

带有关断功能,差分输入,130mW,无输出电容,立体声G类耳机放大器

概要

HM4412T 差分输入,立体声耳机驱动器专为电路板空间有限的便携设备而设计。HM4412T 采用直驱模式结构,单电源供电时能够产生以地为参考的输出,从而省去了大尺寸的隔直电容,既节省了成本和电路板空间,也降低了元件的高度。HM4412T 的每个通道可向 16Ω 负载提供高达 130mW 驱动,THD+N 仅为 0.006%。217Hz 时具有 86dB 的高电源抑制比(PSRR),允许该器件工作在嘈杂的数字电源,无需额外的线性稳压器件。精巧的咔嗒声抑制电路消除了启动与关断过程中的可闻噪声。独立的左/右声道低功耗关断控制,可以在混听模式、单声道/立体声应用中有效的节省能源。HM4412T 工作在 1.8V 至 5.5V 单电源,仅消耗 5mA 电源电流,具有短路保护与热过载保护。HM4412T 提供了纤小的 TSSOP16L 封装形式供客户选择,其额定的工作温度范围为 -40°C 至 85°C。

封装

- TSSOP16

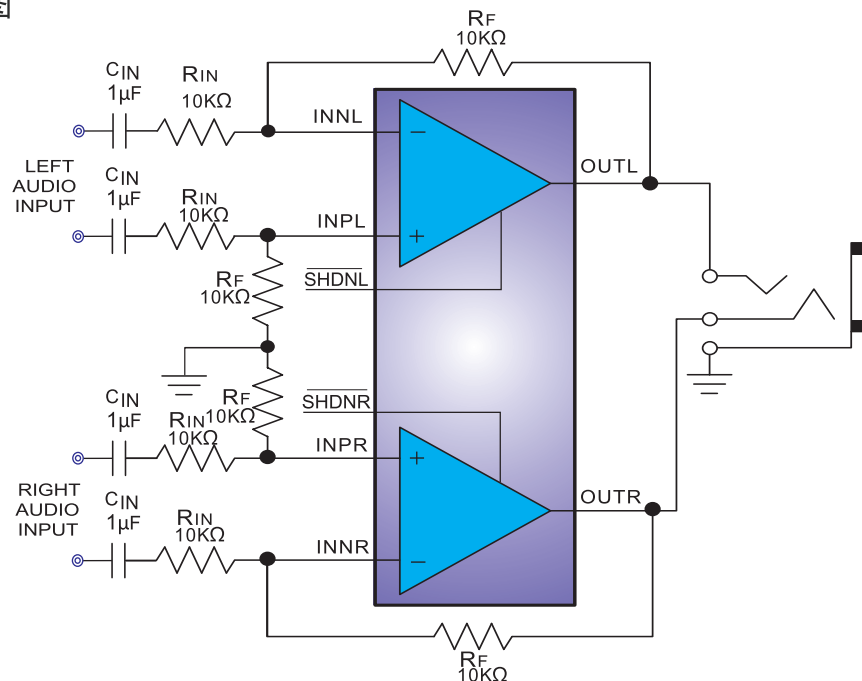
描述

- 无需大尺寸输出隔直电容
- 以地为参考输出
- 避免了输出电容造成的低频响应损失
- 每个通道能够为 16Ω 负载提供 130mW 驱动
- THD+N 仅为 0.006%
- 差分输入
- 高 PSRR (217Hz 时为 86dB)
- 精巧的咔嗒声抑制电路
- 工作在 1.8V 至 5.5V 单电源
- 低静态电流 (5mA)
- 独立的左/右声道低功耗关断控制
- 短路保护与热过载保护
- 符合 RoHS 标准的无铅封装

