



3.5W高保真超低EMI防削顶单声道D类音频功率放大器

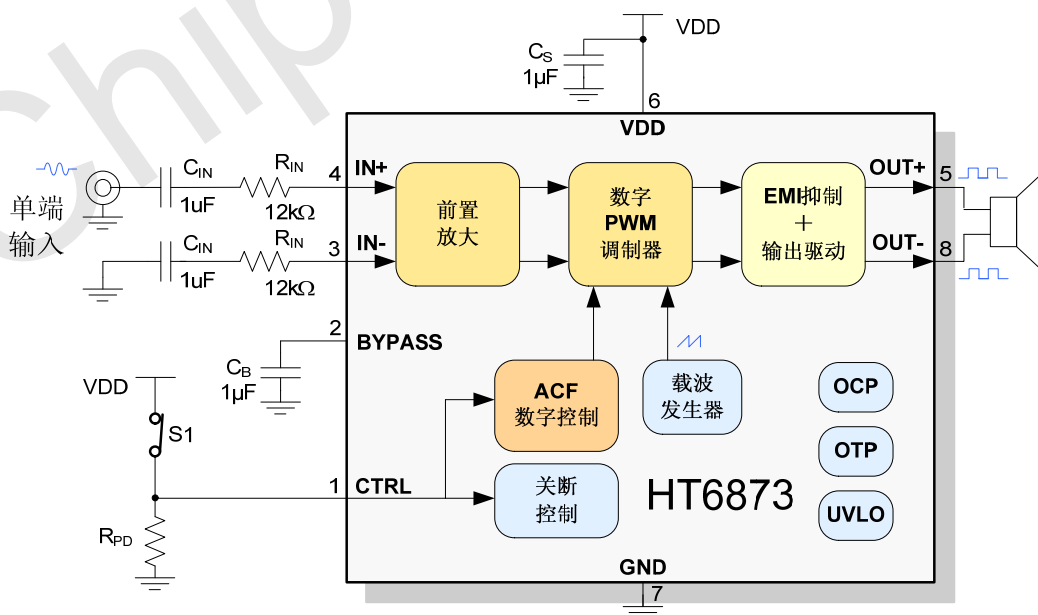
■ 特点

- 降低了内阻和热耗的EDMA专利技术，极大提升了输出功率和产品可靠性
 - $P_o=3.5\text{ W}$ ($V_{DD}=5.0\text{V}$, $R_L=4\Omega$, $\text{THD+N}=10\%$)
 - $P_o=3.0\text{ W}$ ($V_{DD}=3.7\text{V}$, $R_L=2\Omega$, $\text{THD+N}=10\%$)
- 优异的全带宽EMI抑制性能
 - a) 独创的主动边沿控制专利 (AROC, Active edge Ringing and Overshoot Control circuitry)
 - b) 辐射水平远在FCC Part15 Class B 标准之下;
 - c) 对系统中不同频段无线通信敏感模块无干扰, 如FM、CMMB、GSM、CDMA和Bluetooth等;
 - d) 减小了辐射和传导干扰, 降低了系统设计难度
- 高保真, $\text{THD+N}=0.05\%$ ($R_L=4\Omega$, $P_o=1\text{W}$, $f=1\text{kHz}$)
- 全低噪应用, 高信噪比
- 防削顶失真功能(Anti-Clipping Function, ACF)
- 卓越的“咔嗒-噼啪”(Click-Pop)噪声抑制性能
- 低关断电流: $0.01\mu\text{A}$
- 免滤波器数字调制, 直接驱动扬声器
- 过流、过热、欠压异常保护功能
- 无铅无卤绿色封装, SOP8L, SOP8L-PP, DFN8L (5mm*6mm)

■ 应用

- 蓝牙音箱
- 便携式/USB音箱
- 2.1声道小音箱
- 扩音器
- ipad/iphone/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

HT6873是一款高保真超低EMI的, 具有防削顶失真功能的单声道免滤波D类音频功率放大器。在5V电源, 10% THD+N, 4Ω负载条件下, 输出3.5W高功率, 在各类音频终端应用中维持高效率并提供AB类放大器高保真、低噪声的性能。

AROC辐射和传导干扰抑制电路使HT6873具有优异的全带宽低辐射性能, 在不加辅助滤波设计、输出喇叭线长20cm时的辐射水平远在FCC Part15 Class B 标准之下。

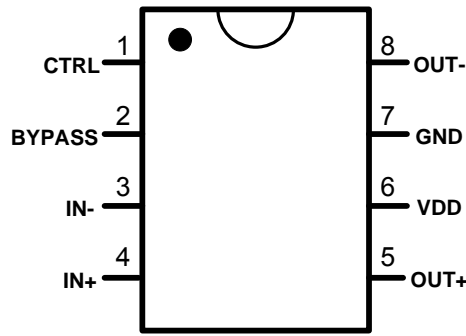
HT6873的防削顶失真功能可检测并抑制由于音乐、语音信号幅度过大或电池电压下降所引起的输出削顶失真(破音), 显著提高音质, 创造舒适的听音享受, 并保护扬声器免受过载损坏。针对不同需求, 防削顶具有ACF-1和ACF-2两种模式, 分别对应约3%和10%最大THD+N, 同时芯片具有ACF-Off 模式。

HT6873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, HT6873内置的关断功能使待机电流最小化, 还集成了过流保护、过温保护和欠压异常保护等功能。



■ 引脚信息



顶视图

■ 引脚定义^{*1}

SOP8L/DFN8L 引脚号	引脚 名称	I/O	ESD 保护电路	功能
1	CTRL	I	PN	ACF模式和关断模式控制端
2	BYPASS	A	PN	模拟参考电压
3	IN-	A	PN	反相输入端 (差分-)
4	IN+	A	PN	同相输入端 (差分+)
5	OUT+	O	-	同相输出端 (BTL+)
6	VDD	Power	-	电源
7	GND	Ground	-	地
8	OUT-	O	-	反相输出端 (BTL-)

