

带关断选择的 1 瓦全差分音频功率放大器

--- AX4894

概述

AX4894 是一款全差分音频功率放大器，主要用于移动电话和其他便携式通讯设备工具。使用 5V 的直流电压，在 8Ω 的 BTL 负载上具有传输 1W 的连续平均输出功率的能力，THD+N 少于 1%。

AX4894 音频功率放大器是为使用尽可能小的外部组件来提供高质量的输出功率而专门设计的。AX4894 不需要外部的输出耦合电容或自举电容，所以非常适用移动电话和其他低压应用，这些应用中的主要要求是功耗尽可能小。

AX4894 的主要特征是关断模式下功耗低。通过模式选择，关断引脚的电平为高电平或低电平即可进入关断模式。

AX4894 包含先进的开关噪声抑制电路，它可以消除在开关转变过程中产生的噪声。

AX4894 的单位增益是稳定的，它可以通过设置外部的增益电阻来配置。

主要规范

- | | |
|--------------------------|------------|
| ■ 在 217Hz 的电源抑制比本 | 80dB (典型) |
| ■ 在 5.0V 电压，THD=1%下的输出功率 | 1.0W (典型) |
| ■ 在 3.3V 电压，THD=1%下的输出功率 | 400mW (典型) |
| ■ 关断电流 | 0.1μA (典型) |

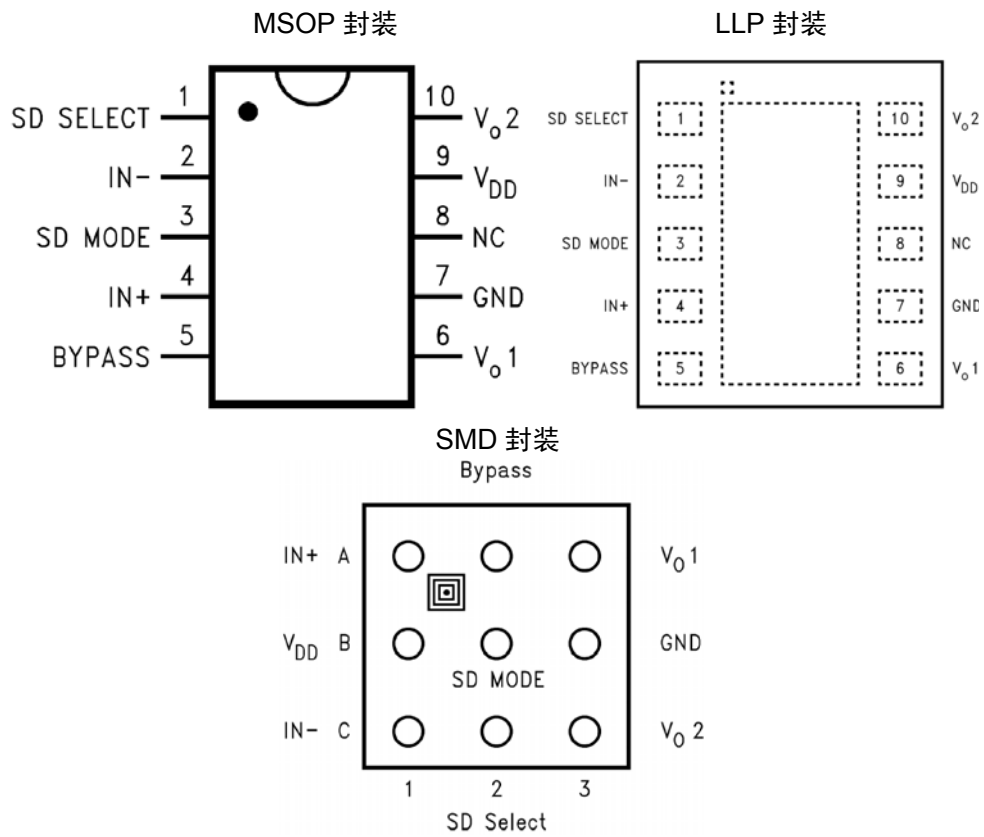
特征

- 全差分放大器
- 可用于小的封装如 SMD, MSOP, LLP 等
- 关断模式下的电流极低
- 可驱动 500μF 的电容负载
- 在开关转换中改进的开关噪声抑制电路消除噪声
- 工作于 2.2—5.5V
- 不需要输出耦合电容，自举电容和缓冲网络
- 稳定的单位增益
- 外部增益设置可调
- 关断电平可以选择高或低
- 高的共模抑制比

应用

- 移动电话
- PDAs
- 便携式电子设备

管脚配置



功能框图

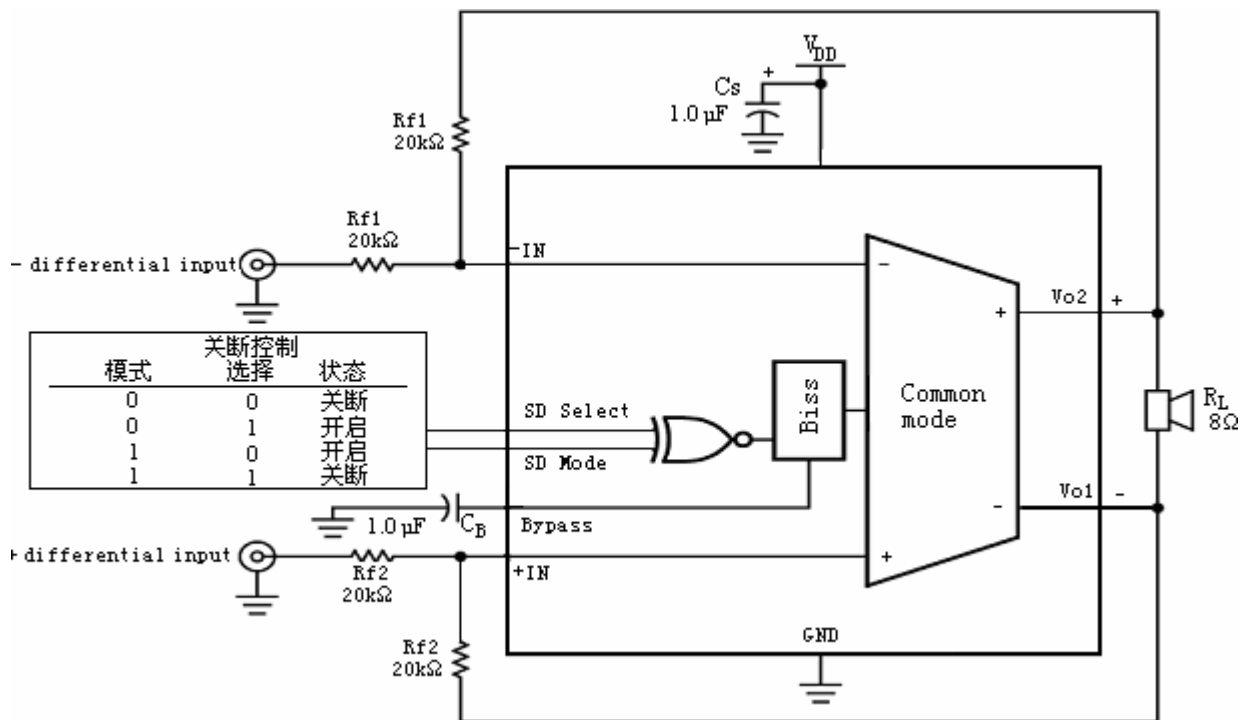


图 1. 典型音频功率放大器应用电路

极限参数(注释 2)

| 参数 | 值 | 参数 | 值 | |
|----------------|-----------------------|------|---------------------------|---------|
| 工作电压 | 6.0V | 温度范围 | -40°C到+85°C | |
| 输入电压 | -0.3V 到 $V_{DD}+0.3V$ | 电压范围 | 2.2V 到 5.5V | |
| 存储温度 | -65°C到+150°C | 热阻 | θ_{JC} (LLP) | 12°C/W |
| 功耗(注释 3) | 内部限制 | | θ_{JA} (LLP) | 63°C/W |
| ESD 人体模式(注释 4) | 2000V | | θ_{JA} (Micro SMD) | 220°C/W |
| ESD 机器模式(注释 5) | 200V | | θ_{JC} (MSOP) | 56°C/W |
| 结温 | 150°C | | θ_{JA} (MSOP) | 190°C/W |

电气参数 $V_{DD}=5V$ (注释 1,2,8)

除非特殊说明,以下应用于 $V_{DD}=5V$, $A_V=1$, $T_A=25^\circ C$ 和 8Ω 负载的情况。

| 符号 | 参数说明 | 条件 | AX4894 | | 单位 |
|----------|----------|-------------------------------|---------------|---------------|---------|
| | | | 典型值 (注释 6) | 最大值 (注释 7) | |
| I_{DD} | 静态电流 | $V_{IN}=0V$, $I_O=0A$ | 4 | 8 | mA (最大) |
| I_{SD} | 关断电流 | shutdown=GND | 0.1 | 1 | mA (最大) |
| P_O | 输出功率 | THD+N=1%(最大); f=1kHz | | | W(最小) |
| | | AX4894, $R_L=4\Omega$ (注释 11) | 1.4 | | |
| | | AX4894, $R_L=8\Omega$ | 1 | 0.850 | |
| THD+N | 总谐波失真+噪声 | $P_O=0.4Wrms$;f=1kHz | 0.1 | | % |
| PSRR | 电源抑制比 | $V_{ripple}=200mv$ sine P-P | | | dB (最小) |
| | | f=217Hz(注释 9) | 87 | | |
| | | f=1KHz(注释 9) | 83 | | |
| | | f=217Hz(注释 10) | 83 | 63 | |
| CMRR | 共模抑制比 | f=1KHz(注释 10) | 80 | | dB |
| | | f=217Hz | 50 | | |