应用

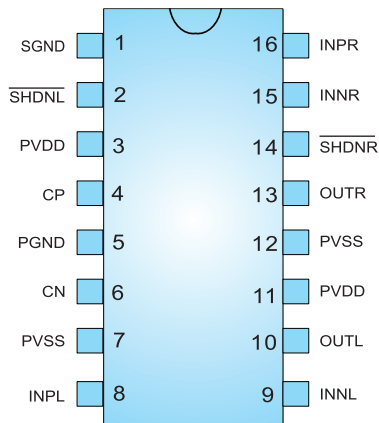
- 便携式蓝牙耳机
- 头戴式耳机

典型应用图



HM4412T 应用电路图

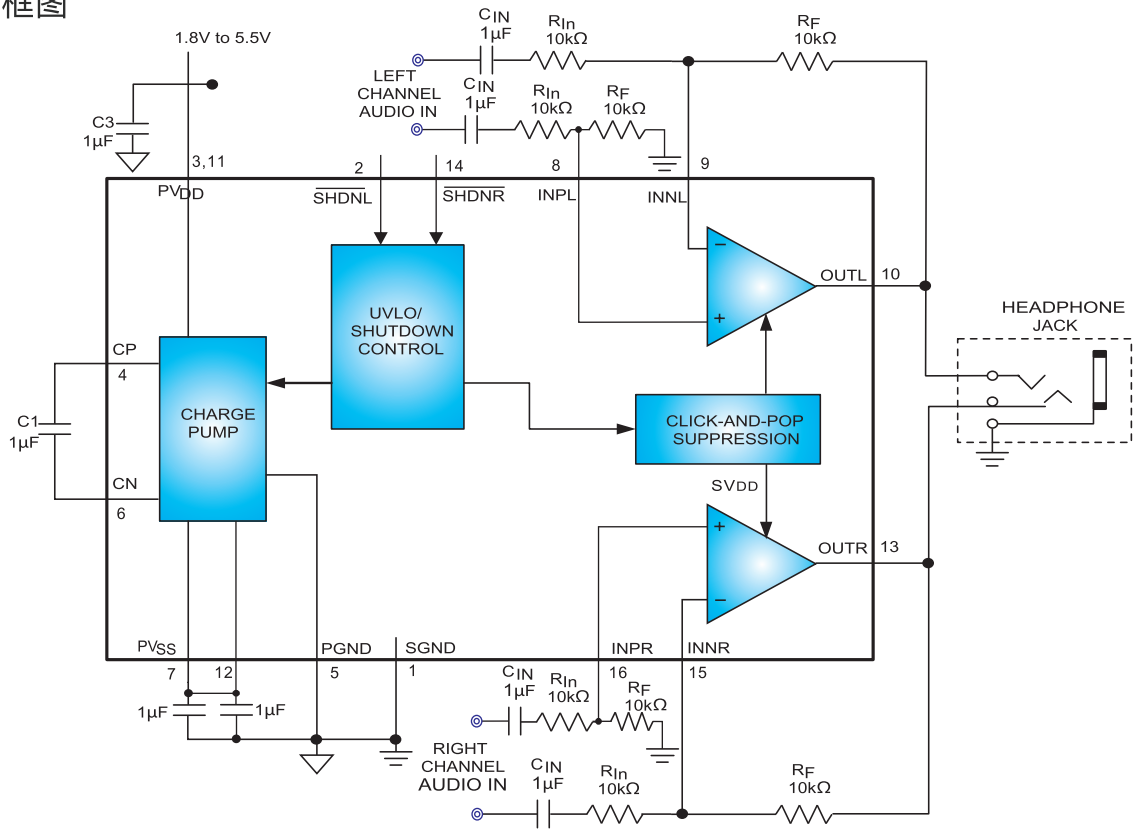
引脚排列以及定义



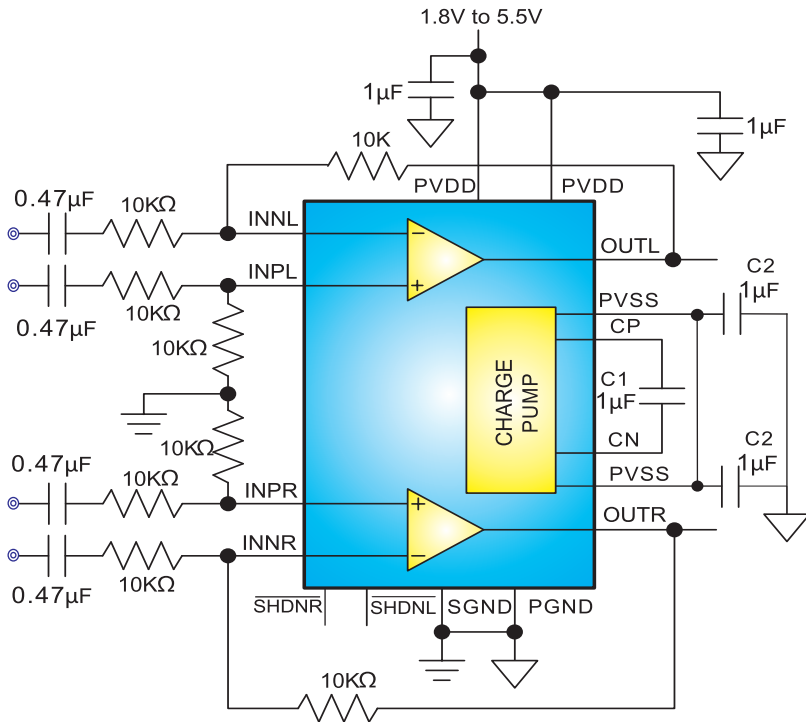
TSSOP16L
(Top View)

