

## 具有AM抑制功能的75W PBTL/30W BTL D类音频功放

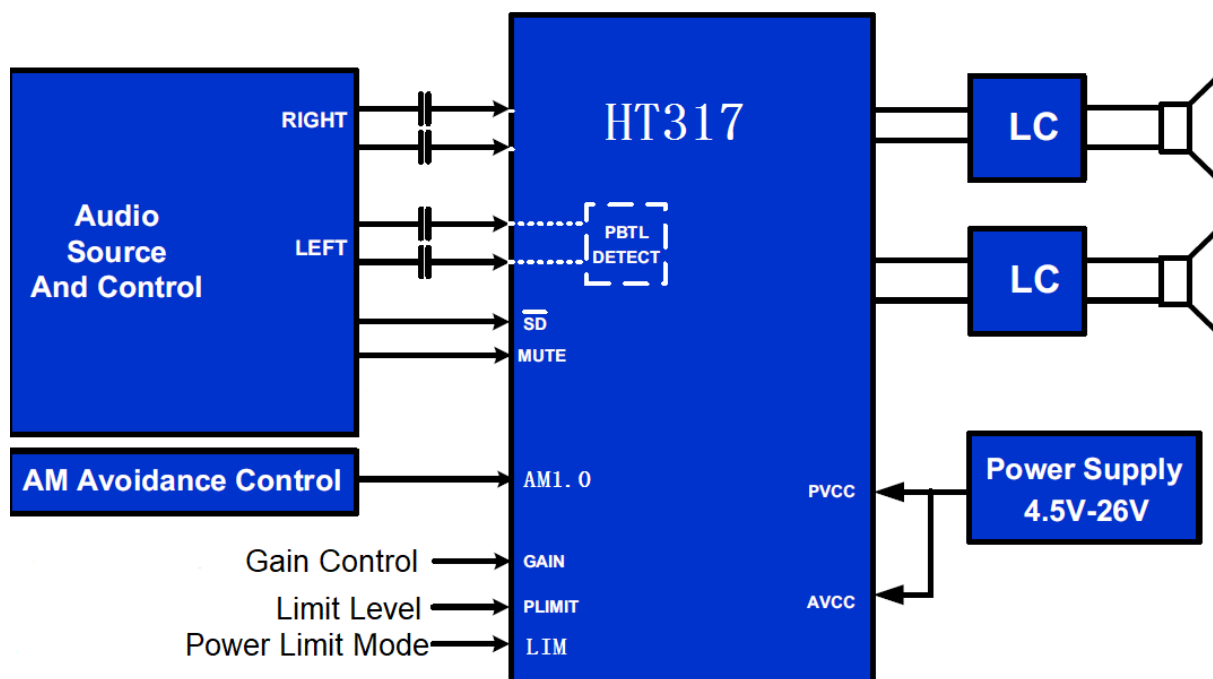
### ■ 特点

- 输出功率（BTL模式）
  - 2×30W ( $V_{DD}=24V, R_L=8\Omega, THD+N=1\%$ )
  - 2×23W ( $V_{DD}=14V, R_L=4\Omega, THD+N=10\%$ )
- 输出功率（PBTL模式）
  - 75W ( $V_{DD}=24V, R_L=4\Omega, THD+N=10\%$ )
- 单电源系统，4.5V-26V宽电压输入范围
- 超过90%效率，无需散热器
- 可设置功率限制功能（PLIMIT）以及AGC功能
- 过温限幅功能
- 模拟差分/单端输入，输出模式立体声/单声道可选
- 多重开关频率选择，具有AM抑制功能。
- 保护功能：过压/过流/过热/欠压异常，直流检测和短路保护
- 无铅无卤封装，TSSOP28-PP

### ■ 应用

- 条形音箱
- 便携式音箱
- 拉杆音箱
- 无线智能音箱
- 消费类音频应用
- LCD电视/监视器

### ■ 简化应用图



### ■ 概述

HT317是一款高效D类音频功率放大器。在24V供电的立体声（BTL）模式下，能够持续提供2\*30W/8Ω功率输出；在单声道（PBTL）模式下，能够持续提供75W/4Ω功率输出。

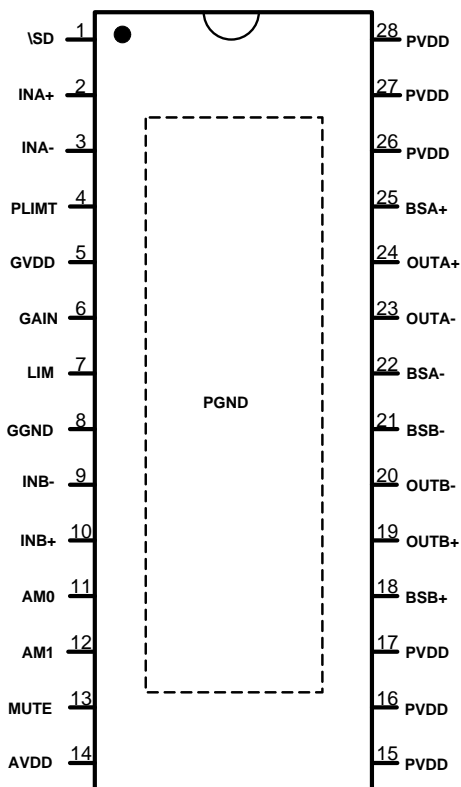
HT317具有丰富的功率限制功能，以满足各类应用。一种是限幅功能（PLIMIT），即在输出端限制其最大输出摆幅低于设定值，可避免意外的超额输出功率损坏喇叭。另一种为自动增益控制功能（AGC），开启后，可有效改善因输入幅度过大或者电源电压降低造成的破音失真。

HT317具有过温限幅功能（TFB），在高功率输出、高环境温度等条件下导致芯片内温度较高时，芯片自动降低系统增益，避免芯片进入过温关断保护功能，使其能够连续播放而不间断。

HT317还具有多开关频率可选，以抑制AM干扰。

此外，HT317内置关断功能使待机电流最小化，还集成了过压保护、直流保护、短路保护、热保护和电源欠压异常保护等功能，可全面防止出现故障。

**引脚信息与引脚定义**



TSSOP28L-PP Top View

Pin No.	Name	I/O <sup>*1</sup>	Description
1	SD	I	关断控制输入端，低电平芯片处于低功耗状态，高电平正常工作
2	INA+	I	A通道音源输入正端
3	INA-	I	A通道音源输入负端
4	PLIMIT	I	限幅值设置端
5	GVDD	O	内部整流输出，接1uF电容到地
6	GAIN	I	系统增益设置端
7	LIM	I	限幅功能选择
8	GGND	G	逻辑地
9	INB-	I	B通道音源输入负端
10	INB+	I	B通道音源输入正端
11	AM0	I	调制频率设置端
12	AM1	I	调制频率设置端
13	MUTE	I	静音控制，低电平芯片正常工作
14	AVDD	P	模拟电源供电端
15,16,17	PVDD	P	功率电源供电端
18	BSB+	BST	Boot Strap端，接220nF电容到OUTB+
19	OUTB+	O	B通道输出正端
20	OUTB-	O	B通道输出负端
21	BSB-	BST	Boot Strap端，接220nF电容到OUTB-
22	BSA-	BST	Boot Strap端，接220nF电容到OUTA-
23	OUTA-	O	A通道输出负端
24	OUTA+	O	A通道输出正端
25	BSA+	BST	Boot Strap端，接220nF电容到OUTA+
26,27,28	PVDD	P	功率电源
PAD	PGND	G	功率地

