带关断模式的 3W 音频功率放大器

主要特点如下：

- 无输出耦合电容，自举电容及输出阻抗均衡网络
- 单位增益稳定，增益外部设定
- 与 LM4861 管脚兼容
- 封装形式：SOP-8 / MSOP-8



SOP-8


MSOP-8

关键参数：

- 10% THD+N，1KHz 输出功率
- LM4871B： 3Ω 负载，3W（典型值）
  4Ω 负载，2.5W（典型值）
  8Ω 负载，1.5W（典型值）
- 关断模式电流：0.6μA(典型)
- 电源电压范围：2.0V ~ 5.0V
- 8Ω 负载，1W 连续平均功率输出，1KHz 输入信号总谐波失真 0.5%（最大值）

产品订购信息

产品名称	封装	打印名称	包装	包装数量
LM4871BM/TR	SOP-8	LM4871B	编带	2500 只/盘
LM4871BMM/TR	MSOP-8	4871B	编带	3000 只/盘

概述

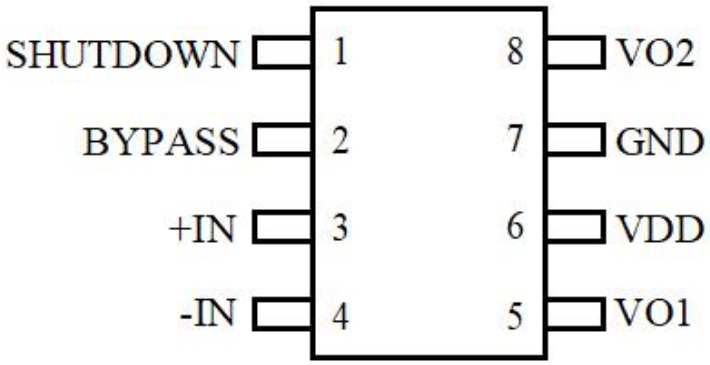
LM4871B 是一块单声道桥式驱动的音频功率放大器，使用 5V 电源供电时，在保证总谐波失真小于 10%的情况下，可向 3Ω 负载提供 3W 的连续平均功率。为了节省便携设备的能量，可将 SHUTDOWN 脚接至高电平，LM4871B 就会进入微功耗的关断模式（I_Q= 0.6μA 典型值）。

该系列音频功率放大器是为提供大功率、高保真音频输出而特别设计的。工作电源从 2.0V 到 5.0V，可以低压供电，仅需少量外接元件。由于 LM4871B 不需要输出耦合电容，自举电容及阻抗均衡网络，是低功耗便携系统的理想选择。

LM4871B 还有其他一些功能，例如热关断保护，单位增益稳定，增益外部设定。

LM4871B 主要应用于蓝牙音响、便携计算机、收音机系统等。

引脚排列图



SOP-8/MSOP-8

引脚说明

引脚	符号	逻辑	功能
1	SHUTDOWN	I	掉电控制端，高电平有效
2	BYPASS	O	内部偏置电压
3	+IN	I	模拟输入端，同相
4	- IN	I	模拟输入端，反相
5	VO1	O	模拟输出端负极
6	VDD	P	电源
7	GND	P	地
8	VO2	O	模拟输出端正极

极限参数

除非另有规定，Tamb=25°C

参 数 名 称		额 定 值	单 位
工作电压		6.0	V
输入电压		-0.3 ~ VDD+0.3	V
工作温度		-40~+85	℃
结温		150	℃
焊接温度	10s	260	℃

注：极限参数是指无论在任何条件下都不能超过的极限值。万一超过此极限值，将有可能造成产品劣化等物理性损伤；同时在接近极限参数下，不能保证芯片可以正常工作。

推荐使用条件

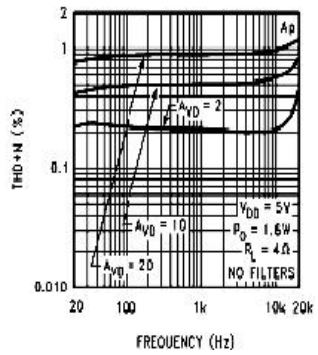
参 数 名 称	符 号	推 荐 值			单 位
		最小	典型	最大	
温度范围	T_A	-40	—	85	℃
工作电压	V_{DD}	2.0	—	5.0	V