| HM4412T | 说明 | 输入/输出 | 功能 |
|---------|-------|-------|----------------------------|
| 1 | SGND | 地 | 信号地,连接到地(0V) |
| 2 | SHDNL | 输入 | 低电平有效左声道关断控制, 正常工作时连接至VDD. |
| 3 | PVDD | 电源 | 电荷泵电源 |
| 4 | CP | — | 飞电容正端 |
| 5 | PGND | 地 | 电源地,连接到地(0V) |
| 6 | CN | — | 飞电容负端 |
| 7 | PVSS | 电源 | 电荷泵负电源输出 |
| 8 | INPL | 输入 | 左声道音源正端输入 |
| 9 | INN | 输入 | 左声道音源负端输入 |
| 10 | OUTL | 输出 | 音频信号左声道输出 |
| 11 | PVDD | 电源 | 电荷泵电源 |
| 12 | PVSS | 电源 | 电荷泵负电源输出 |
| 13 | OUTF | 输出 | 音频信号右声道输出 |
| 14 | SHDN | 输入 | 低电平有效右声道关断控制, 正常工作时连接至VDD. |
| 15 | INNR | 输入 | 右声道音源负端输入 |
| 16 | INPR | 输入 | 右声道音源正端输入 |

应用框图



典型应用图



极限参数表¹

| 参数 | 描述 | 数值 | 单位 |
|-----------|--------------|----------------------|----|
| V_{IN} | 无信号输入时供电电源 | 6 | V |
| V_I | 输入电压 | -0.3 to $V_{IN}+0.3$ | V |
| T_J | 结工作温度范围 | -40 to 150 | °C |
| T_{SDR} | 引脚温度 (焊接10秒) | 300 | °C |
| T_{STG} | 存储温度范围 | -65 to 150 | °C |


推荐工作环境

| 参数 | 描述 | 数值 | 单位 |
|----------|--------|---------|----|
| V_{IN} | 电源电压 | 1.8~5.5 | V |
| T_A | 环境温度范围 | -40~85 | °C |
| T_J | 结温范围 | -40~125 | °C |

热效应信息

| 参数 | 描述 | 数值 | 单位 |
|---------------|------------------|-----|------|
| θ_{JA} | 封装热阻---芯片到环境热阻 | 130 | °C/W |
| θ_{JC} | 封装热阻---芯片到封装表面热阻 | 49 | °C/W |

订购信息

| 产品型号 | 封装形式 | 器件标识 | 包装尺寸 | 卷带宽度 | 数量 |
|---------|---------|---|------|------|------|
| HM4412T | TSSOP16 |  | 13 | 12mm | 3000 |