注1 I: 输入端 O: 输出端 A: 模拟端

当大于VDD的电压外加于PN保护型端口 (ESD保护电路由PMOS和NMOS组成) 时, PMOS电路将有漏电流流过。

■ 电气特性

● 极限工作条件^{*1}

参数	符号	最小值	最大值	单位
电源电压范围	V _{DD}	-0.3	5.8	V
模拟、输入引脚电压范围 (IN+, IN-, BYPASS, CTRL)	V _{IN}	V _{SS} -0.3	V _{DD} +0.3	V
工作环境温度范围	T _A	-40	85	°C
工作结温范围	T _J	-40	150	°C
储存温度	T _{STG}	-50	165	°C

注1: 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VDD/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。

● 功率耗散额定值

封装	热阻 θ_{JA}	降额因子 ^{*2}	T _A ≤25°C	T _A =70°C	T _A =85°C
SOP8L	139 °C/W	7.2 mW/°C	899 mW	576 mW	468 mW
SOP8L-PP	52 °C/W	19.2 mW/°C	2404 mW	1538 mW	1250 mW

注2: 该因子均在JEDEC标准下的低K值板上测得。以上测试值均在无环境气流影响条件下测得。

● 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 ^{*3}	V _{DD}		2.5	5	5.5	V
工作环境温度	T _a		-30	25	85	°C
负载阻抗	R _L ^{*4}		2			Ω

注3: VDD上电的上升时间应超过1μs。

注4: 该值均在纯电阻R_L串联33uH电感模拟扬声器下测得。



● 直流特性 (DC)

$V_{SS}=0V, V_{DD}=2.5V\sim 5.5V, T_a=-40^{\circ}C\sim 85^{\circ}C$, 除非特殊说明.

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
VDD电源的启动阈值	V_{UVLH}				2.2	V
VDD电源的关断阈值	V_{UVLL}				2.0	V
ACF-Off 模式的设置阈值电压	V_{MOD1}		2.00		V_{DD}	V
ACF-1 模式的设置阈值电压	V_{MOD2}		1.55		1.85	V
ACF-2 模式的设置阈值电压	V_{MOD3}		1.10		1.40	V
SD 关断模式的设置阈值电压	V_{MOD4}		V_{SS}		0.30	V
静态电流	I_{DD}	$V_{DD}=5V$, 无负载, 无输入		8	20^{*5}	mA
关断电流	I_{SD}	$CTRL=V_{SS}, T_a=25^{\circ}C$		0.01	0.05	μA
BYPASS端电压值	V_{BYPASS}			$V_{DD}/2$		V

注5: 静态电流可能会随着芯片温度的升高而升高.

● 模拟特性

$V_{SS}=0V, V_{DD}=5V, T_a=25^{\circ}C, C_{IN}=1\mu F, R_{IN}=12k\Omega, R_L=4\Omega$, ACF-Off模式, 除非特殊说明.

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输出功率	P_O	$R_L=4\Omega, V_{DD}=5V$		3.5		W
		$R_L=2\Omega, V_{DD}=5V$	$f=1kHz,$ $THD+N=10\%$	5.5		
		$R_L=4\Omega, V_{DD}=3.7V$		1.9		
		$R_L=2\Omega, V_{DD}=3.7V$		3.0		
总谐波失真加噪声	THD+N	$R_L=4\Omega, P_O=1W, f=1kHz$			0.05	
		$R_L=2\Omega, P_O=1W, f=1kHz$		0.05		%
输出噪声	V_N	$f=20Hz\sim 20kHz, A$ 加权		60		μV_{rms}
信噪比	SNR	$f=20Hz\sim 20kHz, A$ 加权		95		dB
电源抑制比	PSRR	纹波 $V_{pp}=200mV, f=1kHz$		-75		dB
效率	η	$V_{DD}=5V, R_L=8\Omega, P_O=1W$		86		%
输出失调电压	V_{OS}			± 5	± 10	mV
频响特性	f_{RES}	$C_{IN}=0.1\mu F, f=100Hz\sim 20kHz$	-3	-	1	dB
系统增益	A_{V0}	$R_{IN}=12k\Omega$		25.5		dB
ACF衰减增益	Aa		-10		0	dB

注: 以上模拟特性随所选元件和PCB布局而有所变化; 以上特性是输出直接外接负载电阻再通过30kHz滤波后测得; 若输出经滤波器后再接负载电阻, 受滤波器影响, 测试结果将可能与以上数据有区别.

● 交流特性 (AC)

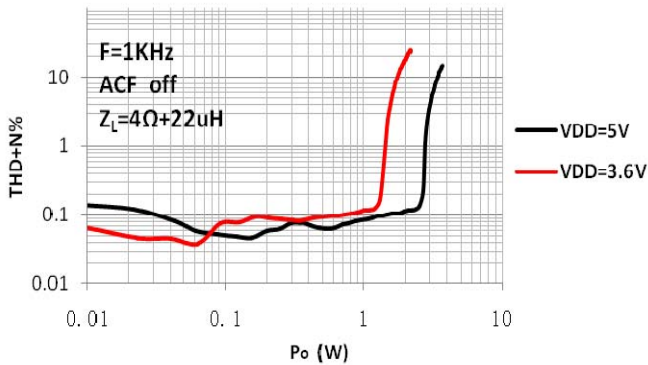
$V_{SS}=0V, V_{DD}=2.5\text{ to }5.5V, T_a=-30^{\circ}C\sim 85^{\circ}C$, 除非特殊说明.