电气特性

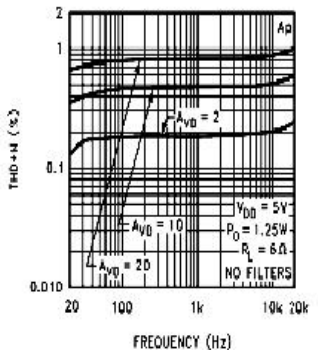
参数	符号	条件		最小	典型	最大	单位
电源电压	V_{DD}	—		2.0	—	5.0	V
静态电流	I_{DD}	V_{IN}=0V，I_O=0A		—	6.5	10.0	mA
关断模式电流	I_{SD}	V_{PIN1}=VDD		—	0.6	2	μA
输出失调电压	V_{OS}	V_{IN}=0V		—	5.0	50	mV
输出功率	P_O	THD=1% f=1KHz	RL=3Ω	—	2.38	—	W
			RL=4Ω	—	2	—	
			RL=8Ω	—	1.2	—	
		THD+N=10% f=1KHz	RL=3Ω	—	3	—	W
			RL=4Ω	—	2.5	—	
			RL=8Ω	—	1.5	—	
噪声+总谐波失真	THD+N	20Hz≤f≤20KHz A_{VD}=2	RL=4Ω, PO=1.6W	—	0.13	—	%
			LM4871B,RL=8Ω, PO=1W	—	0.25	—	
电源抑制比	PSRR	VDD=4.9V ~ 5.1V		—	60	—	dB