ESD 范围

ESD 范围HBM(人体静电模式) ----- ±6kV
ESD 范围MM(机器静电模式) ----- ±200V

1. 上述参数仅仅是器件工作的极限值，不建议器件的工作条件超过此极限值，否则会对器件的可靠性及寿命产生影响，甚至造成永久性损坏。

电气参数

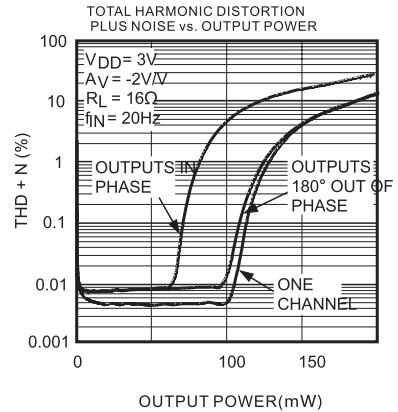
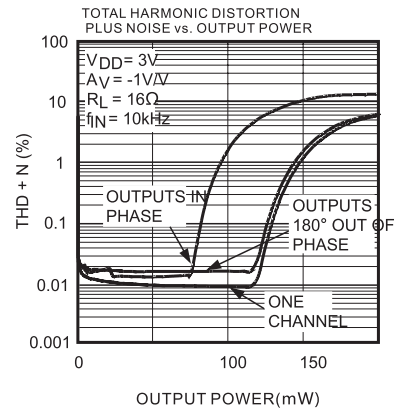
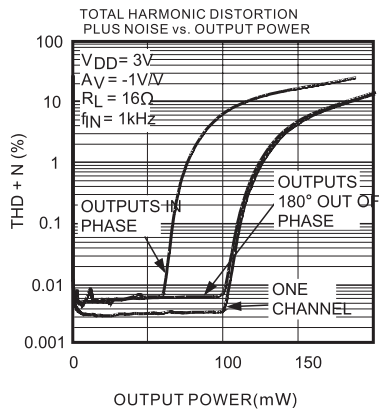
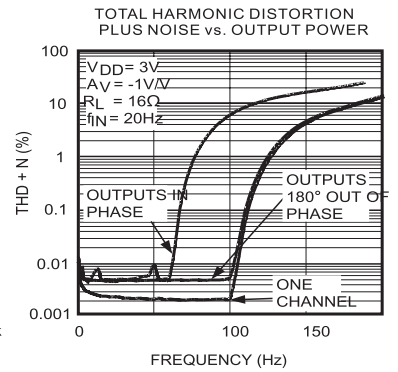
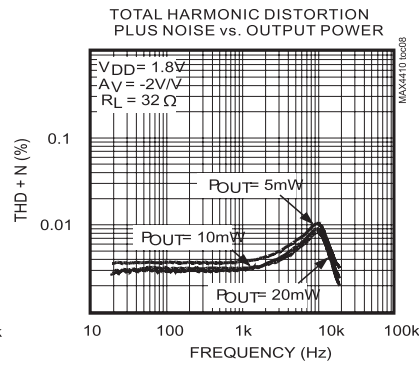
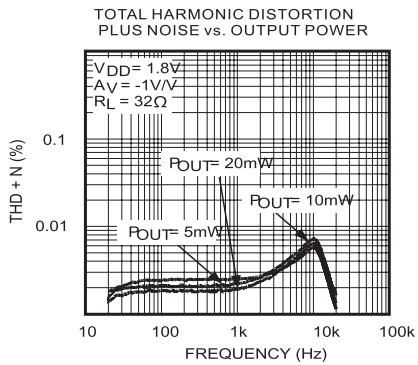
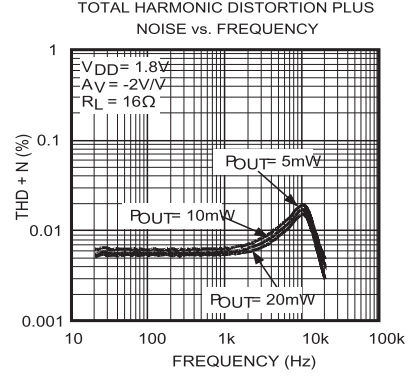
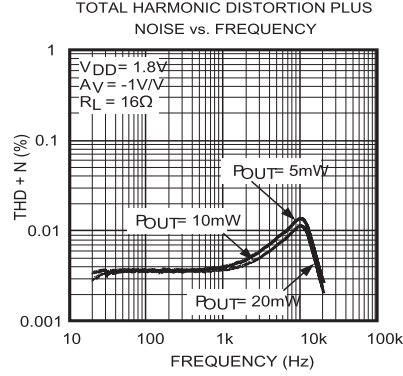
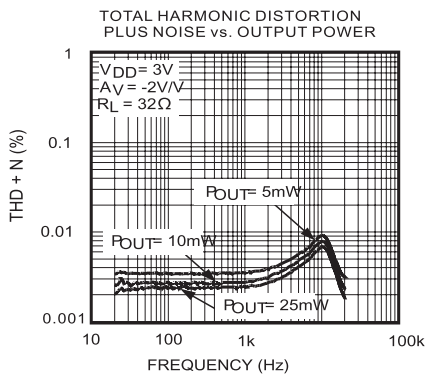
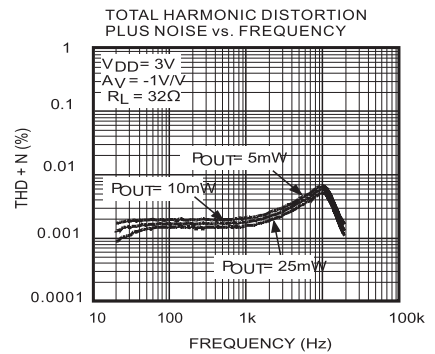
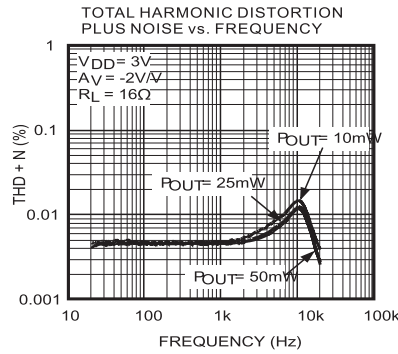
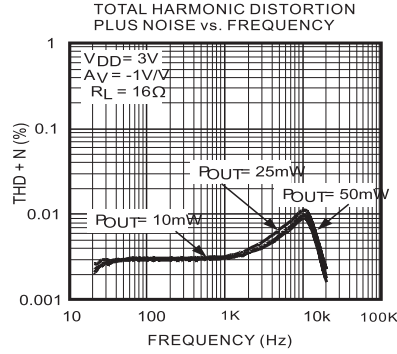
($P_{V_{DD}} = 3V$, $PGND = SGND = 0V$, $SHDNL = SHDNR = PV_{DD}$, $C1 = C2 = 1\mu F$, $C_{IN} = 1\mu F$, $R_L = \infty$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ C$.)