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
上电启动时间 (或从关断唤醒时间)	t_{STUP}			240		ms
ACF-1 启动时间	t_{AT1}	$V_{DD}=3.6V, g=10dB$		72		ms
ACF-1 释放时间	t_{RL1}	$V_{DD}=3.6V, g=10dB$		720		ms
ACF-2 启动时间	t_{AT2}	$V_{DD}=3.6V, g=10dB$		20		ms
ACF-2 释放时间	t_{RL2}	$V_{DD}=3.6V, g=10dB$		450		ms
唤醒模式设置时间	t_{WK}		35			ms
关断设置时间	t_{SD}	$T_a(\text{Min.})=-20^{\circ}C$	50			ms
		$T_a(\text{Min.})=-30^{\circ}C$	80			
各模式设置时间 (除关断外)	t_{MOD}		0.1			ms
载波调制频率	f_{PWM}			470		kHz

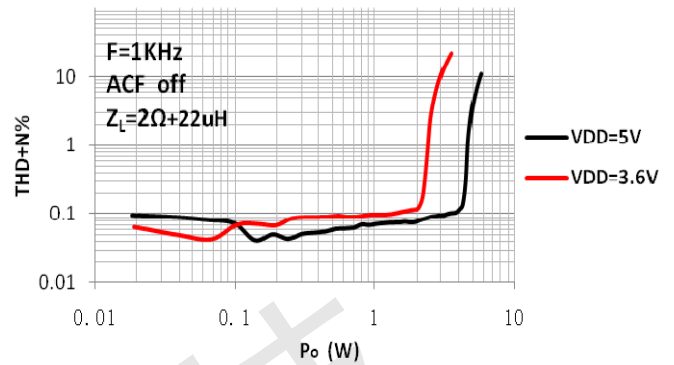


典型特性曲线

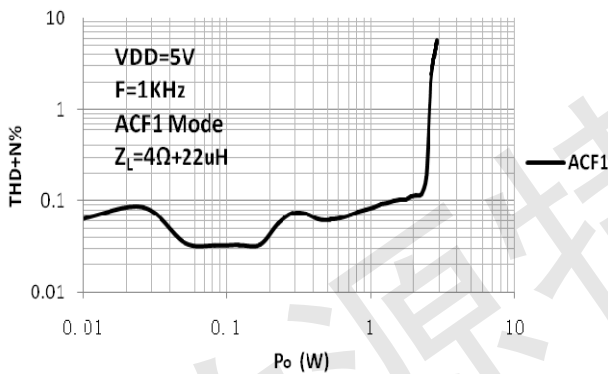
Po VS THD+N%



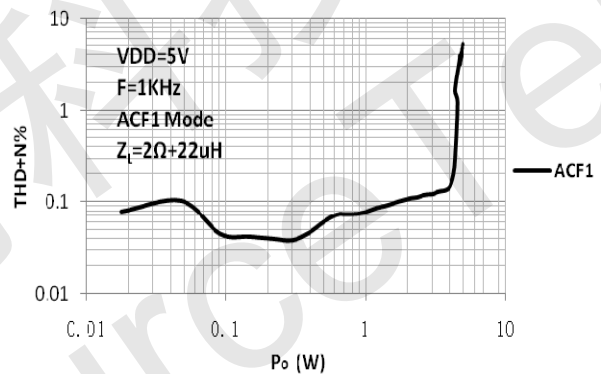
Po VS THD+N%



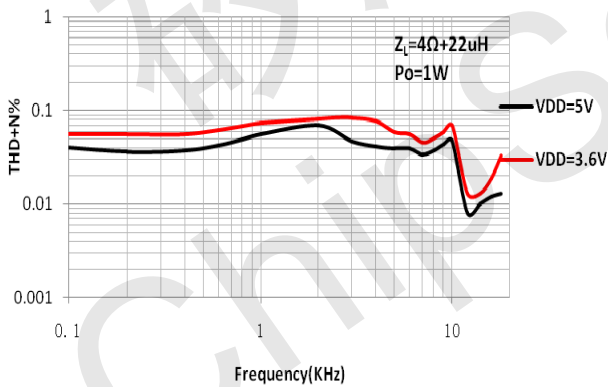
Po VS THD+N%



