管芯卓微可能提供与应用相关的信息或支持，但客户有责任确保其产品及其在应用中使用芯卓微产品时，符合所有法律、法规和安全要求。客户声明并同意，他们具备开发和实施安全措施的所有必要专业技能和知识，能够预见故障的危险后果，监控故障及其影响，降低可能导致人身伤害的故障发生概率，并采取适当的补救措施。因在关键应用中使用芯卓微产品而导致芯卓微及其代理方产生任何损失，客户将承担全部赔偿责任。

对于芯卓微的产品手册或数据表，仅在未经篡改且符合相关授权、条件、限制和声明的情况下，允许进行复制。芯卓微对任何被篡改的文件概不负责或承担义务。复制第三方信息时，可能需要额外的限制。

芯卓微将不定期更新本文件内容。产品的实际参数可能因不同型号或其他因素而有所不同。本文件不构成任何明示或暗示的担保或授权。

在转售芯卓微产品时，如产品参数描述与芯卓微所示参数存在差异或虚假内容，所有与芯卓微产品相关的明示或暗示授权将自动失效，此类行为被视为不正当且欺诈性的商业行为。芯卓微对此类虚假陈述不承担任何责任或义务。