电气参数 $V_{DD}=3V$ (注释 1,2,8)

除非特殊说明,以下应用于 $V_{DD}=3V$, $A_V=1$, $T_A=25^\circ C$ 和 8Ω 负载的情况。

| 符号 | 参数说明 | 条件 | AX4894 | | 单位 |
|----------|----------|-----------------------------|---------------|---------------|--------------|
| | | | 典型值 (注释 6) | 最小值 (注释 7) | |
| I_{DD} | 静态电流 | $V_{IN}=0V$, $I_O=0A$ | 3.5 | 6 | mA (最大) |
| I_{SD} | 关断电流 | shutdown=GND | 0.1 | 1 | μA (最大) |
| P_O | 输出功率 | THD+N=1%(最大); f=1kHz | 0.35 | | W |
| THD+N | 总谐波失真+噪声 | $P_O=0.25Wrms$;f=1kHz | 0.325 | | % |
| PSRR | 电源抑制比 | $V_{ripple}=200mv$ sine P-P | | | dB |
| | | f=217Hz(注释 9) | 87 | | |
| | | f=1KHz(注释 9) | 83 | | |
| | | f=217Hz(注释 10) | 80 | | |
| CMRR | 共模抑制比 | f=1KHz(注释 10) | 78 | | dB |
| | | f=217Hz | 49 | | |

电气参数 $V_{DD}=3V$ (注释 1,2,8)

以下规格要求 $V_{DD}=3V$, $A_v=1$, $T_A=25^\circ C$ 和 8Ω 负载, 除非另有说明。

注释1 : 除非另有说明, 否则所有电压将以地为参照。

注释2 : 绝对最大额定值是指器件可能发生损害的界限, 操作额度是指设备工作条件, 但不能保证特殊的性能界限。在保证特定的工作范围的精确测试条件下, 电学特性规定了直流和交流的电学规格, 这时认为设备就是在工作额度内。

注释3 : 当温度升高时必须降低最大功耗, 最大功耗可用 T_{JMAX}, θ_{JA} 和环境温度 T_A 来确定。最大允许功耗为: $P_{DMAX} = (T_{JMAX}-T_A) / \theta_{JA}$ 或绝对最大额定值中给出的数值。

注释4 : 对于人体模型, $100PF$ 电容通过 $1.5k\Omega$ 电阻放电。

注释5 : 对于机器模式, $220pF$ - $240pF$ 电容通过所有引脚放电。

注释6 : 标准被定在 $25^\circ C$, 以代表参数规格。

注释7 : 数据规格限制的最小/最大值是通过设计, 测试, 统计分析来规定的。

注释8 : 仅对于 SMD 器件, 关断电流是在一个普通的环境下测量的。受阳光直接照射, 会增加 I_{SD} , 最高可达 $2\mu A$ 。

注释9 : 没有输入电阻。

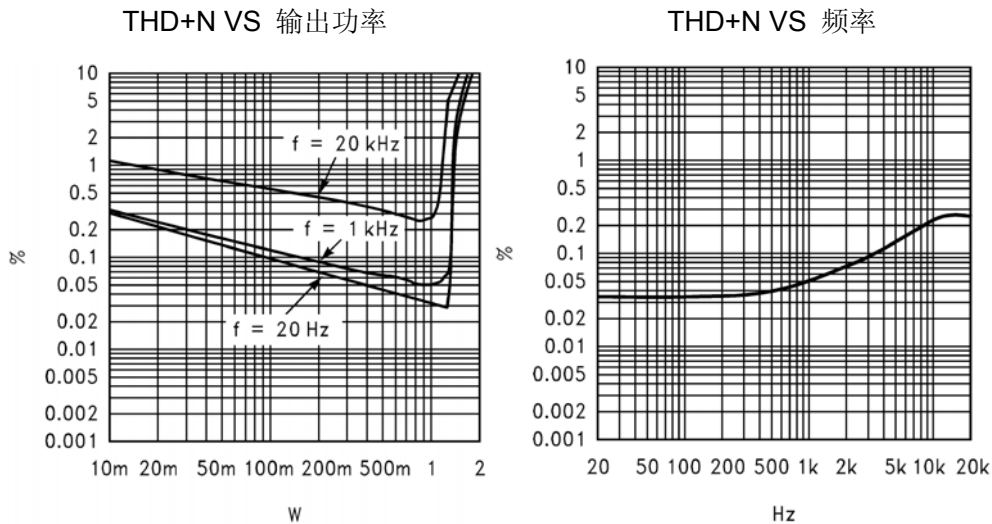
注释10 : 10Ω 输入电阻。

注释11 : 当电源电压为 $5V$, 驱动负载为 4Ω 时, $AX4894$ 必须安装到一个电路板上。

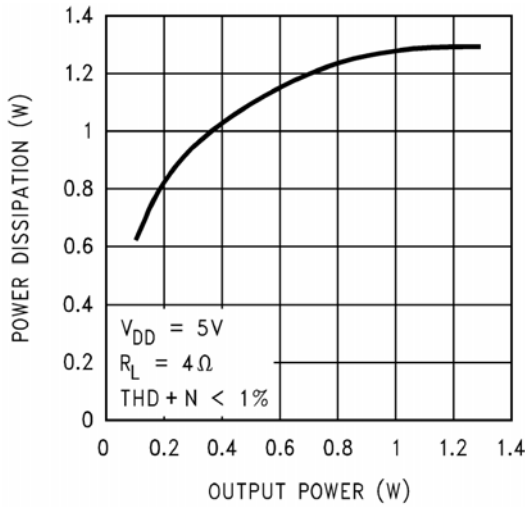
外部元件描述 (图 1)

| 元件 | 功能描述 |
|----|----------------------------------|
| 1 | R_i 反向输入电阻, 与 R_f 共同设置闭环增益。 |
| 2 | R_f 反馈电阻, 和 R_i 一起设置闭环增益。 |
| 4 | C_S Bypass 电容, 滤掉电源的纹波。 |
| 5 | C_B Bypass 电容, 提供 $1/2$ 的工作电压。 |

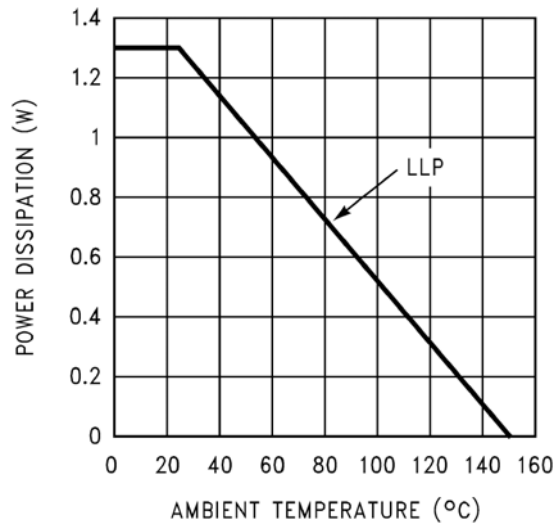
典型性能特征(LLP 封装具体特征)