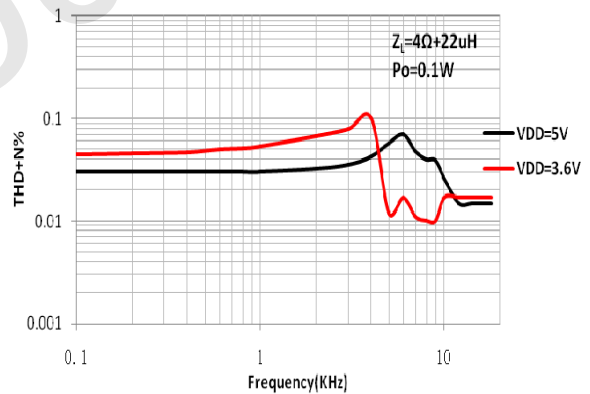
Po VS THD+N%



Frequency VS THD+N%

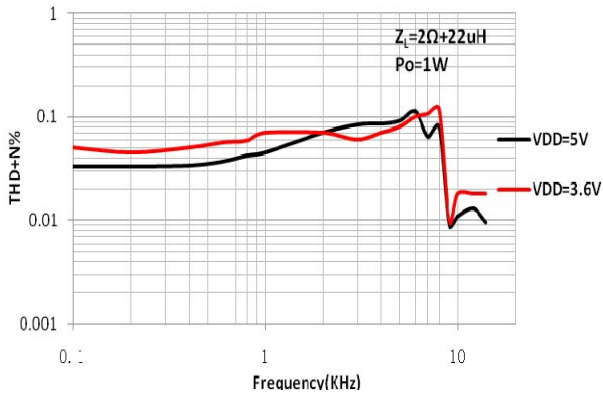


Frequency VS THD+N%

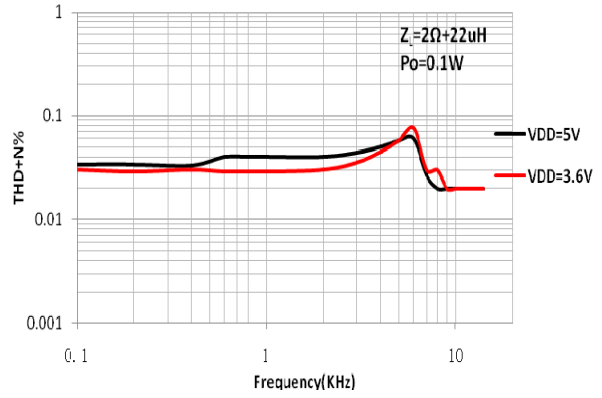




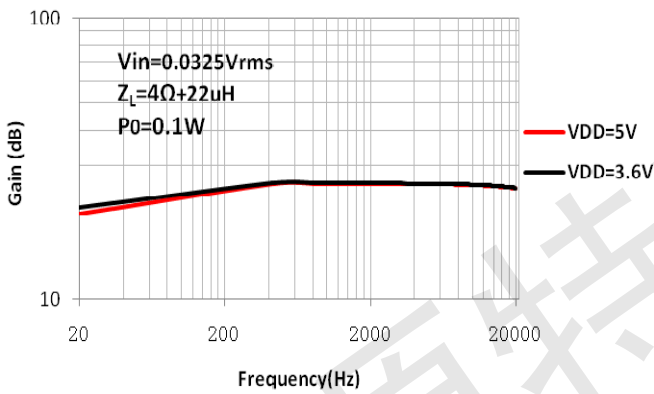
Frequency VS THD+N%



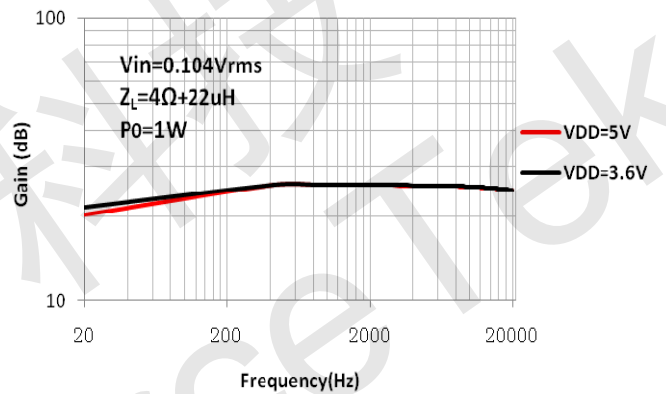
Frequency VS THD+N%



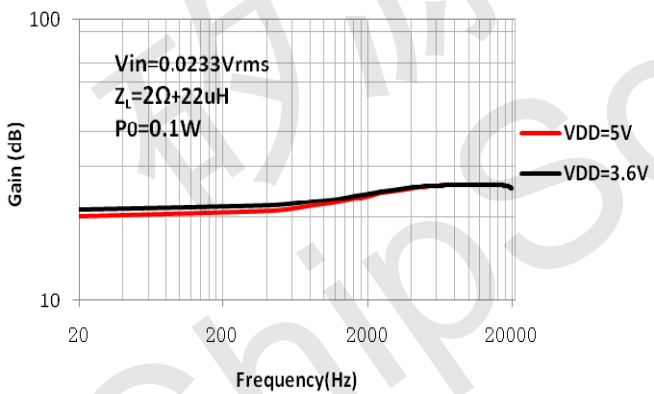
Frequency VS Gain



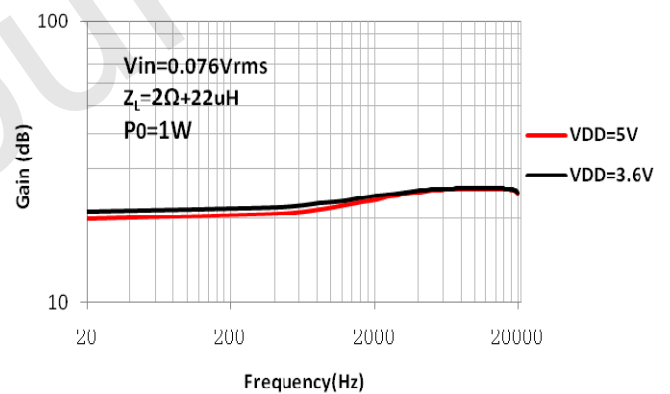
Frequency VS Gain



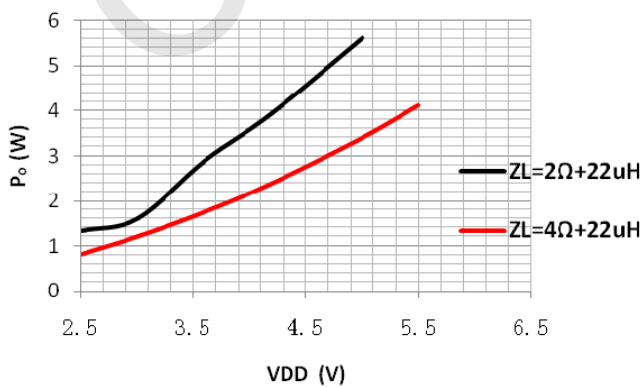
Frequency VS Gain



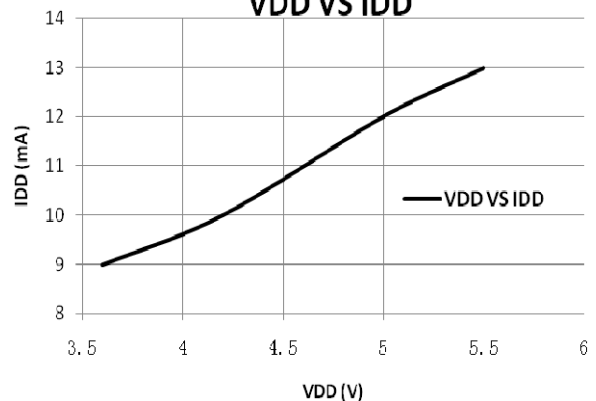
Frequency VS Gain



Po VS VDD

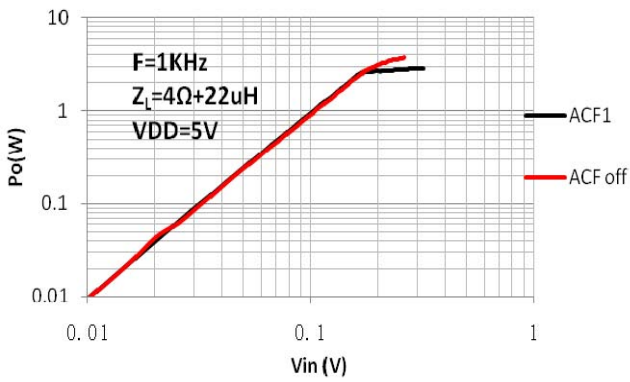


VDD VS IDD

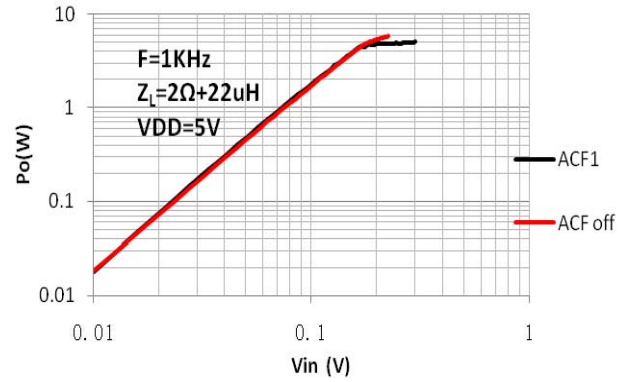




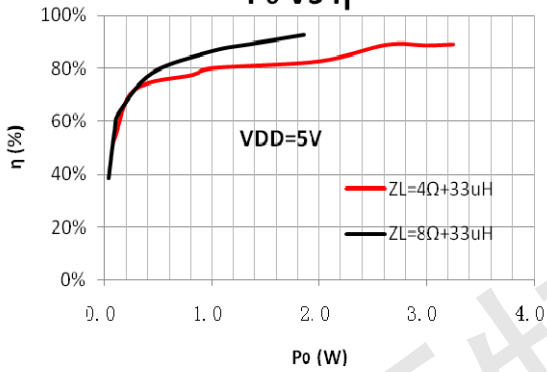