典型性能参数

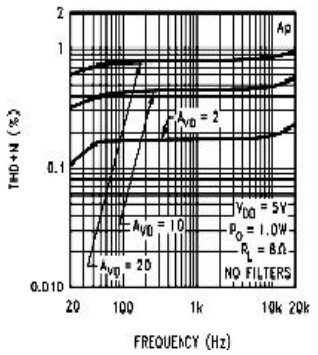
THD+N vs Frequency



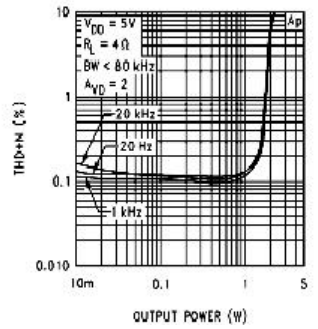
THD+N vs Frequency



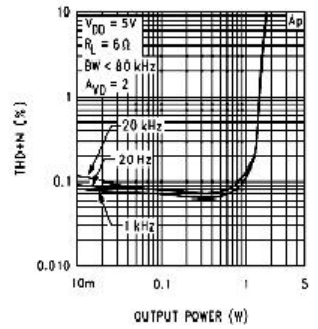
THD+N vs Frequency



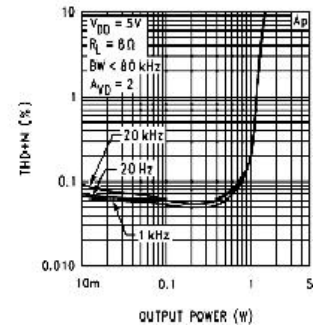
THD+N vs Output Power



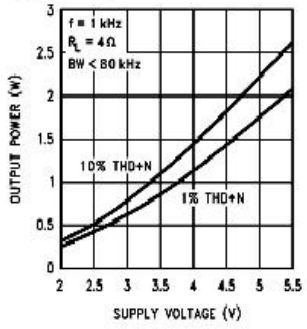
THD+N vs Output Power



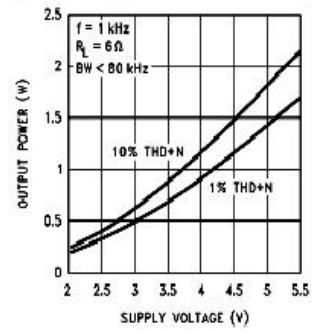
THD+N vs Output Power



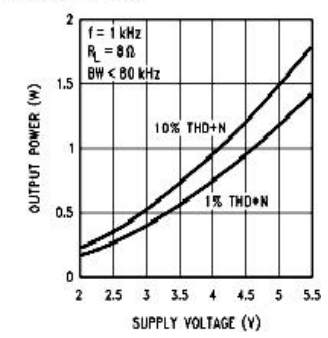
Output Power vs Supply Voltage



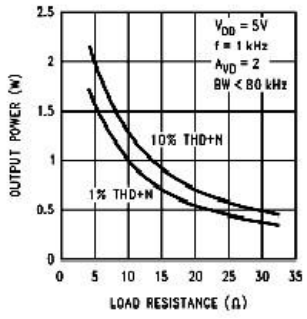
Output Power vs Supply Voltage



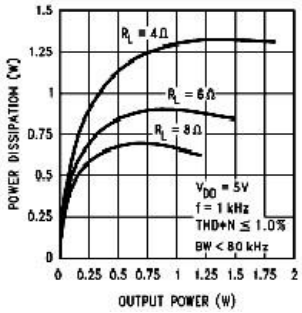
Output Power vs Supply Voltage



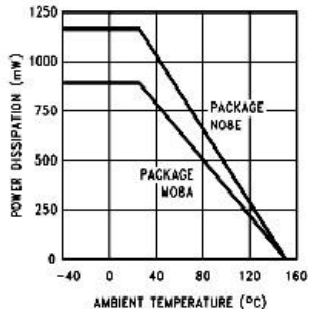
Output Power vs Load Resistance



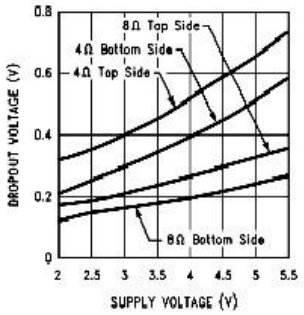
Power Dissipation vs Output Power



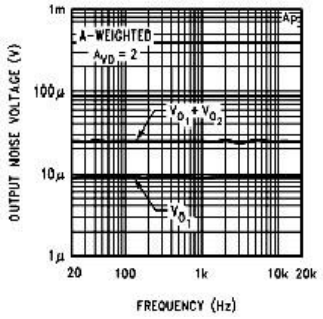
Power Derating Curve



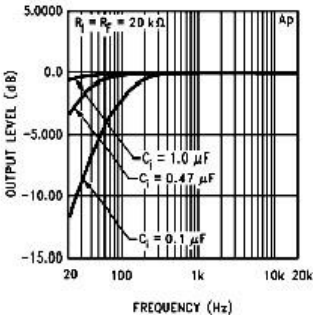
Clipping Voltage vs Supply Voltage



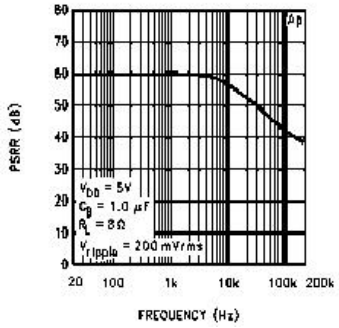
Noise Floor



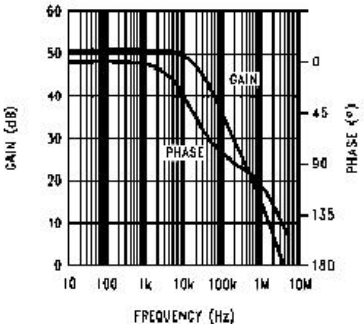
Frequency Response vs Input Capacitor Size