功耗 VS 输出功率



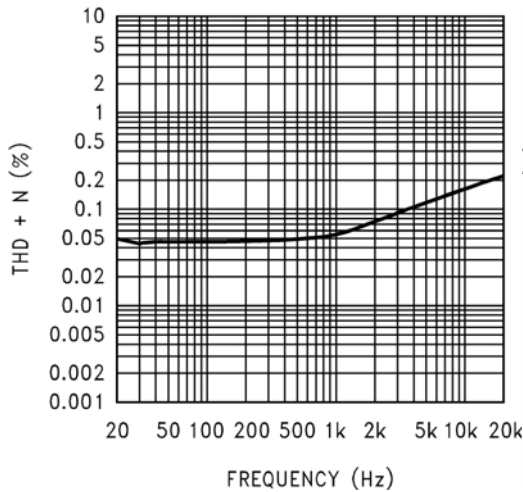
功率下降曲线



非 LLP 封装具体特征

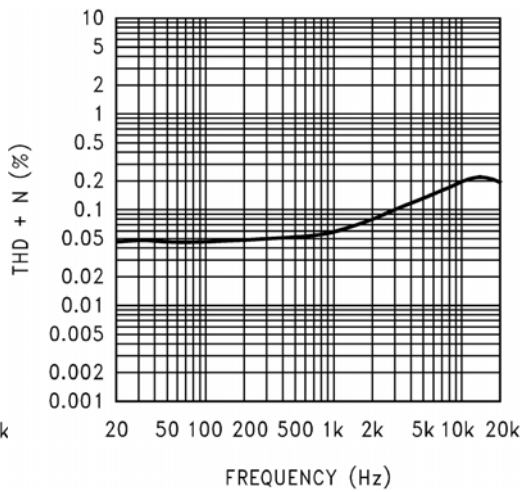
THD+N VS 频率

VDD=5V, RL =8Ω, PWR=400mW



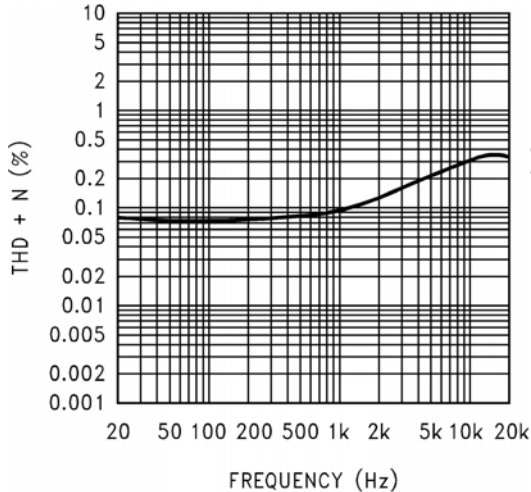
THD+N VS 频率

VDD=3V, RL =8Ω, PWR=250 mW



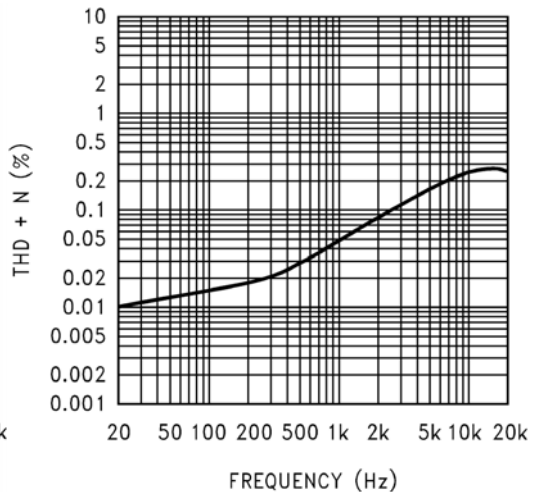
THD+N VS 频率

VDD=3V, RL =8Ω, PWR=225mW

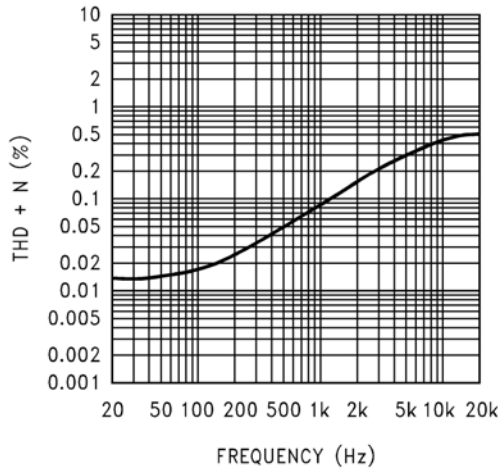


THD+N VS 频率

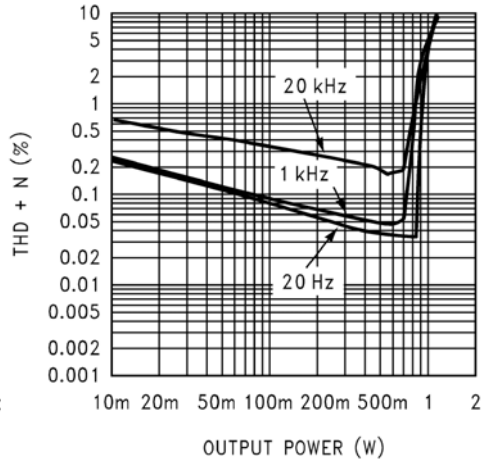
VDD=2.6V, RL =8Ω, PWR=150mW



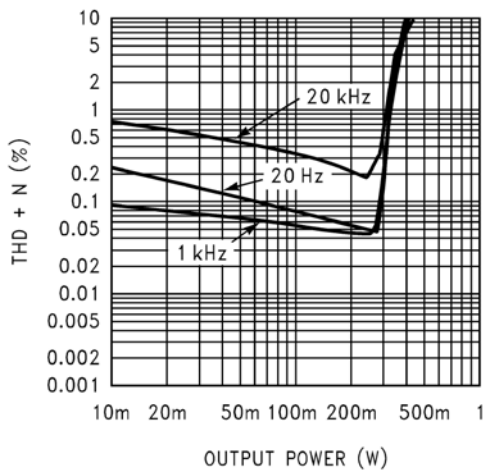
THD+N VS 频率
VDD=2.6V, RL =4Ω,PWR=150mW



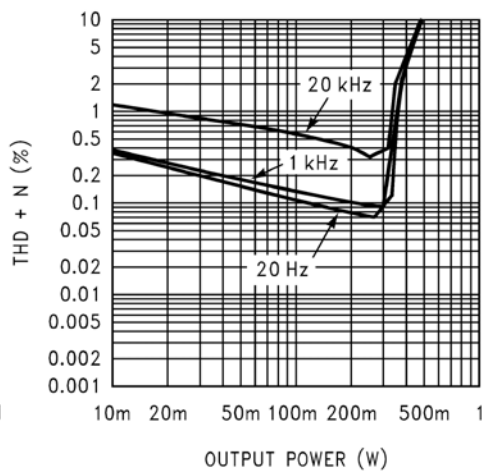
THD+N VS 输出功率
VDD=5V, RL =8Ω



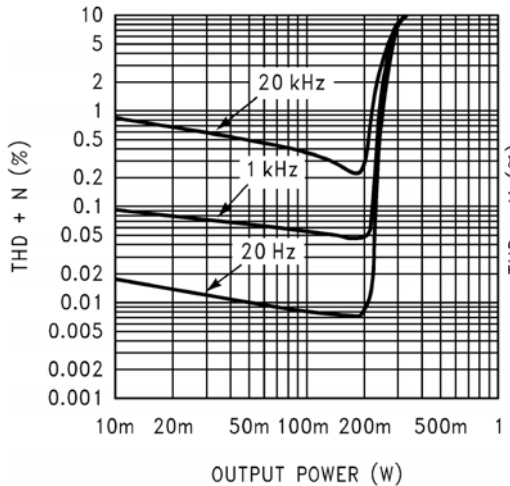
THD+N VS 输出功率
VDD=3V, RL =8Ω



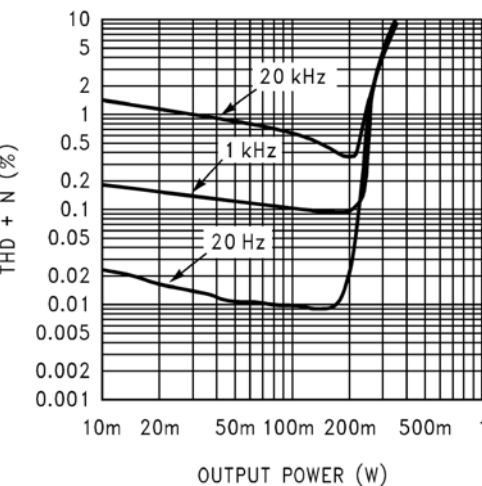
THD+N VS 输出功率
VDD=3V, RL =4Ω



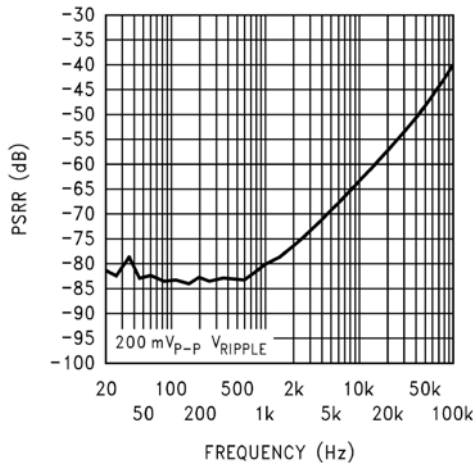
THD+N VS 输出功率
VDD=2.6V, RL =8Ω



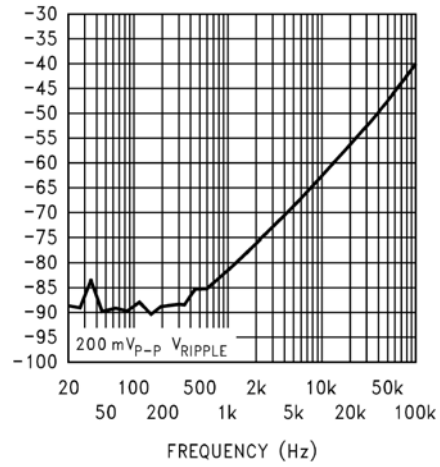
THD+N VS 输出功率