Po VS Vin



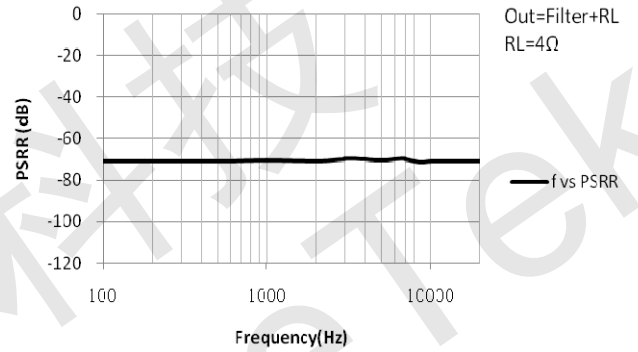
Po VS Vin



Po VS η



Frequency vs PSRR





■ 功能描述及应用信息

● 输入配置

HT6873 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，通过隔直电容 C_{IN} 和输入电阻 R_{IN} 分别输入到 IN+ 和 IN- 端。系统增益 $A_V=220/R_{IN}$ ，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- 端必须通过输入电阻和电容（与 C_{IN} 、 R_{IN} 值相同）接地。增益 A_V 和截止频率 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。

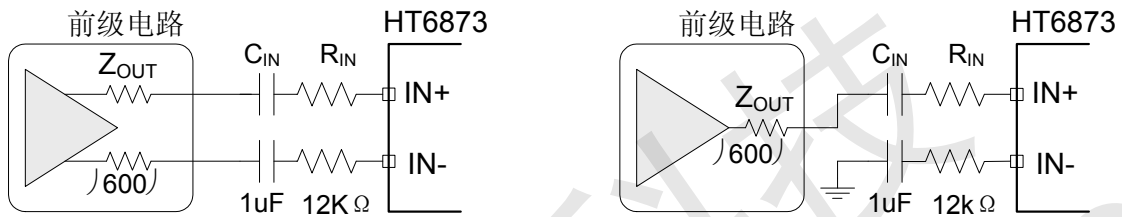


图 1 (1) 差分输入;

(2) 单端输入

● 辐射骚扰特性

HT6873 具有良好的低辐射骚扰特性，采用独创的主动边沿控制专利技术，使辐射水平远在 FCC Part15 Class B 标准之下（最小仍有 20dB 的裕量），对系统中不同频段无线通信敏感模块无干扰，如 FM、CMMB、GSM、CDMA 和 Bluetooth 等。EMI 测试结果如下图：

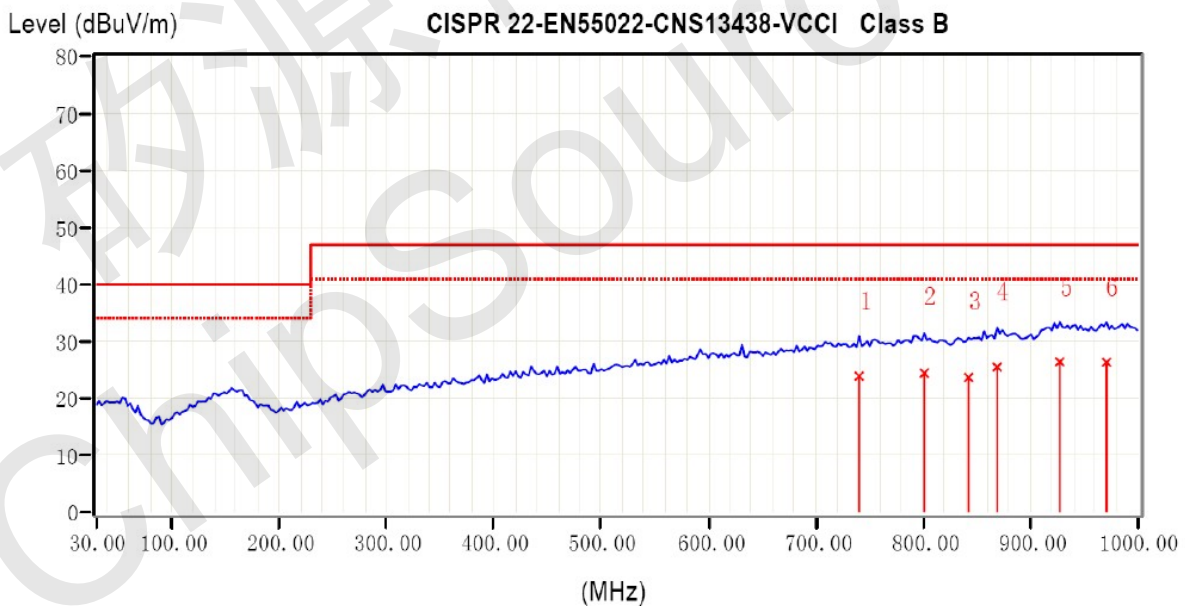


图2 HT6873垂直方向EMI辐射图;