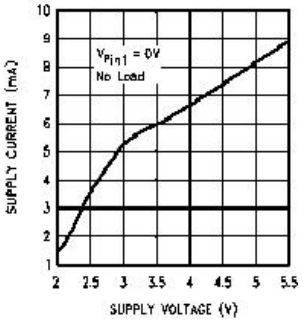
Power Supply Rejection Ratio



Open Loop Frequency Response



Supply Current vs Supply Voltage



应用线路

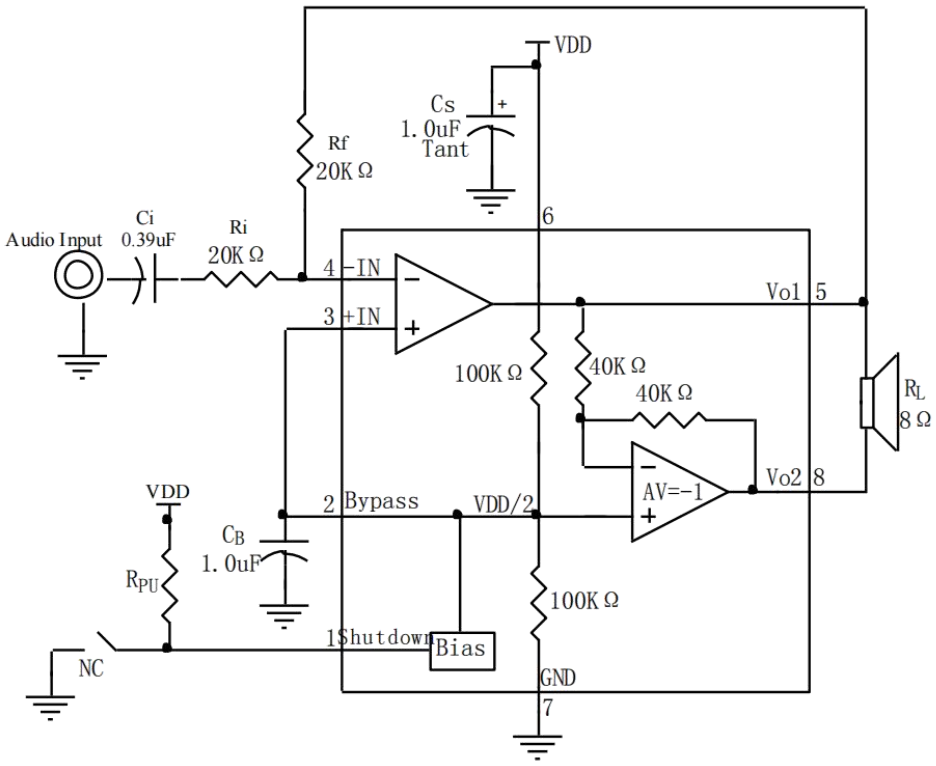


图 1、LM4871B 典型应用图

应用说明

外接元件及功能

元件		功能
1	Ri	反相输入端电阻，与 R_f 一起设定闭环增益，同时与输入电容 Ci 构成高通滤波器，转折频率为 fc = $\frac{1}{2\pi Ri\ Ci}$
2	Ci	输入耦合电容，防止输入端直流电压对前级产生影响，同时与 Ri 构成一高通滤波器，转折频率为 fc = $\frac{1}{2\pi Ri\ Ci}$
3	Rf	反馈电阻，与 Ri 一起设定放大器的闭环增益。
4	CS	电源滤波电容
5	CB	偏置电压滤波电容
6	R_{PU}	上拉电阻，典型值为 47K