VDD=2.6V, RL =4Ω



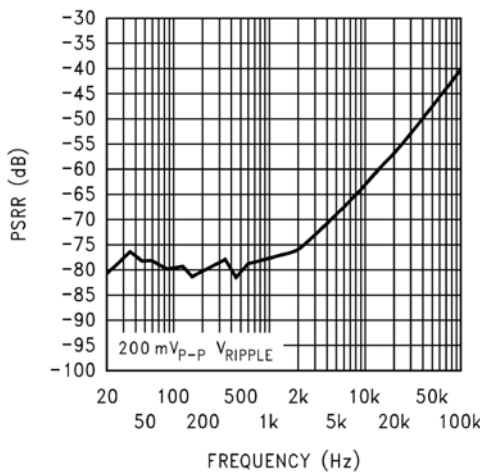
电源抑制比
VDD=5V, 10Ω 输入电阻



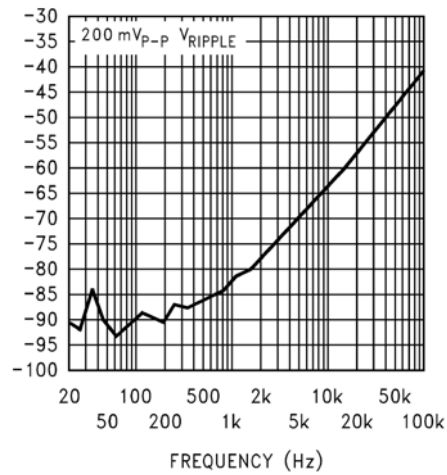
电源抑制比
VDD=5V, 输入悬浮



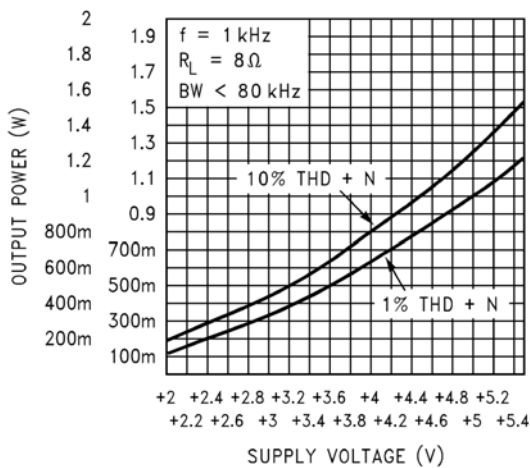
电源抑制比
VDD=3V, 10Ω 输入电阻



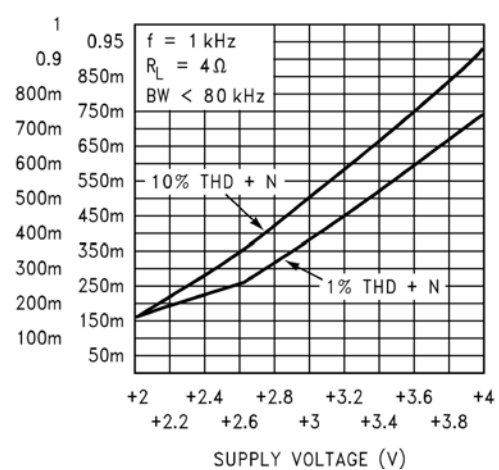
电源抑制比
VDD=3V, 输入悬浮



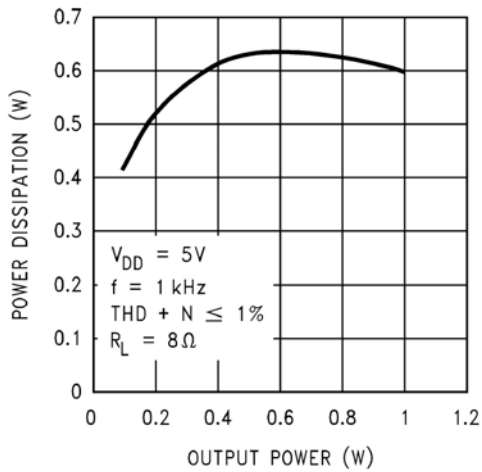
输出功率 VS 供应电压



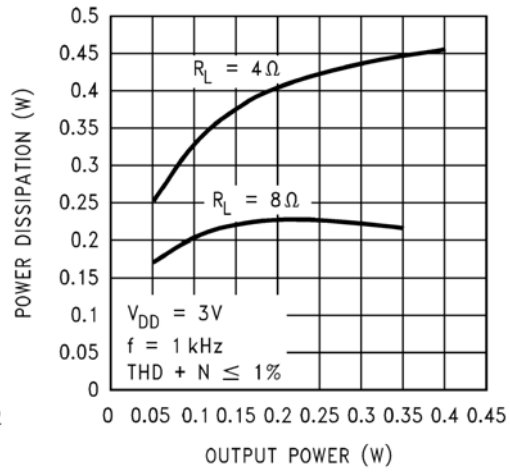
输出功率 VS 供应电压



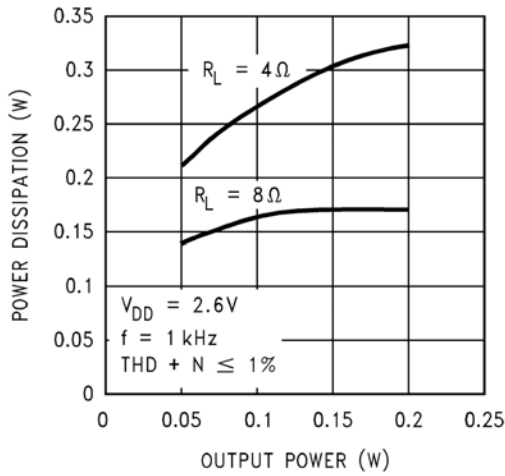
功耗 VS 输出功率



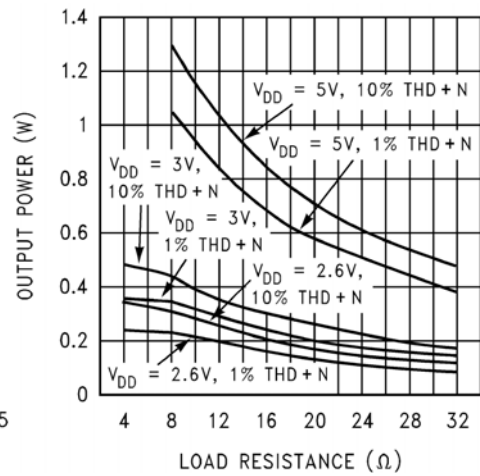
功耗 VS 输出功率



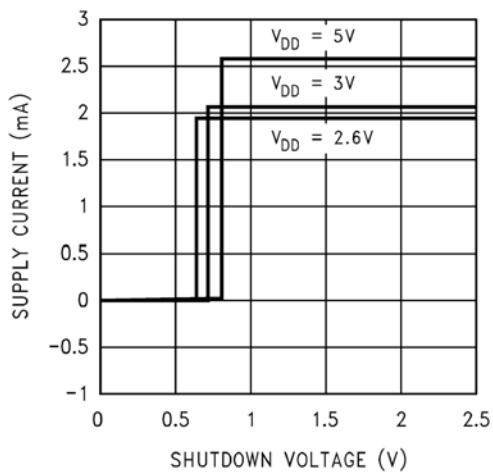
功耗 VS 输出功率



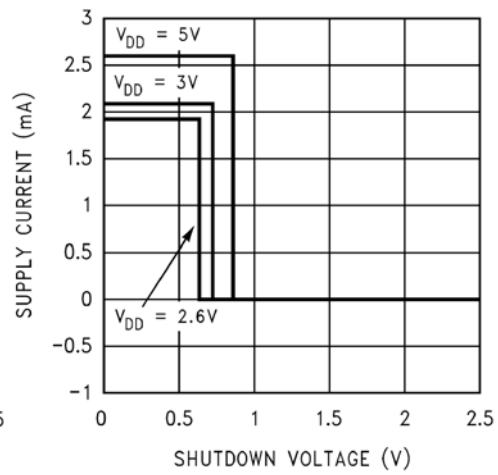
输出功率 VS 电阻负载



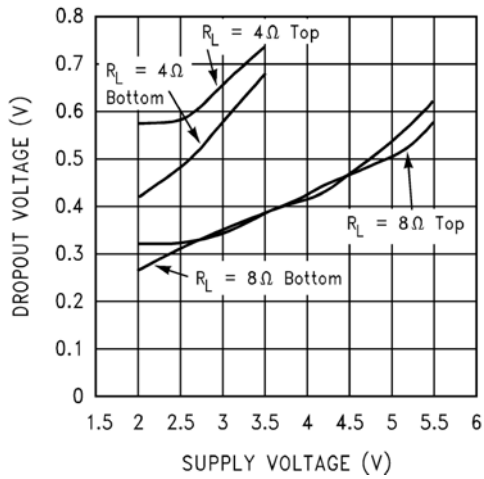
供应电流 VS 低电平关断电压



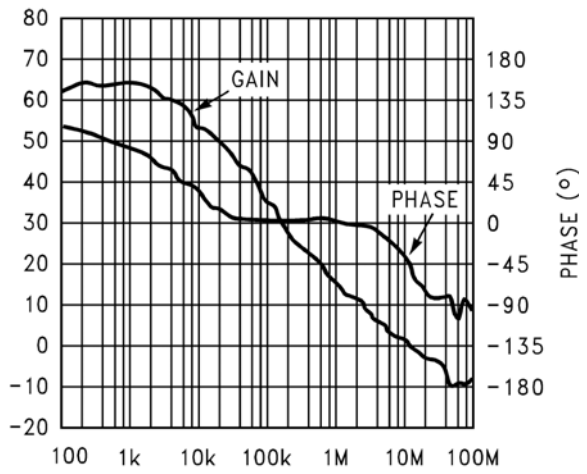
供应电流 VS 高电平关断电压



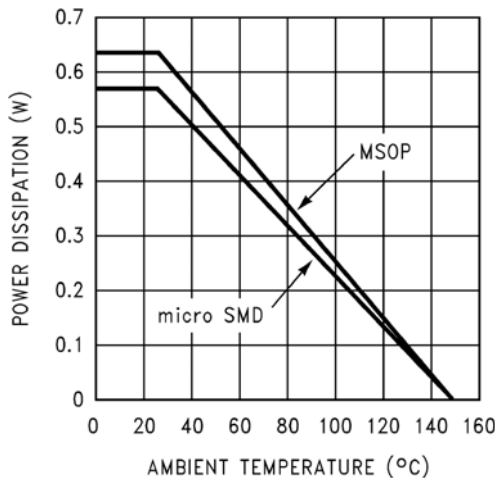
截取电压 VS 电源电压



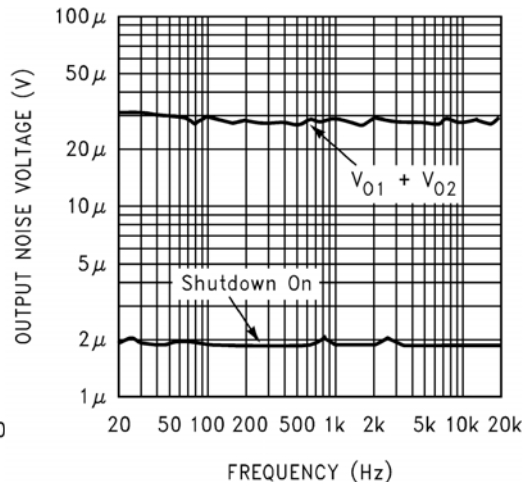
开环频率特性



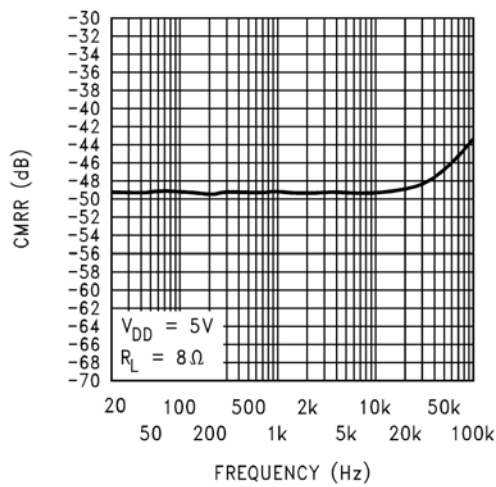