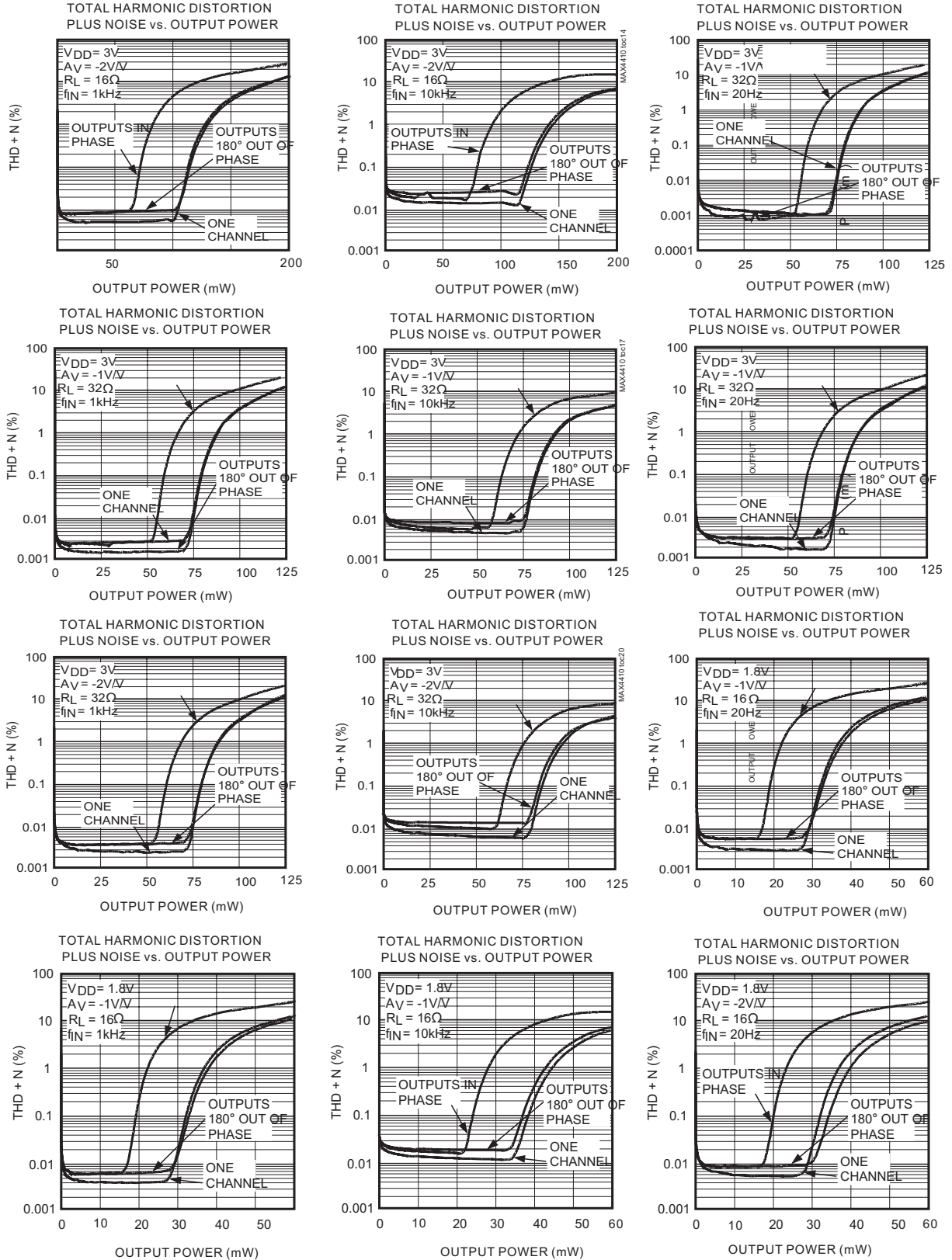
| 描述 | 符号 | 测试条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 | |
|-------------|---------|-------------------------------------|-------------------------|-------|-----|-----|------|
| 供电电源范围 | VDD | Guaranteed by PSRR test | 1.8 | 3.0 | 5.5 | V | |
| 静态电流 | IDD | One channel enabled | 3.3 | | | mA | |
| | | Two channel enabled | 5 | 11.5 | | | |
| 关断电流 | ISHDN | SHDNL=SHDNR=GND | 1.3 | | | μA | |
| 关断电平 | | VIH | 1.4 | | | V | |
| | | VIL | 0.4 | | | | |
| SHDN_ 输入漏电流 | | | -1 | +1 | | μA | |
| SHDN_ 启动时间 | tSON | | 36 | | | ms | |
| 电荷泵 | | | | | | | |
| 开关频率 | fOSC | | 400 | 500 | 600 | kHz | |
| 放大器 | | | | | | | |
| 输入失调电压 | VOS | Input AC-coupled, RL = 32 Ω | | 1 | 2.4 | mV | |
| 电源抑制比 | PSRR | 1.8V ≤ VDD ≤5.5V | Dc | 75 | 90 | dB | |
| | | 200mVp-p ripple | fRIPPLE = 1kHz | 90 | | | |
| | | | fRIPPLE = 20kHz | 55 | | | |
| 输出功率 | POUT | THD + N = 1% | RL = 32 Ω | 24 | 90 | 260 | mW |
| | | | RL = 16 Ω | 25 | 97 | 300 | |
| 总谐波失真 | THD + N | fIN= 1kHz | RL = 32Ω POUT = 25mW | 0.005 | | | % |
| | | | R = 16Ω POUT = 50mW | 0.01 | | | |
| 信号噪声比 | SNR | RL = 32Ω, POUT = 20mW, fIN = 1kHz | | 95 | | | dB |
| 转换速率 | SR | | | 0.8 | | | V/μs |
| 最大容性负载 | CL | No sustained oscillations | | 300 | | | pF |
| 串扰 | | RL = 16Ω, POUT = 1.6mW, fIN = 10kHz | | 70 | | | dB |
| 热关断阈值 | | | | 140 | | | °C |
| 热关断迟滞 | | | | 15 | | | °C |