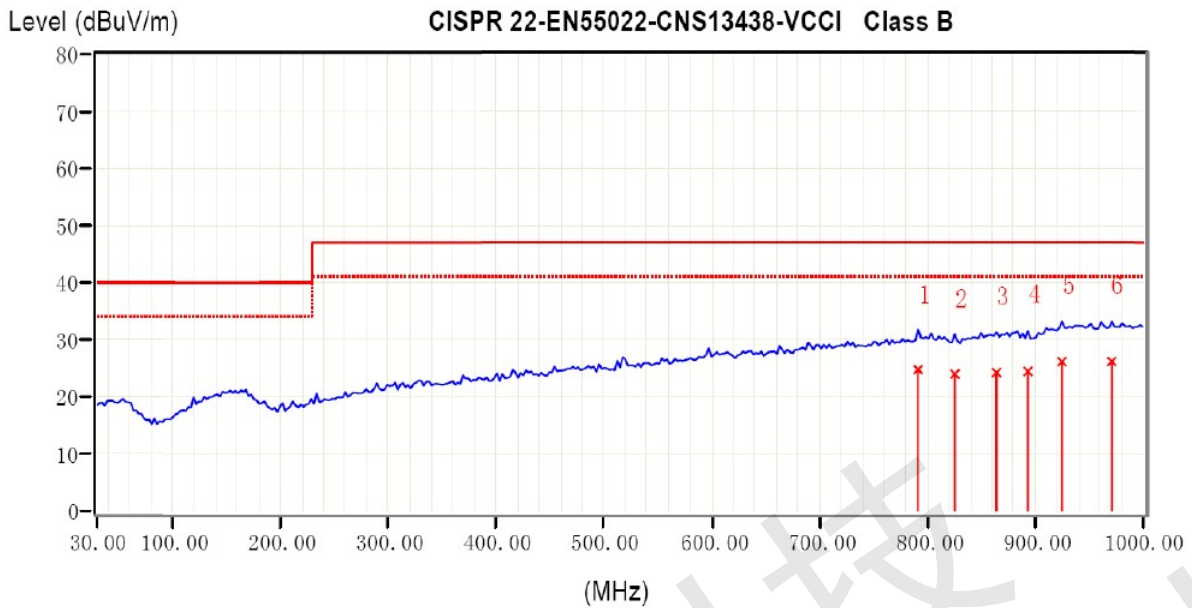


图3 HT6873水平方向EMI辐射图;

● 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，如果电源电压较大 ($\geq 5V$)，纹波较严重，或输入信号幅度较大 ($\geq 3.0V_{p-p}$)，或负载喇叭阻抗较小 ($\leq 3\Omega$) 时，有必要适当增大电源端电容 (至少100uF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。

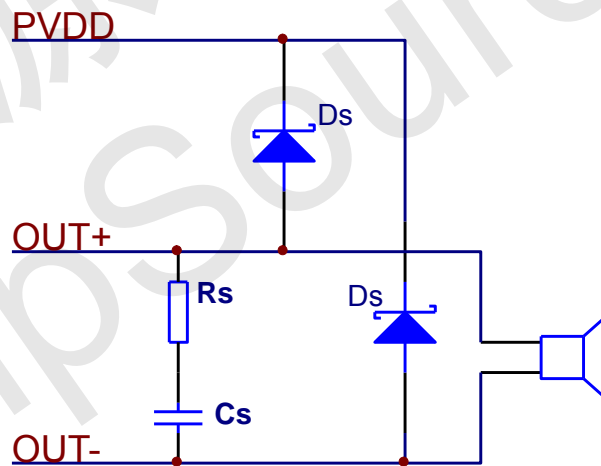


图4. 输出端的连接

推荐参数:

Rs: 1.5 ~ 2 Ω ;

Cs: 330pF~680pF;

Ds: 正向平均电流 $\geq 1A$; 正向浪涌峰值电流 $\geq 5A$; 正向电压 ($I_F=1A$) $\leq 0.38V$ 。

● 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 1 CTRL 引脚不同模式设置的输入电压

参数名	符号	最小值	理想值	最大值	单位
ACF-Off 模式的设置阈值电压	V_{MOD1}	2.00	VDD	V_{DD}	V
ACF-1 模式的设置阈值电压	V_{MOD2}	1.55	1.70	1.85	V
ACF-2 模式的设置阈值电压	V_{MOD3}	1.10	1.25	1.40	V
SD 模式的设置阈值电压	V_{MOD4}	V_{SS}	0	0.30	V