功率下降曲线



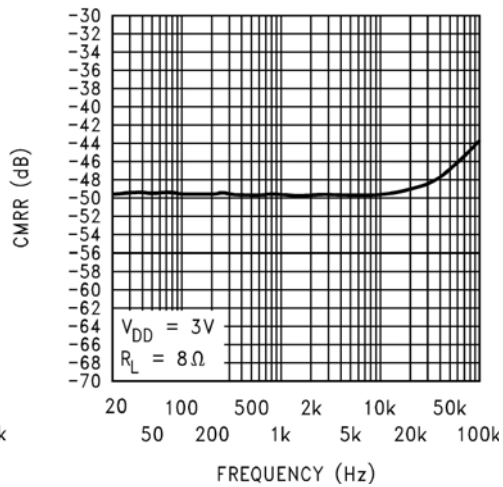
噪声曲线

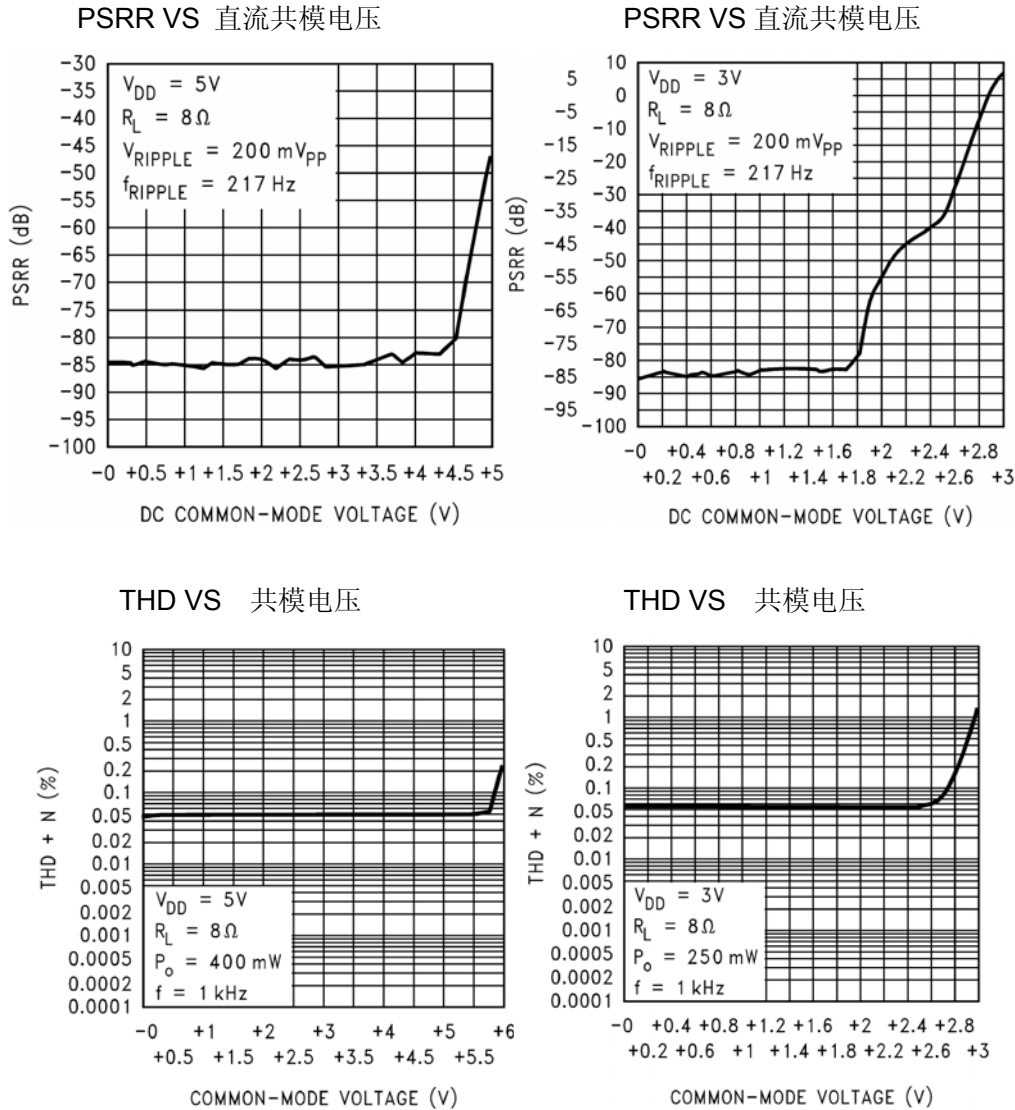


输入 CMRR VS 频率



输入 CMRR VS 频率





应用说明

差分放大器说明

AX4894 是一个全差分音频放大器，特点是有差分的输入、输出级。其内部是由二块电路组成：一个差分放大器和一个共模反馈放大器。共模反馈放大器调节输出电压并使其均值维持在 $V_{DD}/2$ 。当设置差分增益的时候，放大器可以被看作两个半电路。每个半电路都使用了一个输入和一个反馈电阻(R_{i1} and R_{F1})来设置它们各自的闭环增益(参见图 1)。当 $R_{i1}=R_{i2}$ 、 $R_{F1}=R_{F2}$ 时，各半电路的增益被设置在 $-R_F/R_i$ 。这产生了一个差分增益，其大小为：

$$A_{VD} = -R_F/R_i \quad (1)$$

为了达到最好的放大效果，各输入电阻之间以及各反馈电阻之间的匹配是相当重要的(在**正确选择外部元件**部分有更多介绍)。从某种意义上来说，差分放大器的作用就是使二个输入信号之间的差值被放大。在多数应用中，要求输入信号之间有 180° 的相位差。然而，**AX4894** 在仍然保留它全差分优点的前提下，还能被用作单端输入放大器。实际上，完全非相关信号也能设置在输入引脚上。**AX4894** 可以简单地放大它们它们的差分信号。图 2 和 3 显示了 **AX4894** 单端应用。它仍然利用了放大器的差分本质，电源电压抑制比和共模减小噪声。

单端或全差分应用均提供了BTL。这导致输出信号 V_{o1} 和 V_{o2} 之间有 180° 的相位差。桥式工作是不同于在放大器输出与地之间连接负载的单端输出的结构。相对于单端结构，桥式放大器设计有明显的优点：它给负载提供差分驱动，这样它使最大输出的摆幅加倍。在相同条件下，输出功率可能是单端输出放大器的四倍。达到这