应用信息

桥式功能

如图(1)所示，LM4871B 内部有两个运算放大器，第一个放大器的增益是外部结构，而第二个放大器为内部固定增益，是倒相装置。

第一个放大器的增益通过选择 Rf 和 Ri 的比值来决定，而第二个放大器的增益则通过两个内部 40KΩ的电阻固定。图(1)表明放大器 1 的输出作为放大器 2 的输入，这样导致两个放大器产生大量相同信号，但相位相差 180°。因此，该 IC 的差动增益为:$A_{VD}=2(R_f/R_i)$。通过输出端 VO1 和 VO2 驱动不同的负载，这就是“桥式模型”放大器。桥式模型的运行不同于传统的单端放大器结构， 在单端结构中负载的一端接地。桥式放大器设计比单端结构有一些明显的优点，当它给负载提供差动驱动时，双输出差动作为一确定的电源电压。因此，在相同条件下，输出功率可能是单终端放大器的 4 倍。在可获得的输出功率中，这种增加假定放大器没有电流限制或断路。过分失真将会损坏扬声器系统中的高频率传感器，为了选择一个不引起过分失真的放大器增益，请参考《LM4871B 技术说明》中“音频功率放大器设计”部分。

桥式结构，正如用在音频放大器中的一样，也产生了优于单终端放大器的第二个优点。由于差动输出 V_{O1} 和 V_{O2} 在半供给中偏置，通过负载不存在直流电压，这就消除了输出耦合电容。但在单电源、单终端放大器中则需要输出耦合电容，否则，通过负载的半供给偏置就会导致内部 IC 功耗的增加，以及扬声器永久性损坏。如果采用单端输出，要求有一个 470μF 的电容和 8Ω 负载，使得输出耦合电容和负载形成一个高通滤波器，以保持低频响应。这种组合不会产生降至 20Hz 的频带回应，但相对于低频响应，它能在印制的电路板尺寸和系统成本之间提供一种折衷。

电源旁路

对于任何功率放大器，适当的电源旁路对于低噪音运行和高电源截止很关键。在旁路和电源插头上的电容器应尽可能靠近旁路。例如在典型工作特性一节所阐述的，由于增加了半供给的稳定性，更大的旁路电容，改善了低频 THD+N。典型运用中，使用一个 5V 的调节器，这个调节器具有一个 10μF 和一个 0.1μF 的旁路电容，有助于电源稳定，但不能消除 LM4871B 的旁路电源的节点。旁路电容的选择，特别是 CB，依赖于低频 THD+N、系统成本和尺寸约束。

关断功能

为了减少不使用时的功耗，LM4871B 用一个关断引线从外部断开放大器的偏置电路。当一个逻辑高电平加在关断引线上时，关断部件就会断开放大器。一旦进入断开状态，输出立刻和扬声器分开。当电源电压加在关断引线上时，就产生一个 0.6μA 的标准静态电流。在许多应用中， 一个微控制器或微处理器输出用来控制关断电路，它使电路迅速、平稳的转向关断状态。另一个方法是关断时使用一个单极、单掷开关进行切换，它接地使放大器启动。如果开关打开，一个 47KΩ 的外部上拉电阻使 LM4871B 至截止。在 LM4871B 中没有软上拉电阻。因此，一个确定的关断引线电压必须由外部供给确保关断脚不会浮动，从而防止不必要的状态变化。

高增益音频放大器

LM4871B 整体增益稳定，在典型应用中，除了增益设置电阻、一个输入耦合电容和一个适当的旁路电源外，不需要其它的外部组件。但是如果要求大于 10 的闭环差动增益，则需要加入一个反馈电容，由带宽限制放大器，如图(2)所示。反馈电容形成一个低通滤波器，以消除可能出现的高频振荡。计算-3dB 频率时，应该注意 RF 和 CF 搭配不当会引起 20KHz 前的衰减。一种标准的反馈电阻和电容组合不会产生音频范围内的高频衰减，即 RF=100KΩ、CF=5pF。这种组合会产生一个大约 320KHz 的-3dB 点。一旦计算出放大器的差动增益，就可选择 RF，而且 CF 也能由 5.2.1 中“外接元件描述”一节中所表述的公式计算出来。