注1: I: 输入端 O: 输出端 G: 地 P: 功率电源 BST: BOOT Strap

■ 订购信息

H T 3 1 7 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
HT317	TSSOP28L-PP	HT317MTE UVWXYZ *2	-40℃~85℃ (扩展工业级)	管装 30片/管

注2: UVWXYZ为内部生产跟踪随机编码。

■ 版本信息

日期	版本号	备注
2017.12	V0.1	初始简版
2018.01	V0.5	初始详细版
2018.03	V0.51	修改应用示例

**■ 电气特性**
**● Absolute Maximum Ratings<sup>\*3</sup>**

PARAMETER	Symbol	MIN	MAX	UNIT
Supply voltage range (PVDD, AVDD)	V <sub>DD</sub>	-0.3	30	V
Input voltage range (INA+, INA-, INB+, INB-)	V <sub>I</sub>	-0.3	5.8	V
Input voltage range (PLIMIT, GAIN, LIM)	V <sub>I</sub>	-0.3	GVDD	V
Input voltage range (AM0, AM1, MUTE, \SD)	V <sub>I</sub>	-0.3	AVDD	V
Operating temperature range	T <sub>A</sub>	-40	85	°C
Operating junction temperature range	T <sub>J</sub>	-40	150	°C
Storage temperature range	T <sub>STG</sub>	-50	150	°C

<sup>\*3</sup>: Stresses beyond those listed under absolute maximum ratings may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under recommended operating conditions is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

**● Recommended Operating Conditions**

PARAMETER	Symbol	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNIT
Supply voltage range	V <sub>DD</sub>	PVDD, AVDD	4.5		26	V
Operating temperature	T <sub>a</sub>		-40	25	85	°C
High-level input voltage	V <sub>IH</sub>	AMx, MUTE, \SD	2			V
Low-level input voltage	V <sub>IL</sub>	AMx, MUTE, \SD			0.8	V
High-level input current	I <sub>IH</sub>	AMx, MUTE, \SD (V <sub>I</sub> = 2V, V <sub>DD</sub> = 18V)			50	uA
Load impedance (BTL)	R <sub>L</sub>	With output filter (10uH, 680nF)	3.2	4		Ω
Load impedance (PBTL)	R <sub>L</sub>	With output filter (10uH, 1uF)	1.6	2		Ω

**● DC Electrical Characteristics**

Conditions: T<sub>A</sub> = 25°C, V<sub>DD</sub> = 4.5-26V, Load = 4ohm, unless otherwise specified.

PARAMETER	Symbol	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNIT
Class Output Offset Voltage	V <sub>OS</sub>	V <sub>I</sub> = 0V, Gain = 36dB		1.5		mV
Quiescent supply current	I <sub>DD</sub>	V <sub>DD</sub> = 12V, No Load		20		mA
		V <sub>DD</sub> = 24V, No Load		32		mA
Quiescent supply current in Mute mode	I <sub>MUTE</sub>	V <sub>DD</sub> = 12V, With Load		13		mA
		V <sub>DD</sub> = 24V, With Load		13		mA
Quiescent supply current in SD mode	I <sub>SD</sub>	V <sub>DD</sub> = 12V, With Load		50		uA
		V <sub>DD</sub> = 24V, With Load		50		uA
System Gain in BTL or PBTL mode	Gain	RP = open, RD = 5.6kΩ	35	36	37	dB
		RP = 100kΩ, RD = 20kΩ	31	32	33	dB
		RP = 100kΩ, RD = 39kΩ	25	26	27	dB
		RP = 100kΩ, RD = 47kΩ	19	20	21	dB
Turn-on time	t <sub>on</sub>	Pull \SD high or power on		10		ms
Turn-off time	t <sub>off</sub>	Pull \SD low		2		us
Gate drive supply	GVDD	AMx, MUTE, \SD		5.5		V

**● AC Electrical Characteristics\*4**

 Conditions:  $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_{DD} = 4.5\text{-}26\text{V}$ , Load = Filter +  $R_L$ , Filter =  $10\mu\text{H} + 680\text{nF}$ ,  $R_L = 4\Omega + 22\mu\text{H}$ ,  $f_{IN} = 1\text{ kHz}$ , Gain = 26dB,  $C_{IN} = 1\mu\text{F}$ , 20-20kHz, Power Limit off, unless otherwise specified.

PARAMETER	Symbol	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNIT
Continuous output power	$P_o$	VDD = 12V, $R_L = 4\Omega + 22\mu\text{H}$ , BTL	THD +N = 1%	14		W
			THD+N = 10%	17		W
		VDD = 12V, $R_L = 8\Omega + 33\mu\text{H}$ , BTL	THD +N = 1%	8		W
			THD+N = 10%	10		W
		VDD = 16V, $R_L = 4\Omega + 22\mu\text{H}$ , BTL	THD +N = 1%	26		W
			THD+N = 10%	Inst. 30		W
		VDD = 16V, $R_L = 8\Omega + 33\mu\text{H}$ , BTL	THD +N = 1%	15		W
			THD+N = 10%	18		W
		VDD = 20V, $R_L = 8\Omega + 33\mu\text{H}$ , BTL	THD +N = 1%	23		W
			THD+N = 10%	28		W
		VDD = 24V, $R_L = 8\Omega + 33\mu\text{H}$ , BTL	THD +N = 1%	31		W
			THD+N = 10%	Inst. 39		W
		VDD = 16V, $R_L = 3\Omega + 22\mu\text{H}$ , PBTL	THD +N = 1%	36		W
			THD+N = 10%	45		W
		VDD = 16V, $R_L = 4\Omega + 22\mu\text{H}$ , PBTL	THD +N = 1%	28		W
			THD+N = 10%	35		W
VDD = 20V, $R_L = 4\Omega + 22\mu\text{H}$ , PBTL	THD +N = 1%	45		W		
	THD+N = 10%	55		W		
VDD = 24V, $R_L = 4\Omega + 22\mu\text{H}$ , PBTL	THD +N = 1%	60		W		
	THD+N = 10%	75		W		
Total harmonic distortion + noise	THD+N	$P_o = 1\text{W}$ , $V_{DD} = 18\text{V}$ , $R_L = 8\Omega$		0.02		%
Efficiency	$\eta$	VDD = 12V, THD+N = 10%	$R_L = 4\Omega$ , BTL	92		%
			$R_L = 8\Omega$ , BTL	94		%
		VDD = 20V, THD+N = 10%	$R_L = 8\Omega$ , BTL	94		%
			$R_L = 4\Omega$ , PBTL	95		%
Cross Talk	CT	$V_o = 1\text{V}_{\text{rms}}$ , Gain = 20dB		-95		dB
Output integrated noise	$V_N$	A-weighted, Gain = 20 dB		100		$\mu\text{V}$
Signal-to-noise ratio	SNR	A-weighted, Gain = 20 dB, $P_o = 1\text{W}$		85		dB
Power supply rejection ratio	PSRR	200mVpp 1kHz, Input grounded		-75		dB
Oscillator frequency	$f_{\text{osc}}$	AM1 = 0, AM0 = 0		400		kHz
		AM1 = 0, AM0 = 1		500		kHz
		AM1 = 1, AM0 = 0		600		kHz
		AM1 = 1, AM0 = 1		1000		kHz
Over temperature protection trigger point	OTP			160		$^\circ\text{C}$
Thermal holdback trigger point	TFB			150		$^\circ\text{C}$
Over current trip point	OCP			7.5		A

\*4: Depending on parts and PCB layout, characteristics may be changed.