Note : All specifications are 100% tested at $T_A = +25^\circ C$; temperature limits are guaranteed by design.

典型特征曲线

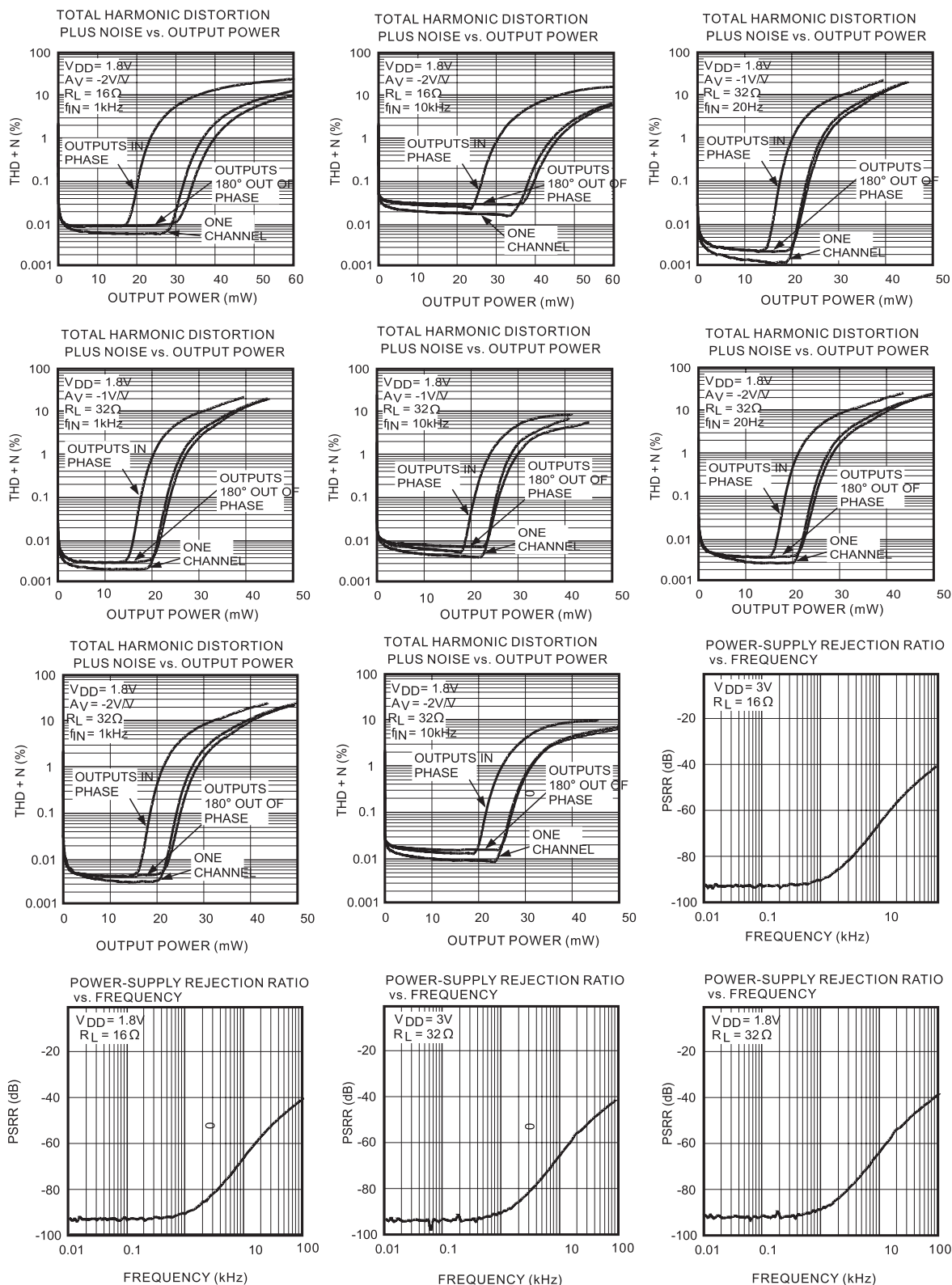
($C_1 = C_2 = 2.2\mu\text{F}$, THD + N measurement bandwidth = 22Hz to 22kHz, $T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)