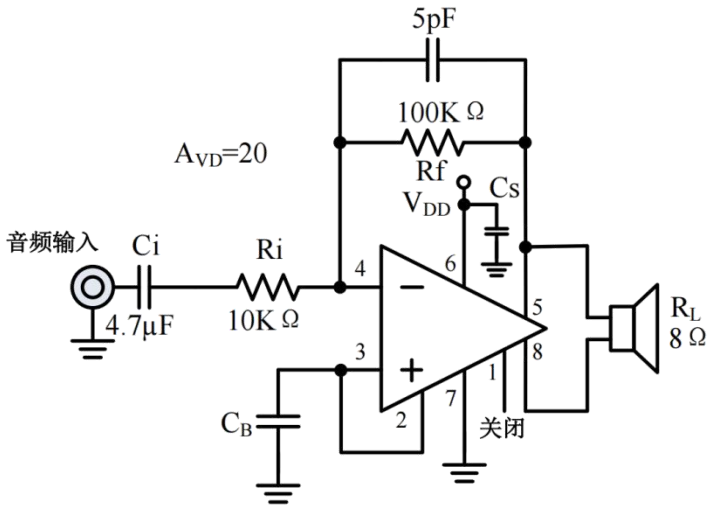


图 2、高增益电路

CB 及 CS 取值视需要而定，典型值为 0.1μF

管脚 1 连至 VDD 关闭放大器或连至地开启放大器，不可悬空

单端音频放大器

LM4871B 的典型应用是桥式单声道放大器，但它也可用来驱动一个单端负载，例如 PC 卡，它要求负载的一端接地。图 3 展示了一个普通的单端应用，这里 V01 用来驱动扬声器。输出通过一个 470μF 的电容耦合，这个电容可以阻止所有单电源放大器装置中的半供给直流偏置。这个电容，在图 3 中标记为 Co 和 RL 连接形成一个高通滤波器。这个高通滤波器的-3dB 点是 1/（2πRLCO），因此，应确保产品的 RL 和 CO 足够大，以能使低频信号传到负载。当驱动一个 8Ω 负载时，若要求再现全部音频范围，则 CO 至少为 470μF。输出 V02 是没有用的，通过一个 0.1μF 的电容连到一个 2KΩ 负载上，以增加稳定性。但这种不稳定性将不会影响 V01 的波形，它是实现二次输出的一个很好设计。