## ■ 功能描述及应用信息

### 1. 电源供电

HT317仅需要提供一个功率电源至PVDD和AVDD引脚，电压范围支持4.5V – 26V。

AVDD为HT317提供模拟电源，需要紧挨引脚放置高频滤波电容（可使用1uF电容），电容另一端与芯片地大面积、低阻抗、良好连接。

PVDD为HT317提供功率电源，其中pin15、16、17的PVDD为B通道的功率电源，pin26、27、28的PVDD为A通道的功率电源。两个通道的PVDD应各自放置并联的滤波电容组，建议使用100nF//1uF//220uF的组合。

以上电容应关注其额定电压，特别是220uF的电解电容。建议电容的额定电压值大于最大供电电压的20%-50%。

### 2. 功率限制功能 (Power Limit)

#### 2.1 限幅值 (Limit Level)

限幅值即在功率限制功能下，输出摆幅被限制的最大值，该值可通过PLIMT引脚设置，如下图所示。

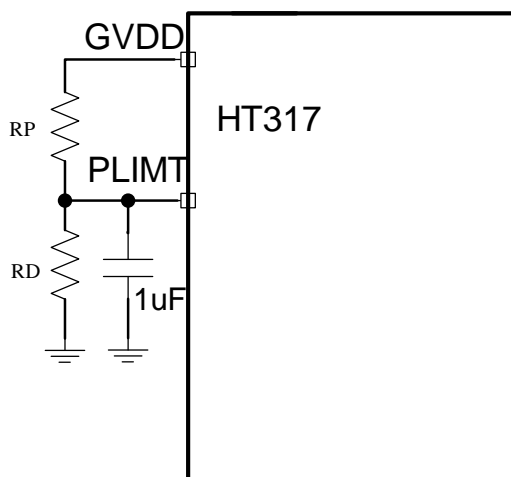


Fig. 1 PLIMT Terminal Configuration

限幅值  $V_{p\_LIM} \approx 4 \times V_{PLIMT}$ 。

该限幅值对于以下两种功能均适用。

#### 2.2 自动增益控制 (AGC) 功能

通过设置LIM引脚从GVDD的分压值，HT317可进入不同的自动增益控制模式或限幅功能，如下表所示。

Table. 1 LIM Terminal Settings

Voltage of LIM Terminal	Power Limit Mode	Attack Time $T_A$ (us/dB)	Release Time $T_R$ (ms/dB)
GVDD	AGC FAST	80	400
2/3 GVDD	AGC MEDIUM	160	800
1/3 GVDD	AGC SLOW	320	1600
GND	PLIMT	/	

若自动增益控制功能 (AGC) 开启，当功放输出最大摆幅大于限幅值，功放增益将以启动时间 $t_A$ 的速率自动降低，使功放输出最大摆幅限制在限幅值。随后，如果过功放输出最大摆幅小于限幅值，功放增益将以释放时间 $t_R$ 的速率自动增加。增加或减小的每步增益为0.5dB。该过程示意图如下。

可以看到的是，该功能在限制输出功率的同时并不会使音乐削顶破音，即保护输出喇叭的同时可有效防止因音频输入幅度过大或者电源电压降低造成的破音。

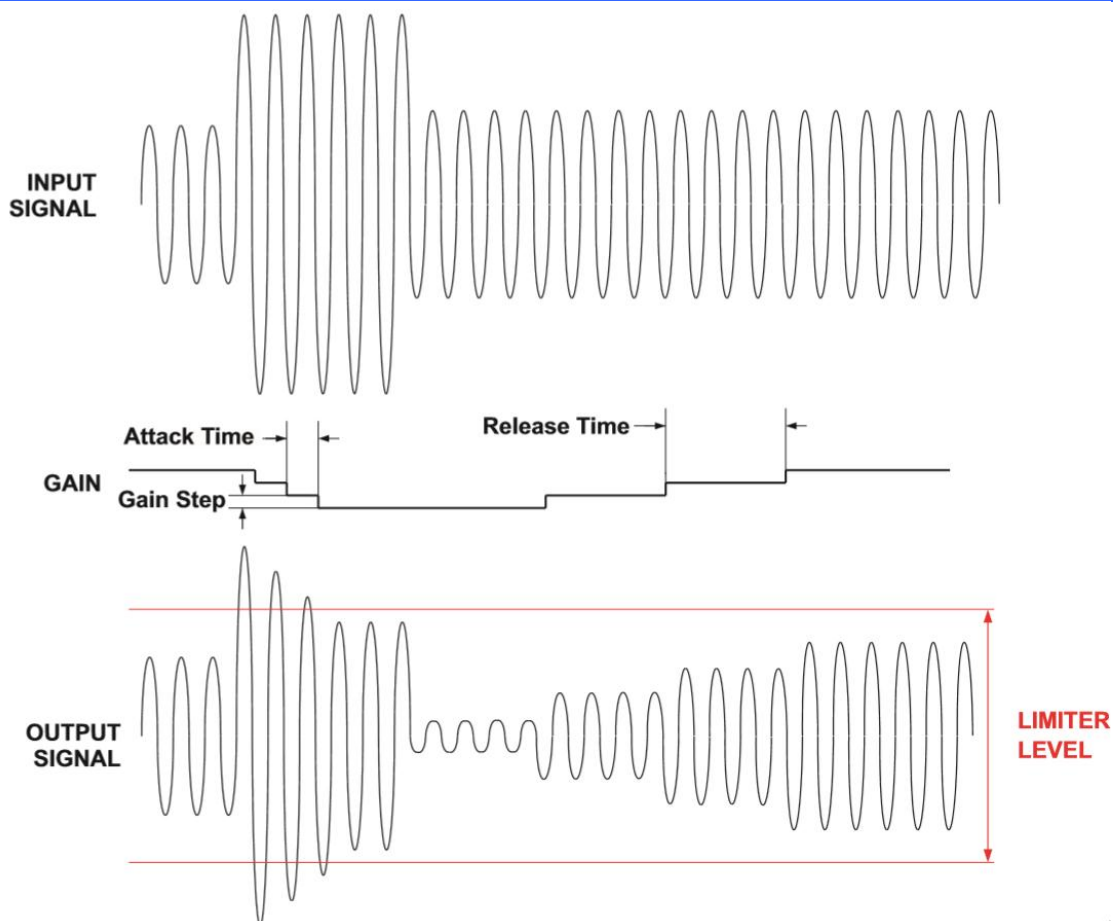


Fig. 2 AGC Function Description

### 2.3 限幅功能 (PLIMIT)

如上表1, 当LIM引脚接地时, HT317进入限幅功能。当功放输出最大摆幅增大达到限幅值, 此时若输出功率继续增大, 功放增益并不会减小, 但功放输出最大摆幅仍会被限制在限幅值, 如下图所示。这就类似于设定了一个小于PVDD的虚拟电源电压轨 (即限幅值), 输出最大摆幅永远不会超过该值。