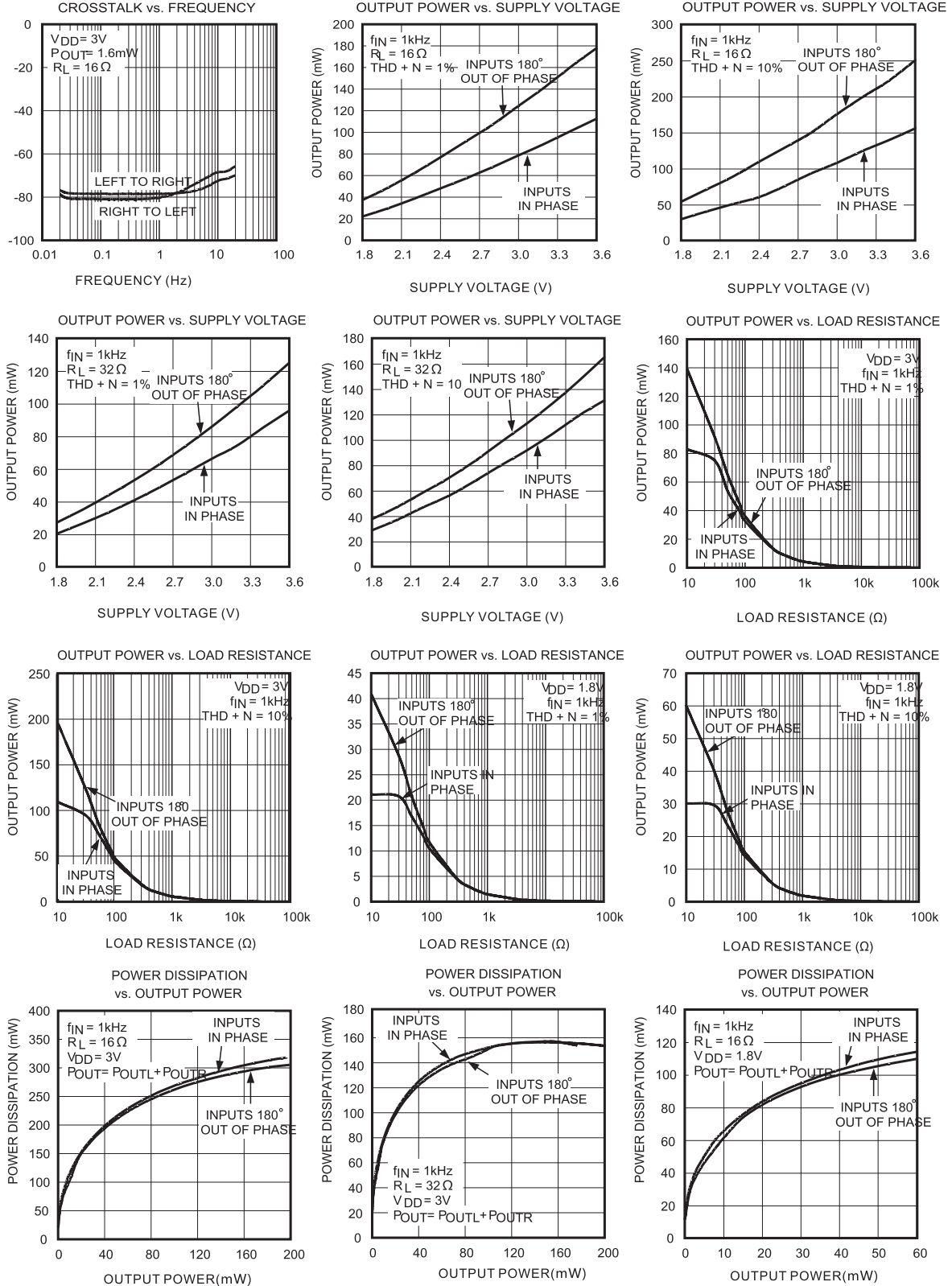
典型特征曲线

($C1 = C2 = 2.2\mu\text{F}$, THD + N measurement bandwidth = 22Hz to 22kHz, $T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)