样的输出功率是在假设放大器没有电流限制或削减的情况下，若要选择一个放大器的闭环增益且不造成过量的削减，请参见**音频功率放大器的设计**部分。

桥式结构，譬如 AX4894，与单端输出的放大器相比还有第二个优点。假设输入电阻对和反馈电阻对是完全匹配的，因为差动输出 V_{O1} 和 V_{O2} 由单端输入偏置，所以没有多余的直流电压加在了负载上（参照**正确选择外部元件**部分）。BTL 结构也消除了单电源、单端放大结构对输出耦合电容的需要，而输出耦合电容在单端输入单端输出的放大器结构中是必需的。如果没有输出耦合电容，加在负载上的半输入偏置会造成内部 IC 功耗的增加，也可能造成喇叭的损坏。

裸露DAP封装PCB装置考虑事项

裸露DAP封装使管芯和PCB板间产生一个小功耗热阻效应，产生的热量迅速传递到周围的PCB板上的铜线、整个板面，甚至传递到外界如空气中，导致在 $THD \leq 1\%$ 、负载为 4Ω 时低压音频功率放大器产生 $1.4W$ 的功率，所以想完成获取高质量的输出功率的功率放大器则必须仔细考虑必要的热阻效应。尽管有必要的热关断保护，但热阻效应处理不好则得不到高质量的输出功率。

LD封装焊接到PCB上的铜衬垫，该铜衬垫连接到一片较大完整的铜平面，铜面会吸收大量管芯产生的热量同时也向外界散热。吸收大量热量的铜片可外置于双面PCB板或内部有两层以上的电路板。在散热片上有 $4(2 \times 2)$ 个散热孔，孔直径为 $0.012in \sim 0.013in$ ，倾斜度 $0.05in$ ，确保散热孔较好的散热率。

用大铜面散热能达到最好的热阻性能，如果散热片和放大器共用同一层PCB板，当负载为 4Ω 工作电源为 $5V$ 时则最小需要 $2.5in^2$ 面积的散热片。不放在同一PCB层的AX4894在相同的负载和工作电压下则需 $5in^2$ 。这些都是 $25^\circ C$ 的环境温度下的推荐值，如环境温度高于 $25^\circ C$ 则需增大散热片的面积来补偿。在所有条件中，连接温度必须控制在 $150^\circ C$ 以下以防止AX4894的热敏关断保护。从AX4894的功率特征曲线图中可见该芯片的功耗与环境温度成正比。

驱动 3Ω 和 4Ω 负载时 PCB 布局及补偿调节考虑事项

在有阻抗的负载两端加上交流电压可产生功耗，当负载减小时，负载的功耗增大并随运算放大器输出端和负载间的连线（PCB连线和金属连线）而变化。余下的很小的内部阻抗消耗微量电压，这是我们不想要的。比如， 0.1Ω 的内部阻抗可使 4Ω 负载的功率从 $1.4W$ 减小到 $1.37W$ 。当负载阻抗减少时，负载功耗减少的问题加重。所以，为能得到高质量的输出功率和较宽的工作频率，PCB中输出端与负载的连接应尽量宽。相反，小功率补偿调节影响最大输出功率。当负载电流增大时小电压输出补偿减小。减小供给电压会减少净空高度、降低输出信号速度和减小输出功率。甚至当及时调节工作电压时内部阻抗产生的效果与较小的工作电压产生的效果也一样。因此，尽可能使PCB连线足够宽以便能保证输出的电压较理想。

功耗

要设计一个成功的放大器，无论这个放大器是桥式还是单终端式，功耗都应该重点考虑。等式（2）表明单终端放大器在给定电源电压、驱动一定的负载时最大输出功率为：

$$P_{D_{MAX}} = (V_{DD})^2 / (2\pi^2 R_L) \quad (\text{单终端}) \quad (2)$$

然而，桥式放大器中传递给负载的功率增大也导致内部功耗的增加。桥式工作模式的最大内部功耗是单终端模式的4倍。等式（3）表明桥式放大器在给定 $5V$ 电源电压、驱动 8Ω 的负载时最大输出功率为 $625mW$ 。

$$P_{D_{MAX}} = 4 \times (V_{DD})^2 / (2\pi^2 R_L) \quad (\text{桥式}) \quad (3)$$

从等式（3）中计算得的最大功耗点一定不会比等式（4）的功耗点大：

$$P_{D_{MAX}} = (T_{J_{MAX}} - T_A) / \theta_{JA} \quad (4)$$

AX4894 的热阻 θ_{JA} 在 MSOP10 封装是 $190^\circ C/W$ 。 T_A 是根据系统周围的环境温度确定的，所以等式（4）可用以决定由 IC 组件支持的最大内部功耗。如果等式（3）的结果大于等式（4），通过减小工作电压或提高负载阻抗达到减小最大结温，再进一步可通过环境温度补偿来实现。在许多情况下，靠近输出、VDD、GND 引脚的较大路径能被用来降低 θ_{JA} 。大面积的铜提供了散热从而允许了更大的功耗。在电源电压为 $5V$ 、负载为 8Ω

的典型应用中，在不影响最大结温度的前提下，最大环境温度近似是 30℃，此时器件运行在最大功耗点附近。由于内部功耗是输出功率的函数，当输出功率减小时，环境温度可进一步提高。如果在典型运行中器件不是在最大功耗点附近，AX4894 还能运行在一个更高的环境温度下（参见**典型性能特征**获取功耗信息）。

电源旁路

对于任何功率放大器，适当的电源旁路对于低噪声性能和高电源抑制是非常关键的。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，降低输入噪声和改善电源瞬态响应，尽管如此也不能去掉 AX4894 旁路中电源与地间的 1.0μF 的钽电容，而且这个钽电容不能用陶瓷电容替代，否则输出信号就不太稳定。在电源和地间连接电容的导线及内部连线应尽可能缩短。在管脚 BYPASS 与地间连接一个 1μF 的电容 CB 可改善内部偏置电压的稳定性和提高放大器的抑制比 PSRR，当 CB 增大时 PSRR 也随之提高，但 CB 增加太大则会影响放大器的降噪性能。旁路电容的选择，特别是 CB，依赖于低频 PSRR、降噪性能（参见“外部器件的正确选取”部分）、系统成本和尺寸等条件。

关断功能

在不使用的时候，为了减小功率消耗，AX4894 含有关断电路，这个关断电路用来关闭放大器的偏置电路。此外，AX4894 包含一个关断模式的引脚（只有 LD 和 MH 封装），允许设计者指明该部分是在高电平逻辑信号关断还是在低电平逻辑信号关断。这使得设计者在器件使用上有最大程度的灵活性，因为关断模式引脚可以简单地永久地连到 V_{DD} 或 GND 上，来分别地设置 AX4894 是一个高电平关断器件还是一个低电平关断器件。器件可以通过把关断引脚连接到和关断模式引脚相同状态来设置关断模式。因为无论何时两个引脚处于相同的逻辑状态时，AX4894 进入关断模式，因为这个简单的理由，称其为“关断相同”。关断引脚应当连到明确的电压上，以免出现我们不希望的不定状态。

在很多应用中，微控制器和微处理器输出被用来控制关断电路，它提供了快速流畅地到关断的转变。另一个方案是使用一个与外部上拉电阻（或下拉电阻，取决于应用在高电平关断还是低电平关断）相连接的单掷开关。这个方案保证了关断引脚不会悬空，因此防止了出现我们不希望的不定状态。

正确选择外部元件

适当的选取外部组件可优化 AX4894 的性能，所以增大外部组件的容差可使 AX4894 能更好的工作，优化外部组件的取值达到最佳性能。

AX4894 的整体增益稳定，使设计师的设计机动性很大，可根据不同的应用需求从外部配置电路的整体增益。这使得放大器具备最小的 THD+N 和最大的 SNR。这两个参数与闭环增益的提高互相抑制。然而，低增益时要想输出功率最大则需输入信号的摆幅较大。大部分信号源如多媒体数字音频信号源提供的输出电压为 1V_{rms}。关于选择适当的增益其更多的信息请参见“**音频功率放大器的设计**”部分。

当使用典型应用作为一个全差分功率放大器 AX4894，此时不需要输入耦和电容器，直流共模电压小于 V_{DD}。正确输入共模电压电平，实际上是 V_{DD}、R_i 和 R_f 的作用，得到等式 5：

$$V_{CMi} < (V_{DD} - 1.2) * (R_f + (R_i) / (R_f)) - V_{DD} * (R_i / 2R_f) \quad (5)$$

$$V_{CMi} < (V_{DD} - 1.2) * (R_f + (R_i) / (R_f)) - V_{DD} * (R_i / 2R_f) \quad (6)$$