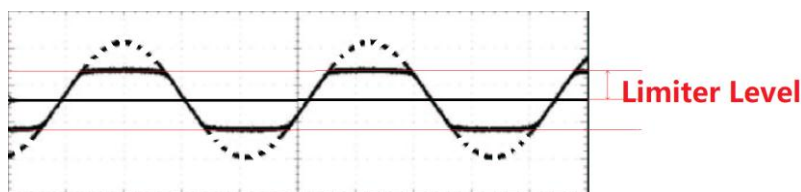


Fig. 3 PLIMIT Function Description

### 3. AM抑制功能

为了减小D类功放调制频率对AM频段的干扰, HT317可通过设置引脚AM1, AM0的状态来改变其调制频率。调制频率设置可参见下表。

Table. 2 Switching Frequency Settings

Switching Frequency (kHz)	AM1:AM0
400	00 (default)
500	01
600	10
1000	11

### 4. 增益设置

HT317的增益是通过设置引脚GAIN的分压值而选定的, 共有4种增益模式选择, 分别是: 36dB, 32dB, 26dB, 20dB, 设置方法如下图和表所示。需要注意的是, 在芯片工作中改变增益模式是无效的, 所以增益的

置和改变需要在上电前或关断模式下进行。

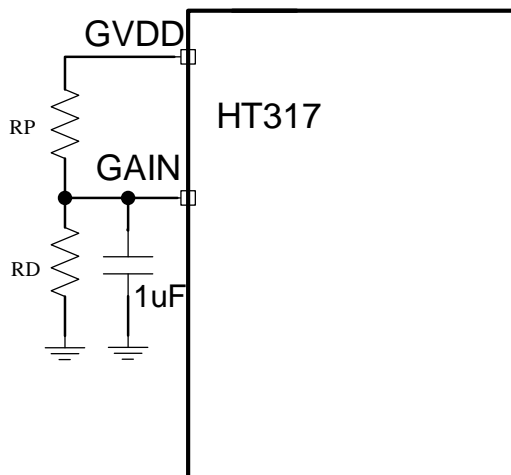


Fig. 4 GAIN Terminal Configuration

Table. 3 GAIN Terminal Settings

RP (Ω)	RD (Ω)	Gain (dB)
NC	5.6k	36
100k	20k	32
100k	39k	26
75k	47k	20

## 5. 音频输入与输出

### 5.1 音频输入配置

HT317接受模拟差分或单端音频信号输入，产生PWM脉冲输出信号驱动扬声器。

对差分输入，差分信号的正端和负端通过隔直电容C<sub>IN</sub>分别输入到IN+ (INA+或INB+)和IN- (INA-或INB-)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，则单端信号通过C<sub>IN</sub>耦合到IN+端。IN-端必须通过输入电容C<sub>IN</sub>接地。截止频率f<sub>c</sub>与差分输入时相同。

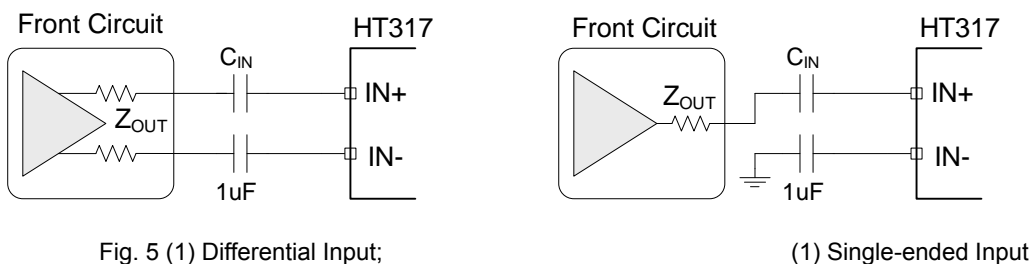


Fig. 5 (1) Differential Input;

(1) Single-ended Input

功放不同增益下的输入电阻、推荐输入电容等关系如下表。表中的推荐输入电容值时基于较低的截止频率f<sub>c</sub>计算的，实际使用中，截止频率并不需要如此低，即实际使用电容值要小得多。

Table. 4 R<sub>IN</sub> vs GAIN vs C<sub>IN</sub>

Gain (dB)	R <sub>IN</sub> (kΩ)	C <sub>IN</sub> (uF)	f <sub>c</sub> (Hz)
36	9	10	1.8
32	15	5.6	1.9
26	30	3.3	1.6
20	60	1.5	1.8



## 5.2 音频输出配置

HT317的音频输出可直接接至喇叭工作，但如考虑到其对周边电路的干扰、电流尖峰引起的效率降低、高频信号流入喇叭等因素，则可加入输出滤波器以降低这些因素的影响。

最简单最经济的做法是在靠近每个输出端引脚处分别串入铁氧体磁珠。该磁珠应至少在10-100MHz内具有高阻抗，且具有足够的额定电流，即保证在最大输出功率条件下富有余量的保持高阻抗；另外，其还应有较低的直流阻抗，以避免较大的功率损失。参考电路如下图。

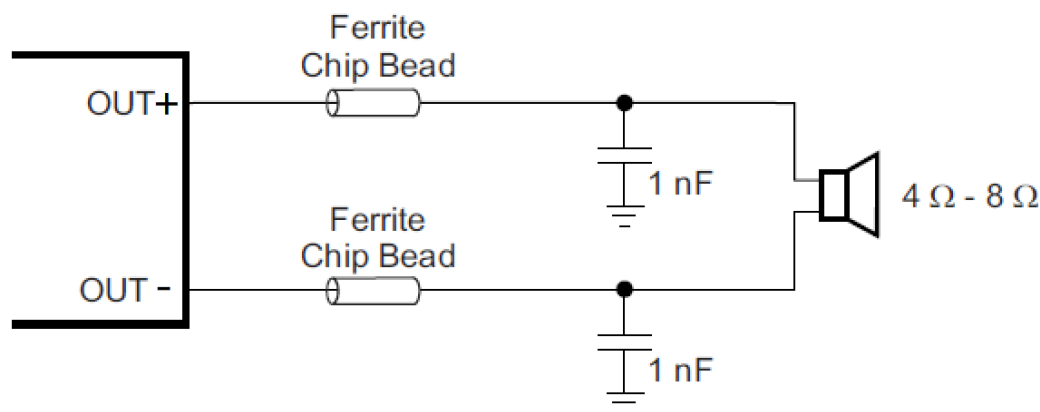


Fig. 6 Output Filters with Ferrite Beads

更为有效的方法是在靠近每个输出端引脚处分别串入电感滤波器，其能更为明显的降低输出对周边电路的干扰、提高芯片效率、保护负载喇叭。参考电路如下图，其中电感应选择足够的额定电流以富有余量的满足持续的最大功率输出，并具有较低的直流阻抗，以避免较大的功率损失。