● CTRL模式功能描述

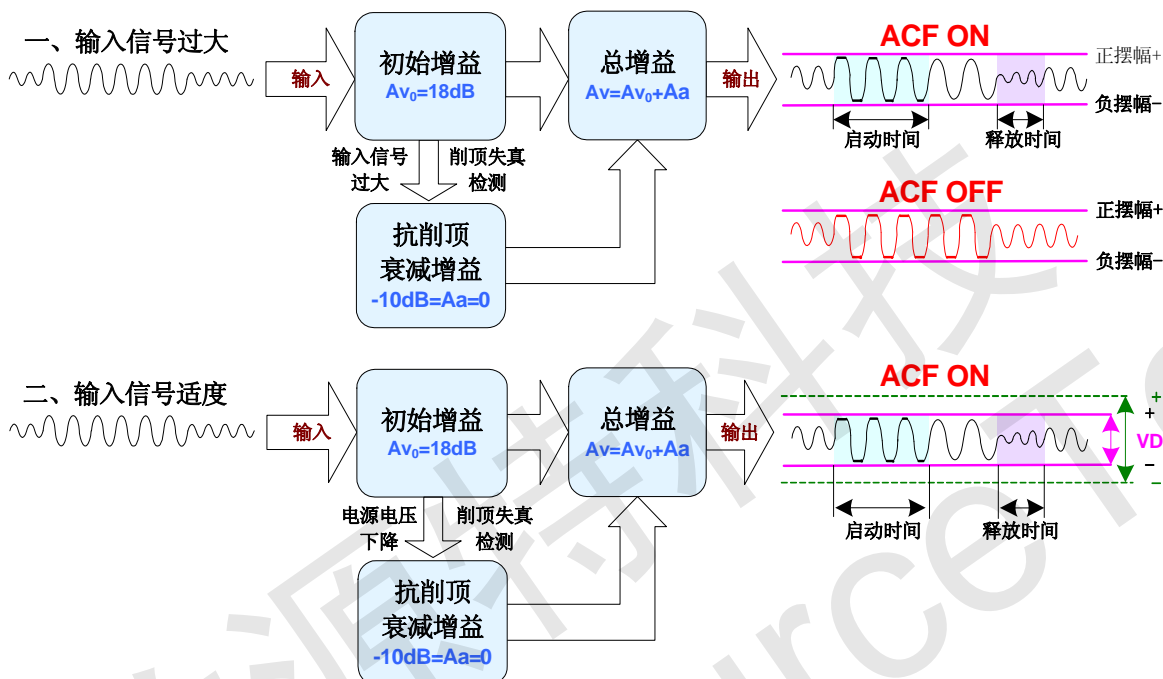


图 5 ACF 工作原理示意图

(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，HT6873 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，HT6873 也能自动衰减输出增益，实现与 VDD 下降值相匹配的最大限度无削顶输出水平。

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。HT6873 的最大衰减增益为 10dB。

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 2 ACF-1 和 ACF-2 模式区别

模式	启动时间	释放时间
ACF-1（推荐）	50ms	64ms
ACF-2	56ms	38ms

(二) ACF OFF 模式

在 ACF-Off 模式下，ACF 功能被关闭，HT6873 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 $Av=Av_0=18dB$ 或 $24dB$ 恒定不变。HT6873 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，输出端为弱电平状态（内部通过高阻接地）。



● CTRL模式转换时序

当 CTRL 接地时, 进入 SD 关断模式, 此时 CTRL 端低电平应保持至少 t_{SD} 时间不变。反之 CTRL 设为高电位时, 经 T_{STUP} 后芯片正常工作, 关断被解除, 请注意以下唤醒的初始化时序:

- (1) 先启动前级电路以稳定 IN+/IN- 端直流偏置电压, 再解除 HT6873 关断状态。注意前级偏置电压的变化量应低于 VDD。稳定偏置所需时间 T_{DLY} 为,

$$T_{DLY} \cong C_{IN} \times 330 \times 10^3 \times 3$$

例如, $C_{IN}=33nF$ 时, $T_{DLY} \cong 33ms$ 。

- (2) 在电源上电时, 推荐在电源电压足够稳定之后再从关断模式唤醒, 并依照操作时序(1)(2)启动芯片。

● 咔嗒-噼噗声消除

HT6873 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 $0.1\mu F$ 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

HT6873 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 $150^{\circ}C$ 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

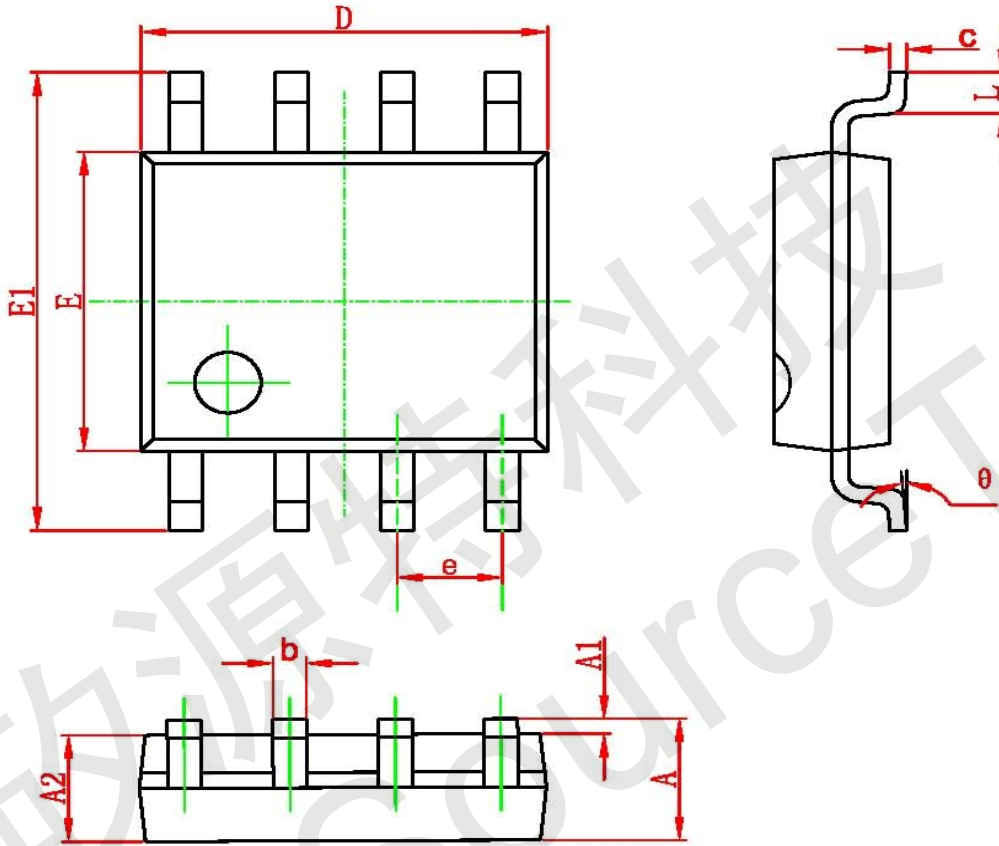
当检测到电源端 VDD 低于 V_{UVLL} ($2V$), 启动欠压保护, 输出端为弱低电平状态 (内部通过高阻接地); 当检测到 VDD 高于 V_{UVLH} ($2.2V$), 保护模式自动解除, 经启动时间 T_{STUP} 后进入正常工作状态。