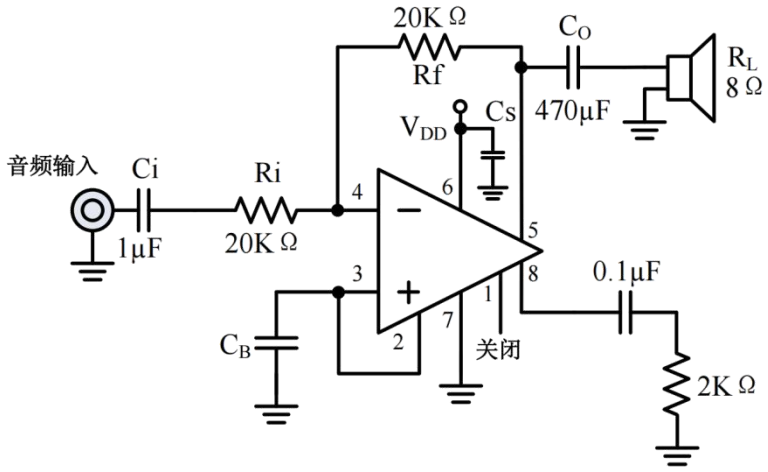


图 3、单端应用电路

CB 及 CS 取值视需要而定，典型值为 0.1μF

管脚 1 连至 VDD 关闭放大器或连至地开启放大器，不可悬空

管脚 8 上作为伪负载连接的电阻和电容起稳定作用

音频功率放大器的设计

设计一个 1W/8Ω音频放大器，给定条件： 功率输出 1Wrms

负载阻抗 8Ω

输入电平 1Vrms

输入阻抗 20KΩ

带宽 100Hz ~ 20KHz±0.25dB

设计者必须首先确定所需的电源范围，以获得规定的输出功率。在“典型性能参数”一节中， 从“输出功率对电源电压”曲线图，可以很容易推出电源范围。确定最小电源范围的第二种方式是用等式（3）计算所需的 VOPEAK，并增加开路电压。使用这种方法，最小的电源电压为（VOPEAK+VOD），其中 VOD=0.6V。

$$VOPEAK=\sqrt{(2RL*PO)} \qquad (3)$$

为使 1W 的输出功率带动 8Ω负载，要求 VOPEAK 为 4.0V，由 VOPEAK+VOD 得到最小电压 4.6V。但在许多应用中，4.6V 并不是标准电压，由于这个原因，设计了 5V 的电源范围，额外的电源电压产生的动态空间允许 LM4871B 再现一个峰值超过 1W 而没有被剪切的信号。同时设计者必须确定电源电压的选择和输出阻抗不能超过在“功耗”一节中所阐述的条件。 一旦功耗因素被确定，所要求的差动增益就可由等式（4）确定。

$$AVD \geq \sqrt{(PO * RL)}/(VIN) = Vorms/Vinr\ ms \qquad (4)$$

$$Rf/Ri = AVD/2 \qquad (5)$$

由等式（4）得：最小的 AVD=2.83，取 AVD=3。

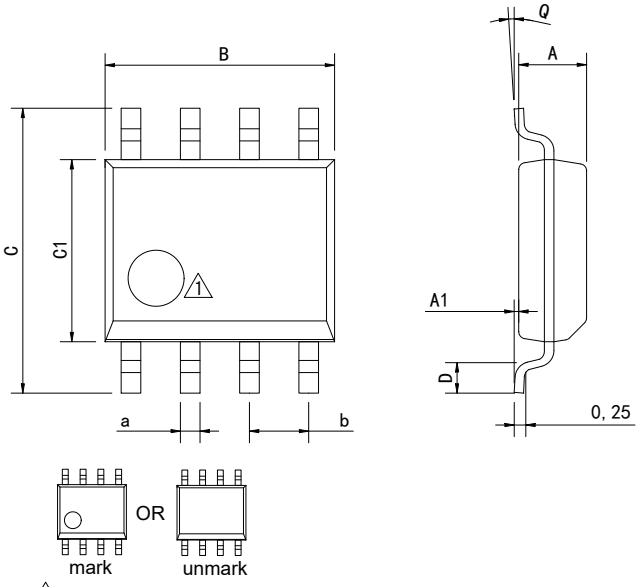
由于要求输入阻抗为 20 KΩ，且 AVD=3，Rf/Ri=1/1.5，使得 Ri=20 KΩ，Rf=30 KΩ。最后的设计是确定带宽规格，它必须作为-3dB 频率点的一部分来规定。-3dB 点的 5 倍频程处正是从平带响应下降 0.17dB，这比所要求的±0.25dB 要好。这就使得低频和高频极点分别为 20Hz 和 100KHz (fL = 100 Hz/5 =20 Hz ; fH = 20 KHz * 5 = 100 KHz), Ri 和 Ci 连接形成一个高通滤波器。

C ≥1/(2π*20KΩ*20Hz) = 0.397μf ；

取 0.39μF 高频极值由产品所规定的高频极值 fH 和差动增益 AVD 来决定。由 AVD=3，fH=100KHz 可得 GBWP=150KHz，这比 LM4871B 的 4MHz 的 GBWP 小得多。该数据表明，如果设计者要设计一个高增益放大器，LM4871B 仍然适用而不会产生带宽问题。