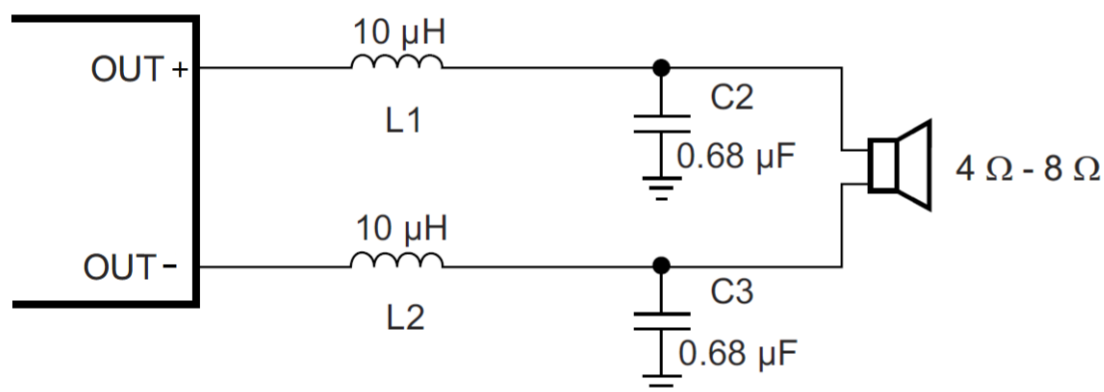


Fig. 7 Output Filters with LC

## 5.3 单声道（PBTL）模式设置

HT317为立体声功放，以A (INA、OUTA) 表示一个声道，B (INB、OUTB) 表示另一个声道。HT317还能将两个声道合并为一个声道，此时其功率承载能力大为提高，在24V供电、4欧姆负载下能持续输出75W功率。单声道PBTL模式是通过将INA+和INA-直接短接接入地（无隔直电容）实现的，此时仅INB可输入音频信号，功放输出则需要短接合并，即OUTA+与OUTA-合并成为OUT+，OUTB+和OUTB-合并成为OUT-。示意图如下。

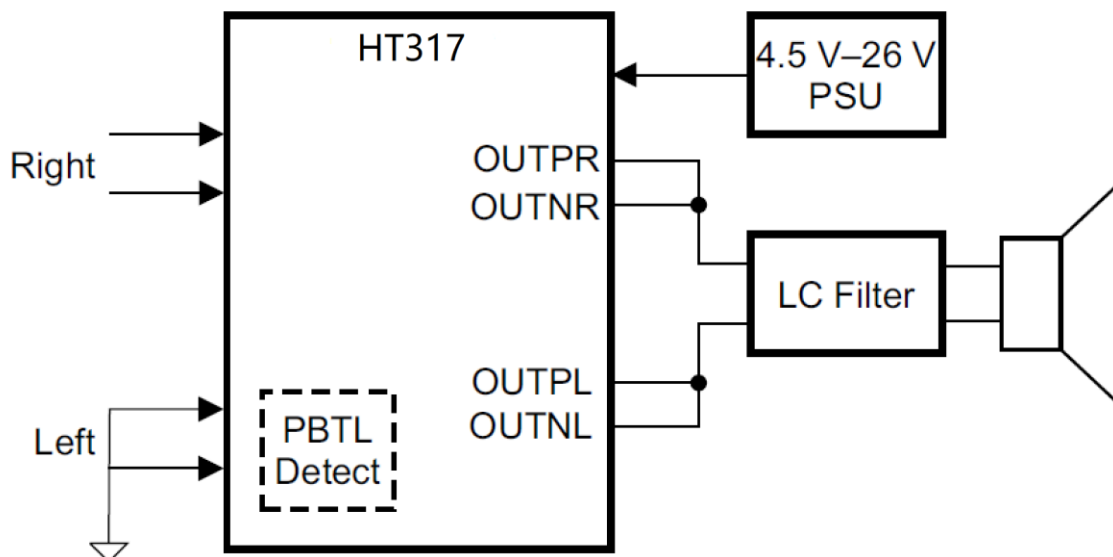


Fig. 8 PBTL Mode Configuration

## 6. 芯片启动、待机与静音

HT317具有关断模式（待机模式）以达到芯片低功耗状态，其通过引脚\SD实现。正常工作时，\SD脚需要接至高电平；\SD接至低电平时，芯片进入关断模式，输出引脚高阻拉低。 \SD脚不建议悬空。

为了优化开关机pop声，可以利用该关断模式，因为SD开关时的pop声远远比开关芯片电源时的pop声小。具体时序如下：

（1）开机前，先将\SD接至低电平，使芯片进入关断模式，然后开启电源，经过“上电时间”以后，再将\SD接至高电平，芯片退出关断模式；

（2）关机前，先将\SD接至低电平，使芯片进入关断模式，然后关闭电源。

HT317还具有静音模式（MUTE）。当芯片进入静音模式，其功耗依然处于mA级别（与静态相比仍有降低），但无任何声音输出，MUTE的开关pop声也更小（相比开关SD）。正常工作时，MUTE需要接地，MUTE接至高电平时，芯片进入静音模式。开关MUTE的时间间隔应不小于50ms。

为优化开关机pop声，也可以利用该MUTE模式，原理同上关断功能，只是高低电平使能正好相反。

## 7. 其他引脚功能

### 7.1 GVDD

靠近GVDD引脚端需要使用1uF电容对地滤波。其可作为设置GAIN引脚和PLIMT引脚的参考电压，但不能作为电源驱动外部电路。

### 7.2 BSAX和BSBX电容

如典型应用图，BSAX或BSBX引脚均接有220nF电容至对应OUTAX或OUTBX，并紧靠各自引脚。

## 8. 保护功能

HT317内置了一系列保护功能，可全面防止芯片出现损坏等异常故障。除欠压异常保护外，其他保护启动后，芯片关断，异常撤销后需要重启SD，芯片才能重新启动。

### 8.1 过温关断保护（OTP）

当检测到芯片内温度超过OTP时，过温关断保护启动，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。

### 8.2 过温限幅功能（TFB）

HT317内部集成了过温限幅功能，当芯片因环境温度过高、功放过载、系统散热性能不佳等原因引起结温

高于过温限幅点 (TFB) 时, 功放将以默认值  $t_a = 1200\text{ms/dB}$  的速率自动减小增益, 以减小芯片功率耗散从而降低结温; 随着温度的降低, 当结温小于过温限幅点 TFB 时, 功放又将以默认值  $t_r = 2400\text{ms/dB}$  的速率自动增加增益, 直到结温到达过温限幅点 (TFB)。如此循环。增加或减小的每步增益为  $0.5\text{dB}$ 。该过程可参见如下示意图。由于过温限幅点 (TFB) 设置在过温关断点 (OTP) 之前, 所以该功能能够在上述不良散热条件下, 避免芯片进入过温关断保护功能, 使芯片能够连续播放而不间断。