■ 封装外形

● SOP8L

SOP8 PACKAGE OUTLINE DIMENSIONS

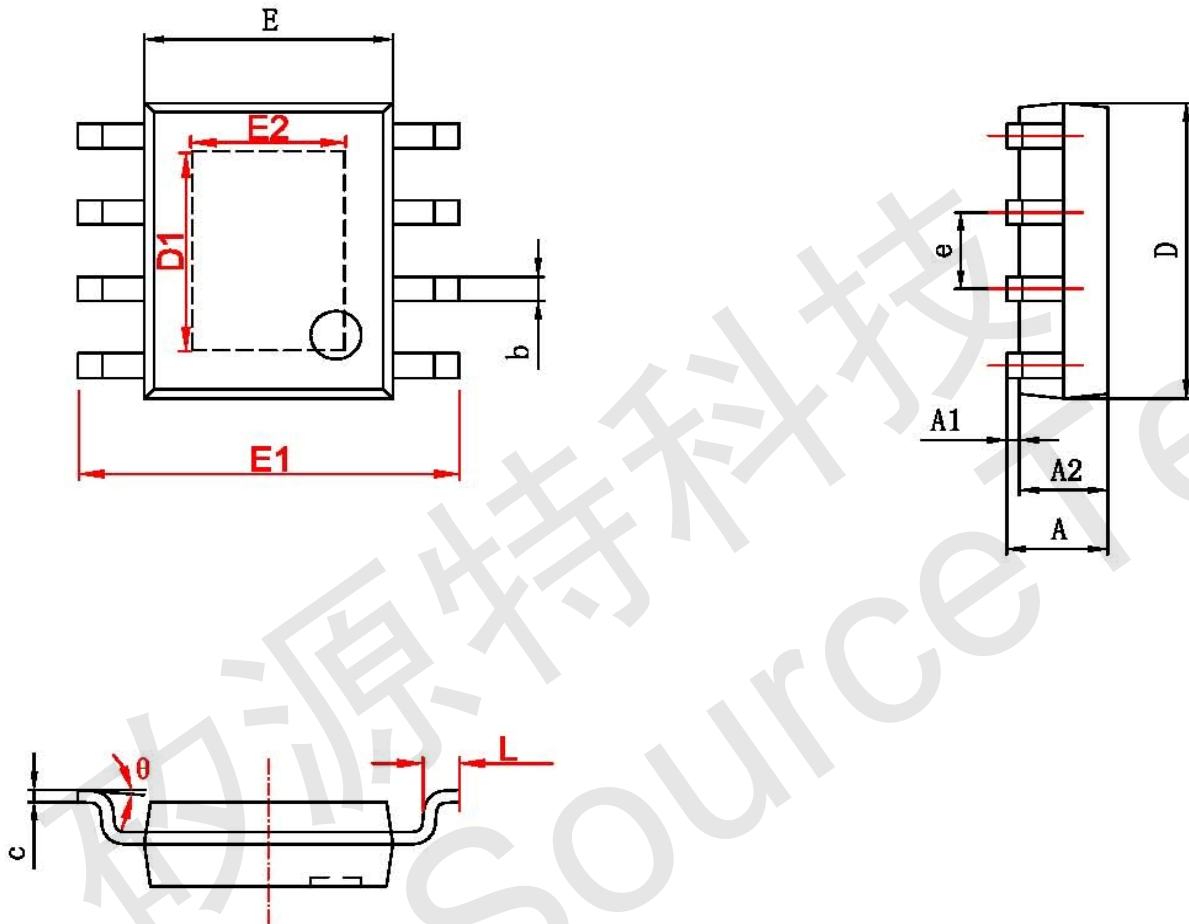


Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.100	0.250	0.004	0.010
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.006	0.010
D	4.700	5.100	0.185	0.200
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
e	1.270 (BSC)		0.050 (BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
theta	0°	8°	0°	8°



● SOP8L-PP

SOP8-PP(EXP PAD) PACKAGE OUTLINE DIMENSIONS

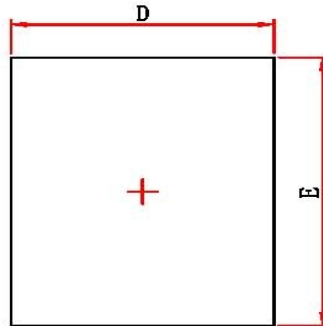


字符	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.050	0.150	0.002	0.006
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.007	0.010
D	4.700	5.100	0.185	0.200
D1	3.202	3.402	0.126	0.134
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
E2	2.313	2.513	0.091	0.099
e	1.270 (BSC)		0.050 (BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°		8°	

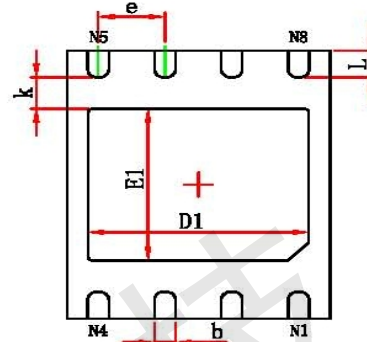


● DFN8L

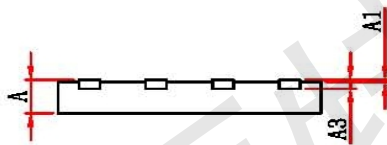
DFNWB5×6-8L(P1.27T0.75) PACKAGE OUTLINE DIMENSIONS



Top View



Bottom View



Side View

Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A	0.700	0.800	0.028	0.031
A1	0.000	0.050	0.000	0.002
A3	0.203REF.		0.008REF.	
D	4.924	5.076	0.194	0.200
E	5.924	6.076	0.233	0.239
D1	4.100	4.300	0.161	0.169
E1	3.300	3.500	0.130	0.138
k	0.200MIN.		0.008MIN.	
b	0.350	0.450	0.014	0.018
e	1.270TYP.		0.050TYP.	
L	0.524	0.676	0.021	0.027