封装外型尺寸

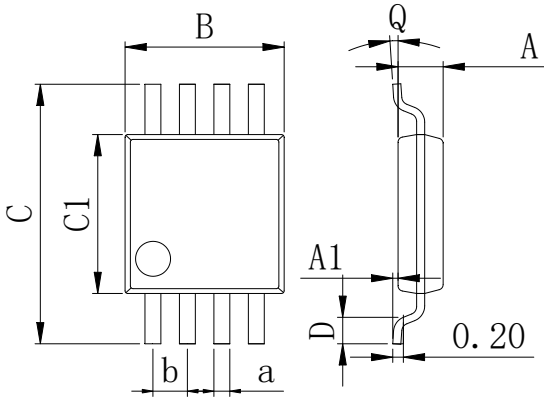
SOP-8 (150mil)



1 Package top mark may be in lower left corner or unmark

Dimensions In Millimeters(SOP-8)									
Symbol:	A	A1	B	C	C1	D	Q	a	b
Min:	1.35	0.05	4.90	5.80	3.80	0.40	0°	0.35	1.27 BSC
Max:	1.55	0.20	5.10	6.20	4.00	0.80	8°	0.45	

MSOP-8



Dimensions In Millimeters(MSOP-8)									
Symbol:	A	A1	B	C	C1	D	Q	a	b
Min:	0.80	0.05	2.90	4.75	2.90	0.35	0°	0.25	0.65 BSC
Max:	0.90	0.20	3.10	5.05	3.10	0.75	8°	0.35	

修订历史

版本编号	日期	修改内容	页码
V1.0	2014-6	新修订	1-13
V1.1	2023-9	更新封装、增加极限参数注释	1、2
V1.2	2024-11	更新引脚焊接温度	2
V1.3	2025-11	更新重要声明、更新 SOP-8 封装尺寸图	11、13

重要声明：

华冠半导体保留未经通知更改所提供的产品和服务。客户在订货前应获取最新的相关信息，并核实这些信息是否最新且完整的。华冠半导体对篡改过的文件不承担任何责任或义务。

客户在使用华冠半导体产品进行系统设计和整机制造时有责任遵守安全标准并采取安全措施。您将自行承担以下全部责任：针对您的应用选择合适的华冠半导体产品； 设计、验证并测试您的应用；确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保或其他要求。以避免潜在风险可能导致人身伤害或财产损失情况的发生。

华冠半导体产品未获得生命支持、军事、航空航天等领域应用之许可，华冠产品既不预期也不保证用于此类系统或设备，任何故障或失效都可能导致人员伤亡或严重财产损失。此类应用被视为"不安全的使用"。不安全的使用包括但不限于：手术器械、原子能控制仪器、飞机或航天器仪器、车辆使用的动力、制动或安全系统的控制或操作、交通信号仪器等所有类型的安全装置，以及旨在支持或维持生命的其他应用。华冠半导体将不承担产品在这些领域"不安全的使用"造成的后果，使用方需自行评估及承担风险，因使用方超出该产品适用领域使用所产生的一切问题和责任、损失由使用方自行承担，与华冠半导体无关，使用方不得以本协议条款向华冠半导体主张任何赔偿责任，若因使用方这种"不安全的使用"行为造成第三方向华冠半导体提出索赔，使用方应赔偿由此给华冠半导体造成的损害和责任。

华冠半导体所生产半导体产品的性能提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做出任何明示或暗示的担保，测试和其他质量控制技术的使用只限于华冠半导体的质量保证范围内。每个器件并非所有参数均需要检测。

华冠半导体的文档资料，授权您仅可将这些资源用于研发本资料所述的产品的应用。您无权使用任何其他华冠半导体知识产权或任何第三方知识产权。严禁对这些资源进行其他复制或展示，您应全额赔偿因在这些资源的使用中对华冠半导体及其代理造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，华冠半导体对此概不负责。