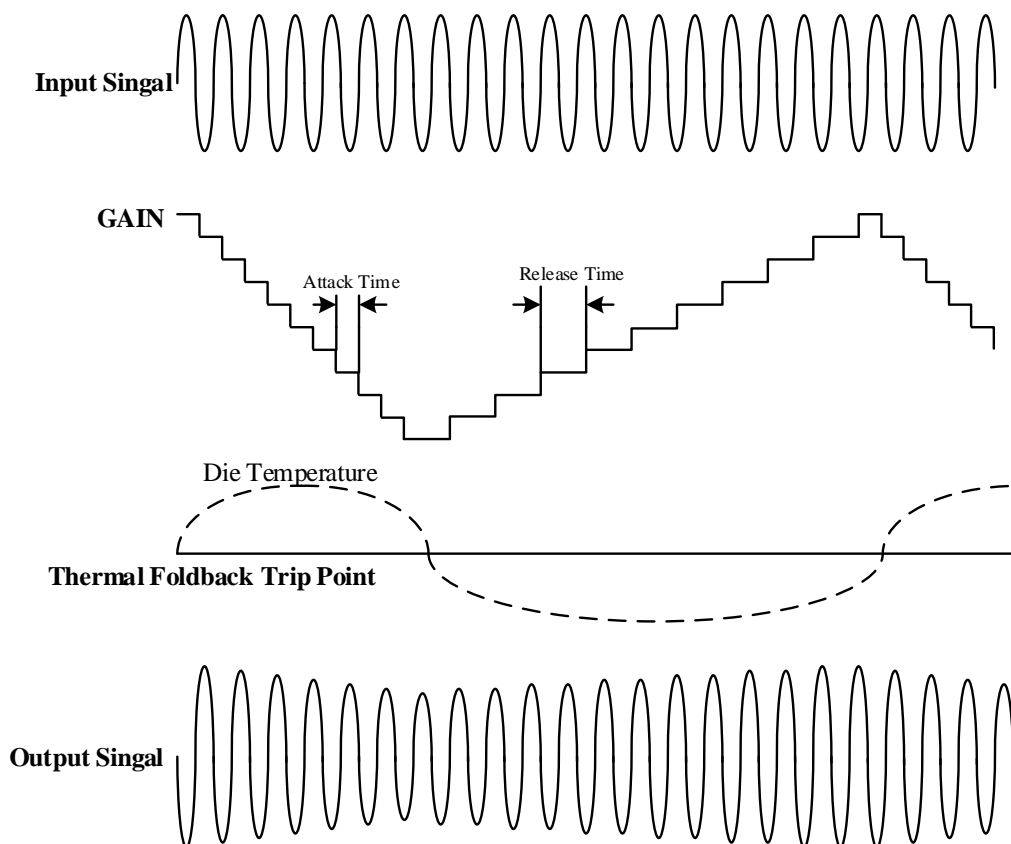


Fig. 9 TFB Operation

### 8.3 直流检测保护 (DCP)

直流检测保护是用来防止可能的直流输出而损坏喇叭。直流检测保护被触发后, 正负输出端切换至弱低电平状态 (内部通过高阻接地)。

### 8.4 短路保护 (过流保护) (OCP)

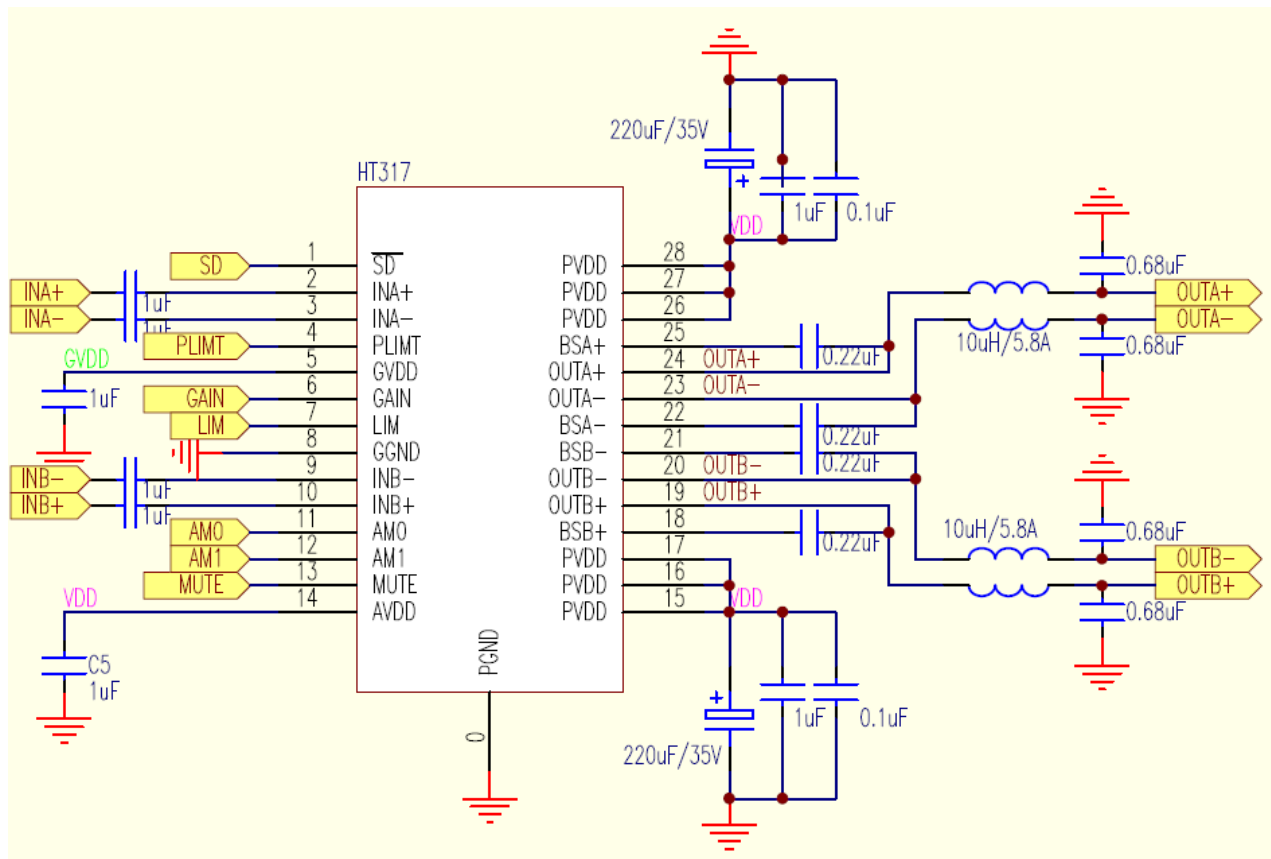
过流保护是用来防止因输出短路等意外产生的过流情况发生, 当被触发后, 正负输出端切换至弱低电平状态 (内部通过高阻接地)。