特别注意反馈电阻 RF1 和 RF2 的互相匹配以及输入电阻 Ri1 和 Ri2 的互相匹配(参见图 1)，由于差分放大器自身的特性，电阻的失配将会导致负载上有直流电流通过。这种直流电流将会产生额外的功耗、降低电源抑制比、甚至还有可能损坏扬声器。下表是在假设输入电阻完全匹配的情况下反馈电阻不匹配而产生的直流的情况统计。以下结果是在图 1 的应用环境下得到的，此时 V_{DD} = 5V，R_L = 8Ω，且系统的所有直流输入全部接地。

| Tolerance | R _{F1} | R _{F2} | V _{O2} -V _{O1} | I _{LOAD} |
|-----------|-----------------|-----------------|----------------------------------|-------------------|
| 20% | 0.8R | 1.2R | -0.500V | 62.5mA |
| 10% | 0.9R | 1.1R | -0.250V | 31.25mA |
| 5% | 0.95R | 1.05R | -0.125V | 15.63mA |
| 1% | 0.99R | 1.01R | -0.025V | 3.125mA |
| 0% | R | R | 0 | 0 |

如果输入电阻不匹配，系统将会产生类似的结果。在信号源和输入电阻之间增加耦合电容将解决这个问题，然而，为了用最少数量的器件取得最佳的性能表现，强烈推荐使用反馈和输入电阻匹配容差小于 1%。

规格：音频功率放大器的设计

设计一个 8Ω 负载 1W 功率的音频放大器

| | |
|------|-------------------|
| 输出功率 | 1W _{rms} |
| 负载阻抗 | 8Ω |
| 输入电平 | 1V _{rms} |
| 输入阻抗 | 20kΩ |
| 带宽 | -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。一种方法是从“典型性能特性”部分中的“输出功率-电源电压”曲线图，可以很容易推出电源范围。确定所需电源范围的第二种方式是给定负载阻抗时用等式 (7) 计算所需的 V_{OPEAK} 。为了估算放大器的内部消耗电压，基于特征性能“消耗电压-电源电压”曲线图，根据等式 (7) 得到的结果必须外加两个电源电压以补偿。这样，工作电压如等式 (9) 的所示结果。

$$V_{OPEAK} = \sqrt{(2R_L P_o)} \quad (7)$$

$$V_{DD} \geq (V_{OPEAK} + (V_{DO TOP} + V_{DO BOT})) \quad (8)$$

从“输出功率-电源电压”曲线图中可见负载为 8Ω 时最小工作电源电压为 5V。额外的电源电压产生动态空间，允许 AX4894 产生一个峰值超过 1W 而没有断碎的可听失真信号。同时设计者必须选定电源电压和输出阻抗不能超过在“功耗”部分所阐述的条件。

一旦功耗因素满足条件后，所要求的差动增益就可由等式 (9) 确定。

$$A_{VD} \geq \sqrt{(R_L P_o)} / (V_{IN}) = V_{orms} / V_{inrms} \quad (9)$$

$$R_f / R_i = A_{VD}$$

由等式 (9) 得最小的 $A_{VD} = 2.83$ ，由于要求输入阻抗为 20kΩ， R_f 与 R_i 的比率为 2.83 : 1，由此可得 R_f 的值是 60kΩ。

最后的设计是确定 -3dB 频率带宽规格。要达到放大 ±0.25dB 的大量音频信号，则要求低频响应至少扩充了最低带宽频率限制点的 1/5 或最高带宽频率限制点的 5 倍，当带宽限制为 0.17dB 时，能满足这两个要求，这比所要求的 ±0.25dB 要好。这就使得低频和高频极点分别为

$$f_L = 100\text{Hz} / 5 = 20\text{Hz}$$

$$\text{和 } f_H = 20\text{kHz} * 5 = 100\text{kHz}$$

产品的高频极值 f_H (在此例中为 100kHz) 和差动增益 A_{VD} 决定高频响应的频率点。当 $A_{VD} = 2.83$, $f_H = 100\text{kHz}$ 时，可得闭环增益带宽 (GBWP) 是 150kHz，这比 AX4894 的 10MHz 的 GBWP 小得多。这个容限范围表明，该放大器也适用于要求更多差动增益且具备消除带宽限制的特征。

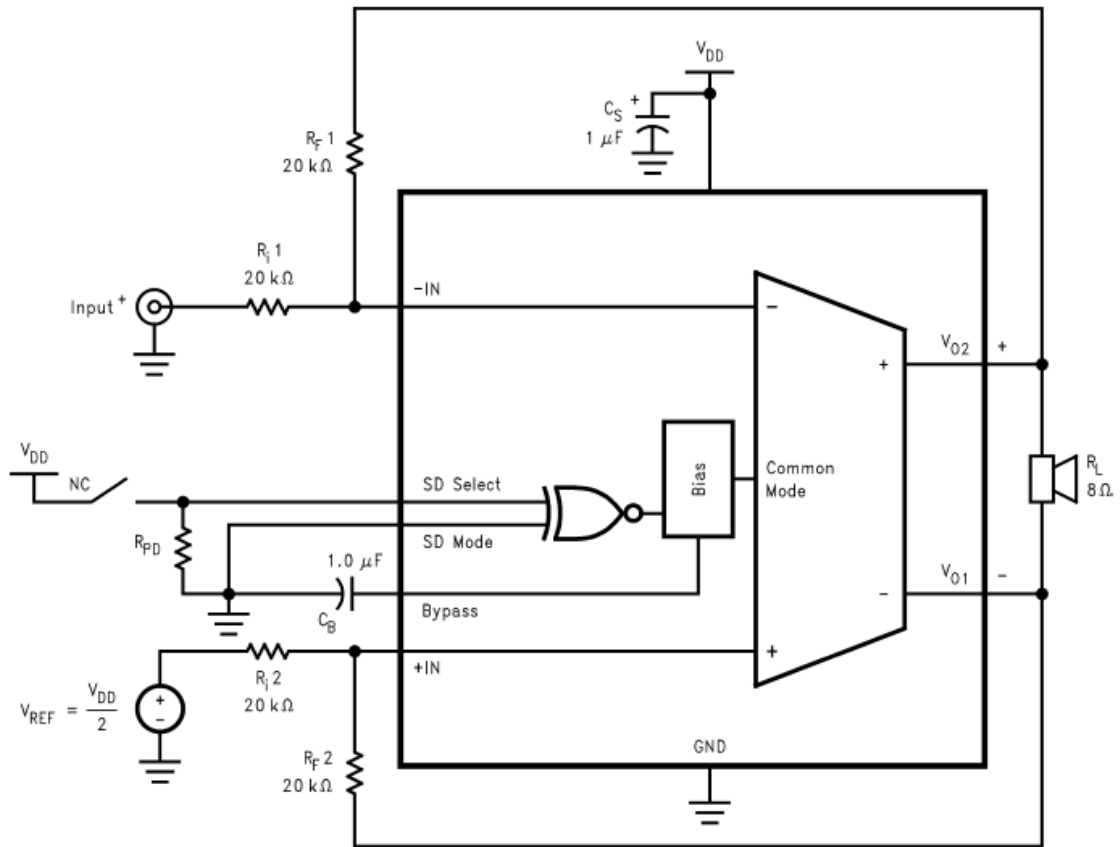


图 2. 单端输入，低电平关断

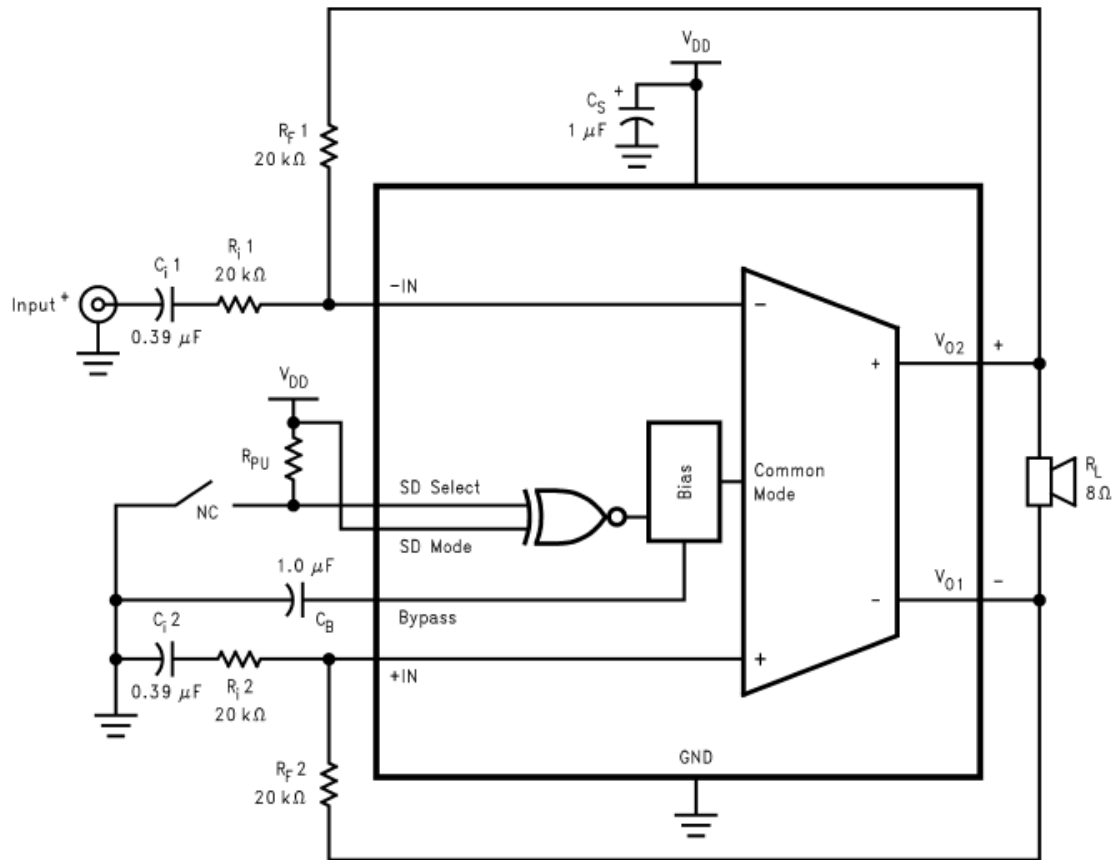
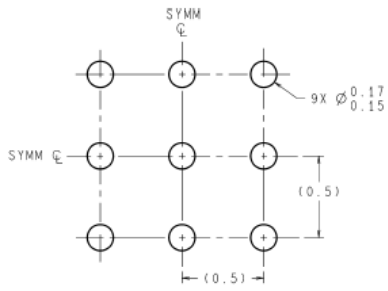