### 8.5 欠压异常保护 (UVP)

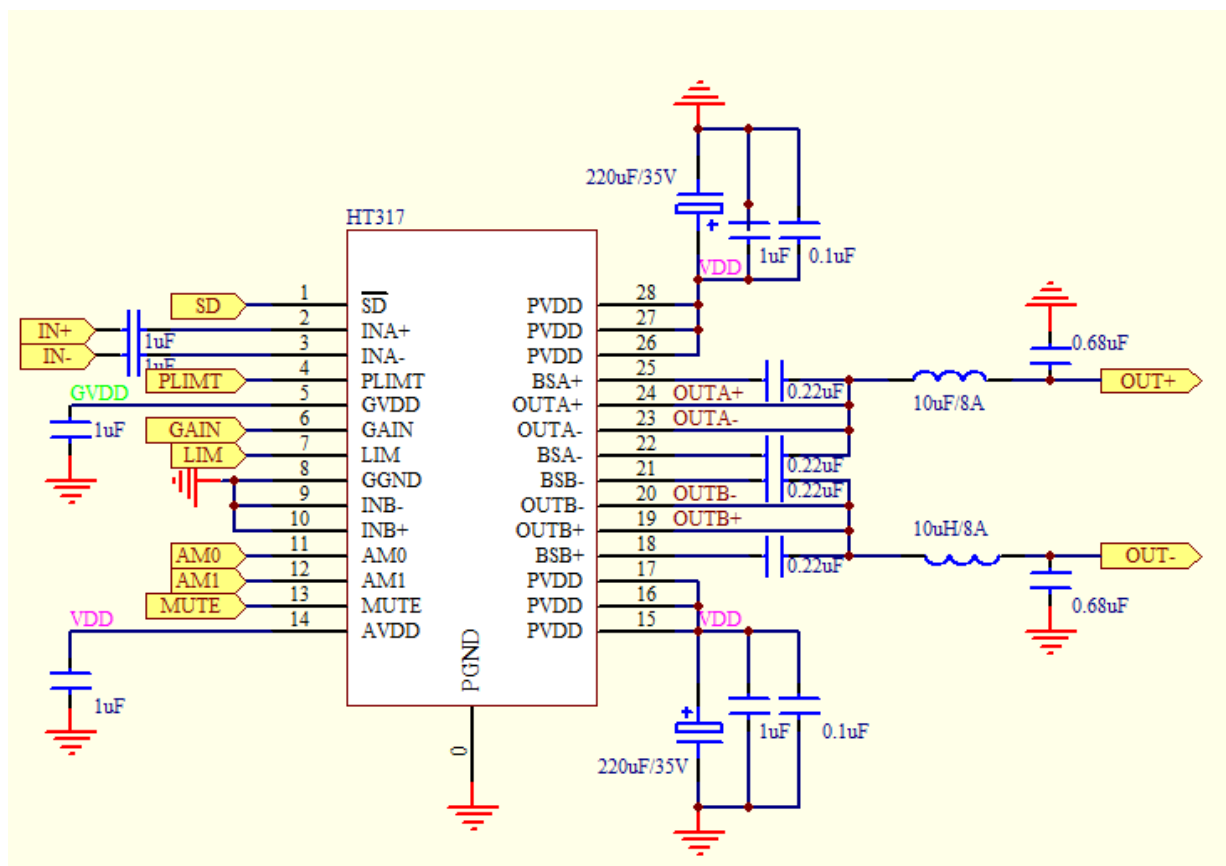
当检测到电源端电压低于欠压保护值  $V_{UVLL}$ , 芯片启动欠压保护, D类功放输出端为弱低电平状态 (内部通过高阻接地); 当检测到电源端电压高于  $V_{UVLH}$ , 保护模式自动解除, 经启动时间后进入正常工作状态。

## 9. 典型应用图

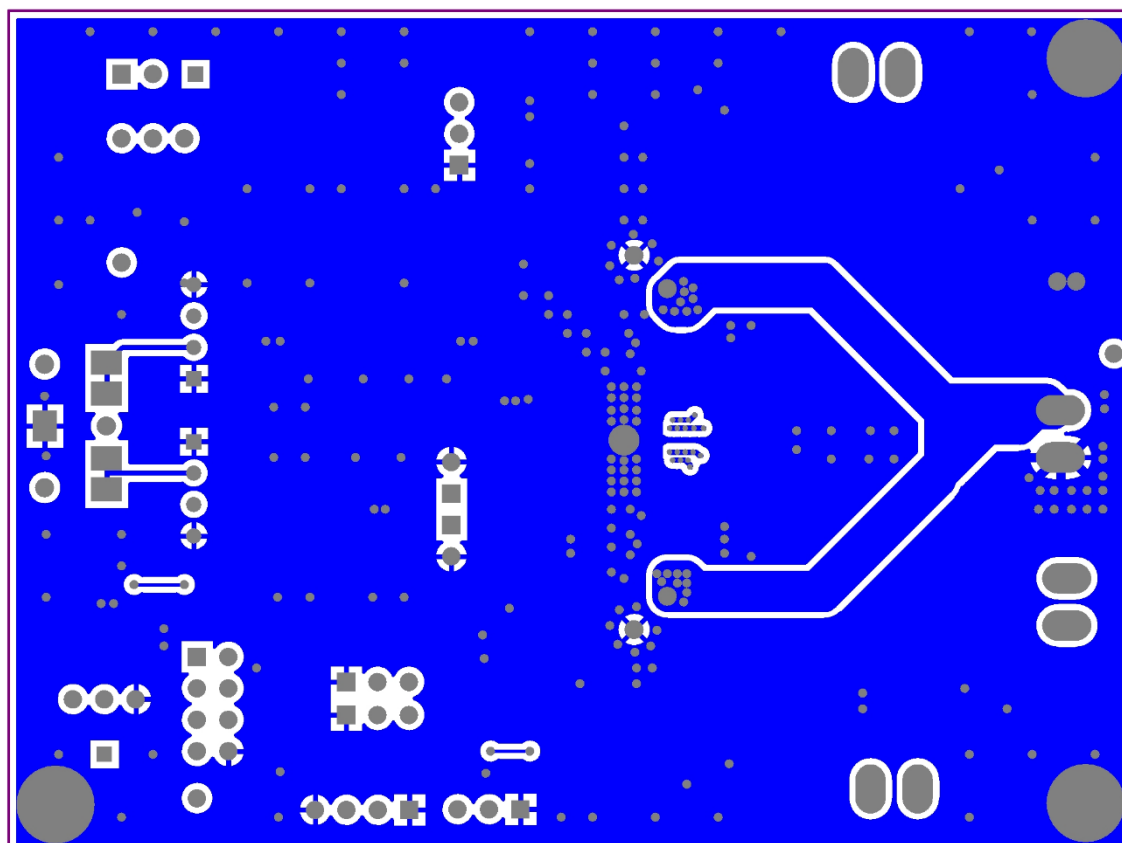
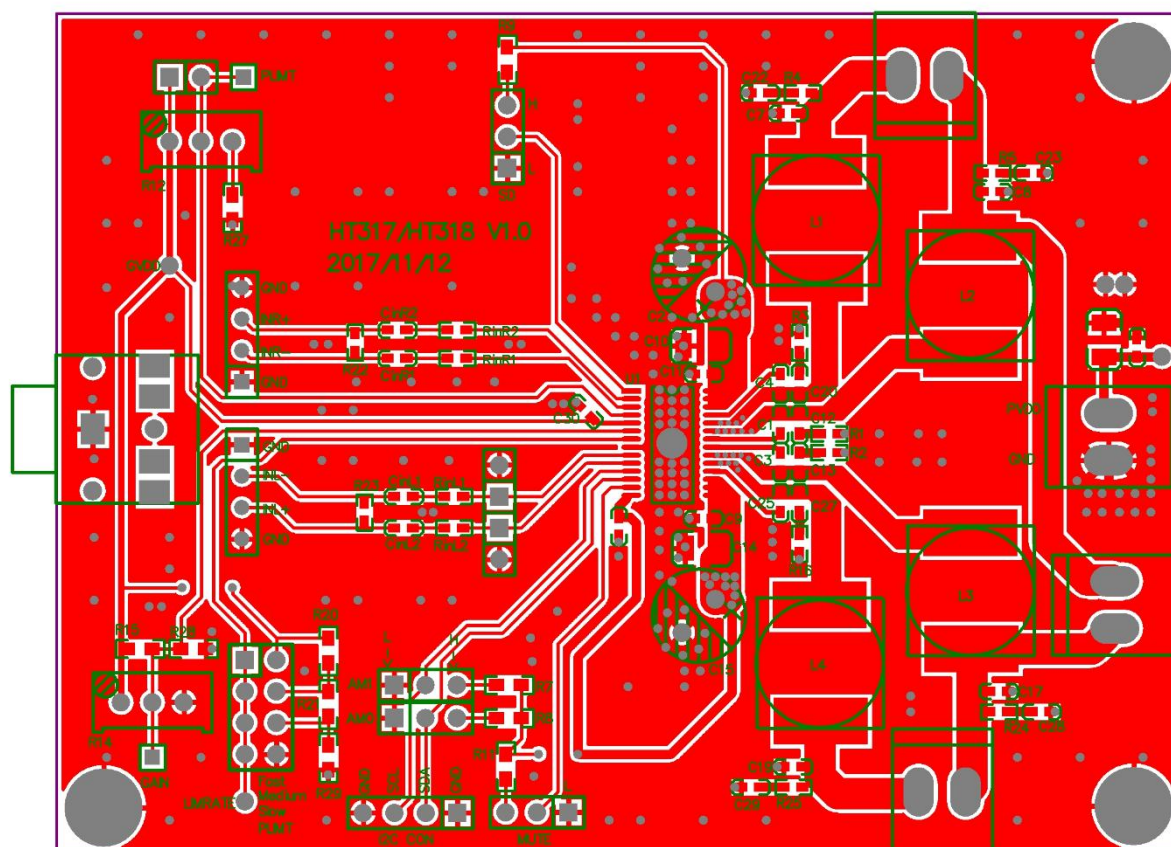
### 9.1 立体声模式典型应用图



### 9.2 PBTL模式典型应用图



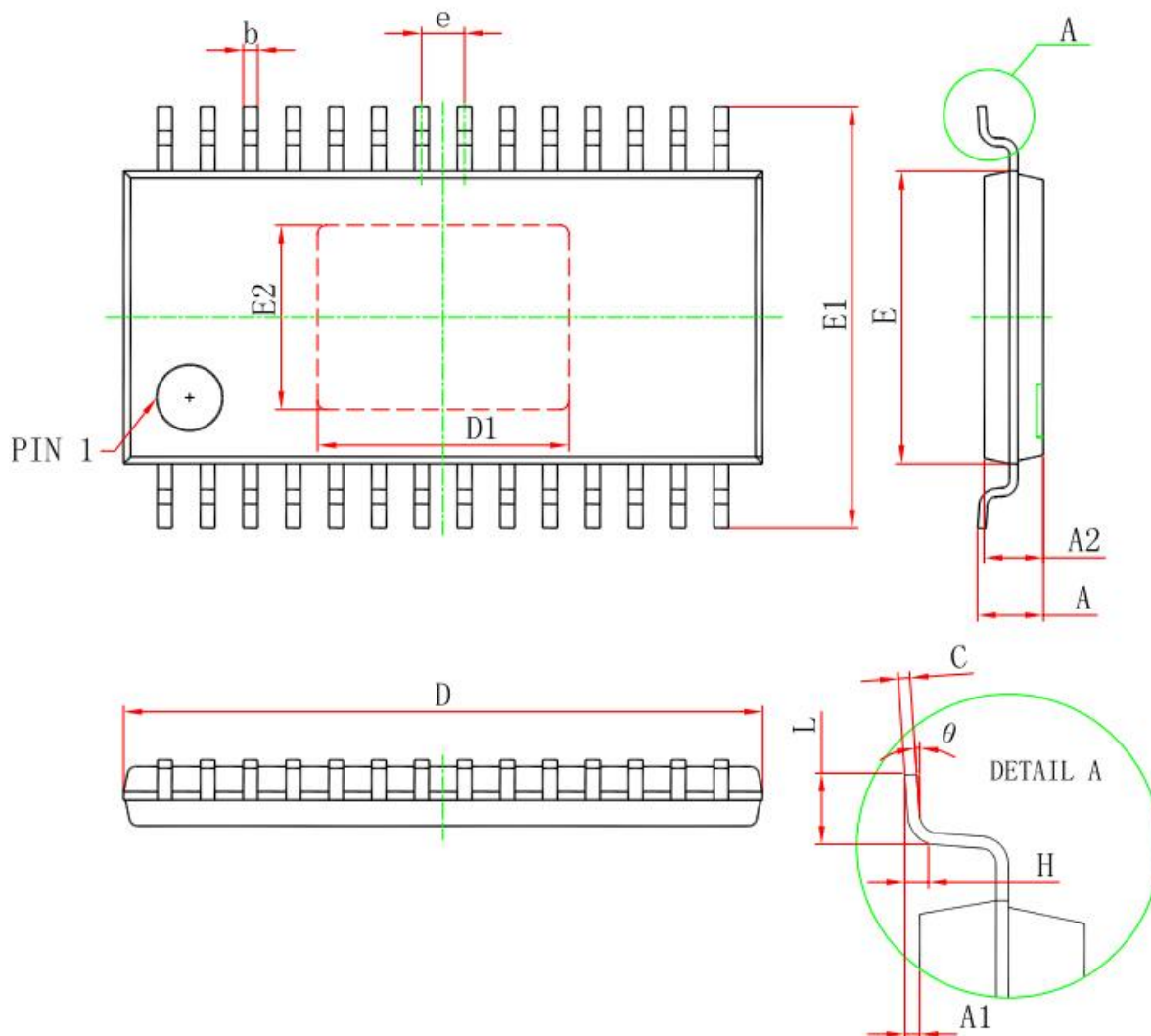
10. PCB Layout





■ 封装外形

TSSOP28 with exposed thermal pad



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
D	9.600	9.800	0.378	0.386
D1	3.710	3.910	0.146	0.154
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	2.700	2.900	0.106	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)	
$\theta$	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. 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伤害负责。

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链接和联系方式：

**嘉兴禾润电子科技有限公司****Jiaxing Heroic Electronic Technology Co., Ltd.**

地址：浙江省嘉兴市凌公塘路3339号JRC大厦A座三层

Add: A 3rd floor, JRC Building, No. 3339, LingGongTang Road, Jiaxing, Zhejiang Province

Sales: 0573-82583866, sales@heroic.com.cn

Support: 0573-82586151, support@heroic.com.cn

Fax: 0573-82585078

Website: www.heroic.com.cn; wap.heroic.com.cn

Wechat MP: HEROIC\_JX

请及时关注禾润官方微信公众号，随时获取最新产品信息和技术资料！