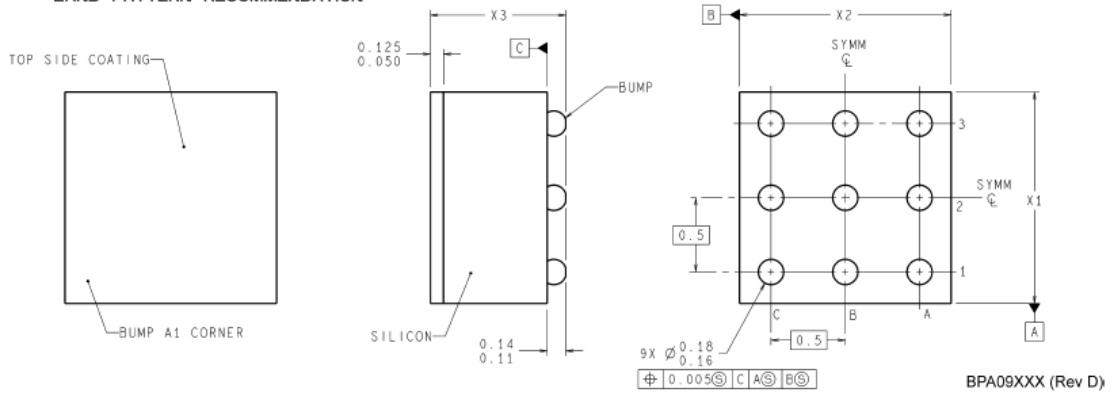
图 3. 单端输入，高电平关断

封装信息



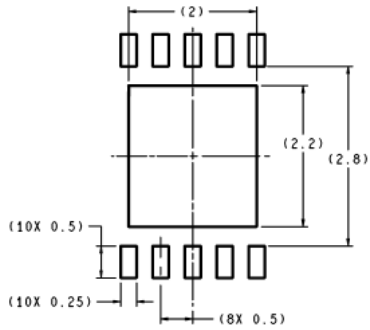
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

LAND PATTERN RECOMMENDATION

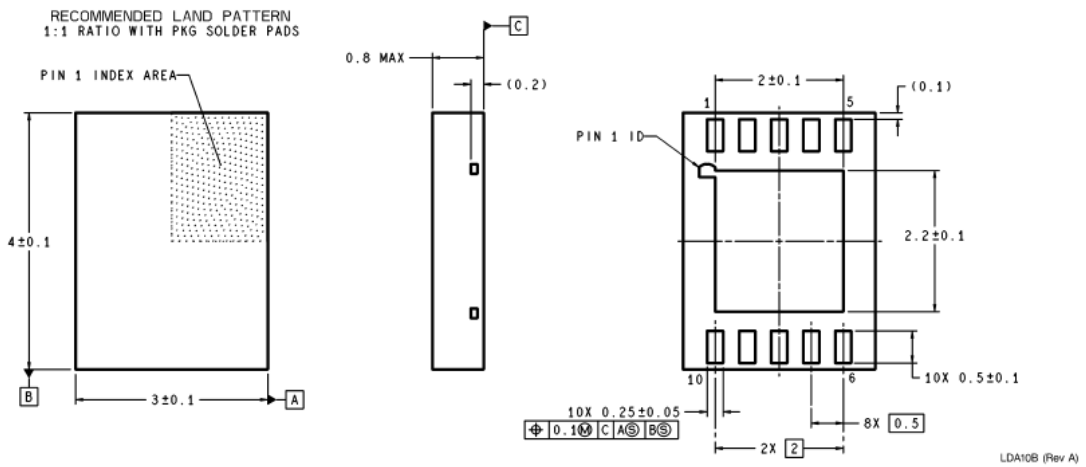


SMD

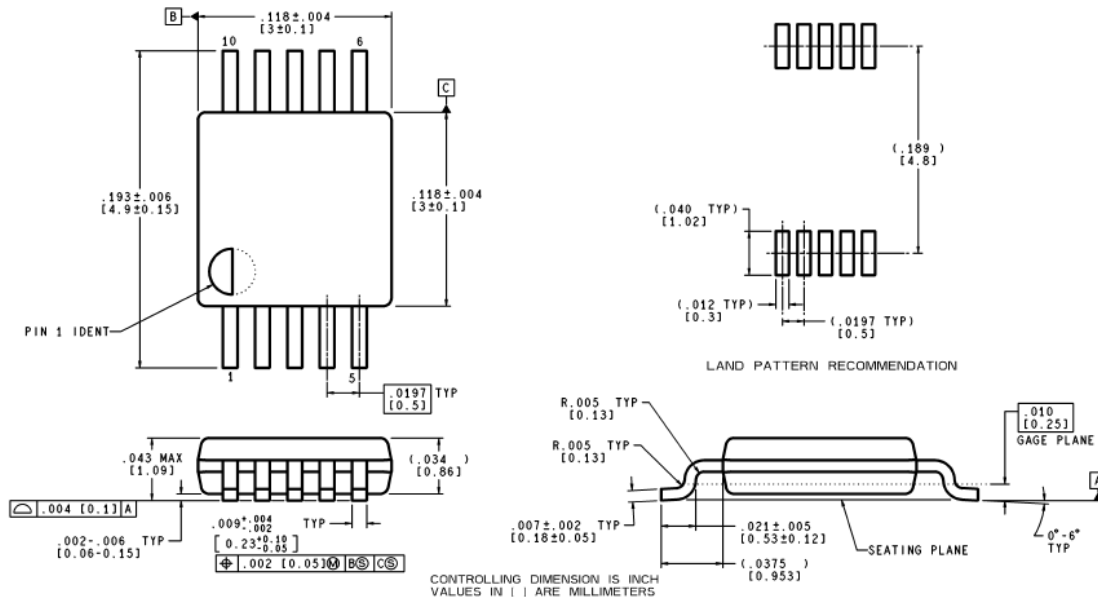
$X1=1.336 \pm 0.03$ $X2=1.361 \pm 0.03$ $X3=0.850 \pm 0.10$



DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

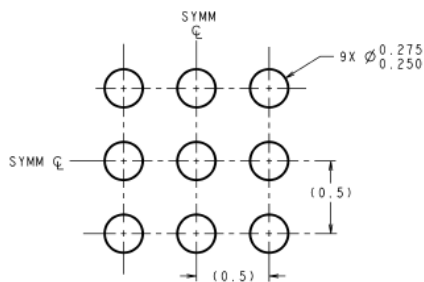


LLP

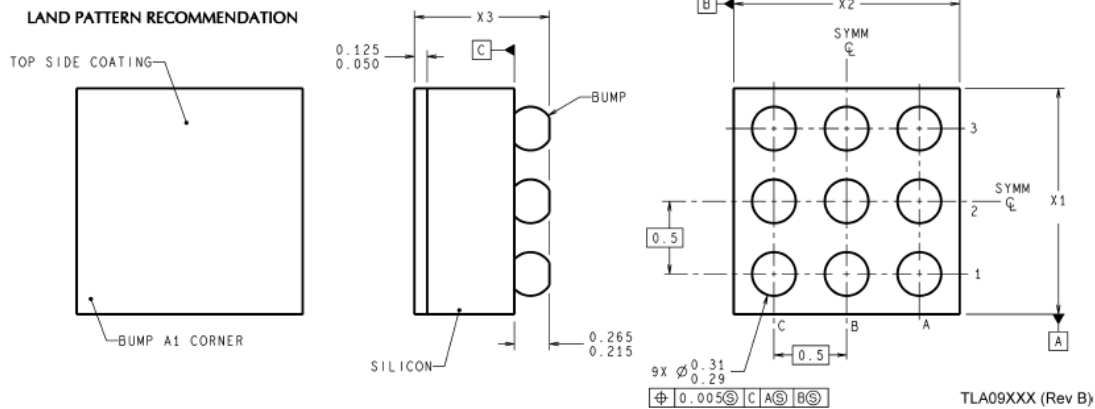


MUB10A (Rev A)

MSOP



DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS



9-Bump micro SMD

$X1=1.514 \pm 0.03$ $X2=1.514 \pm 0.03$ $X3=0.600 \pm 0.075$