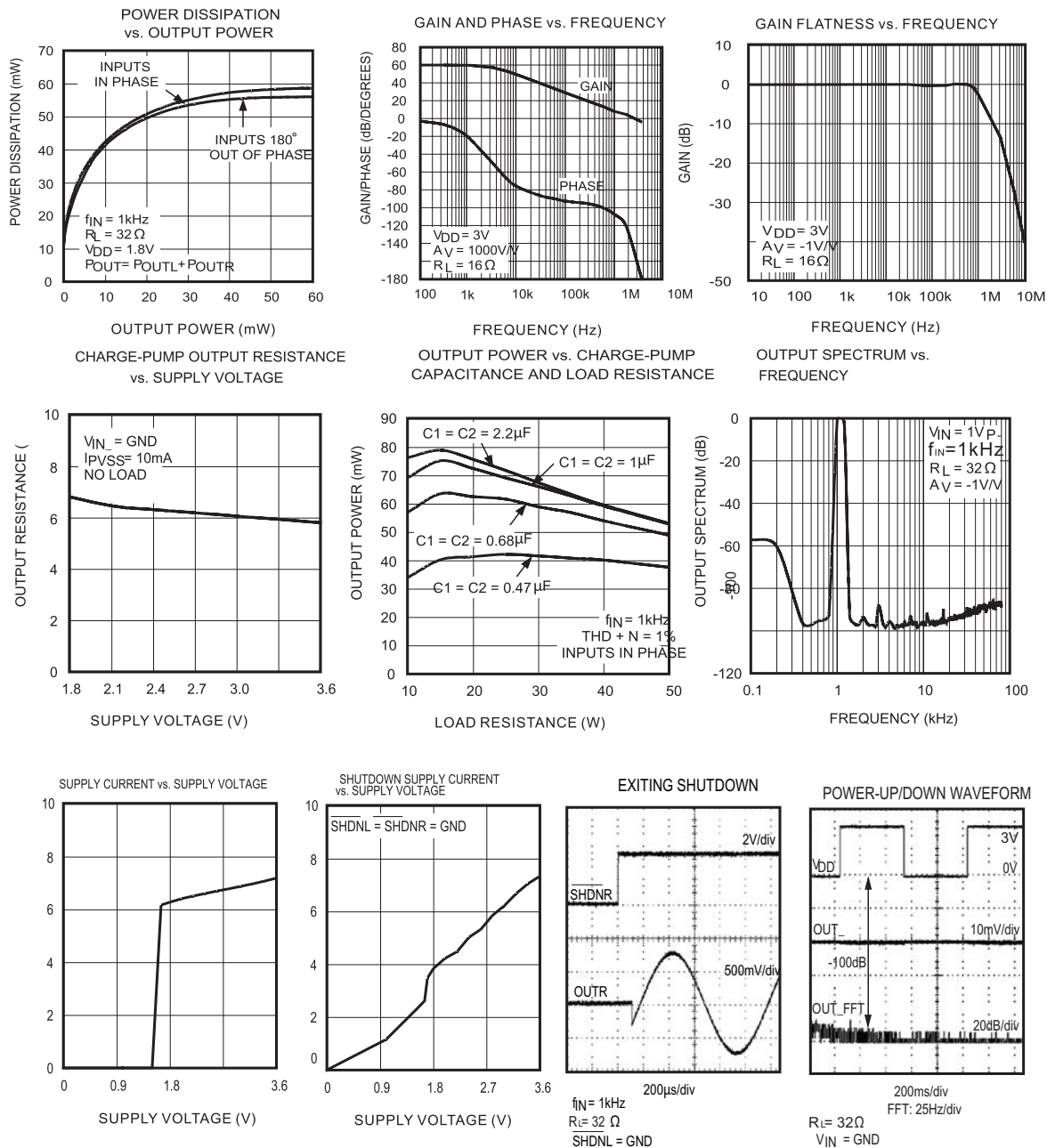
典型特征曲线

($C_1 = C_2 = 2.2\mu\text{F}$, THD + N measurement bandwidth = 22Hz to 22kHz, $T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)



典型特征曲线

($C_1 = C_2 = 2.2\mu\text{F}$, THD + N measurement bandwidth = 22Hz to 22kHz, $T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)



应用说明

HM4412T 差分输入，立体声耳机放大器采用直驱模式结构。该器件包括两个 130mW AB 类 耳机放大器、欠压锁存 (UVLO) / 关断控制、电荷泵以及完备的咔嗒声抑制电路 (参见典型应用电路)。电荷泵将正电源 (PVDD) 反相，产生负电源 (PVSS)。耳机驱动器工作在双极性电源，从而使输出偏置在 GND (图 1)。与传统单电源驱动器相比，该驱动器输出范围大约是电源电压的 2 倍，能够提供更大的输出功率。同时无需使用传统耳机驱动器中的大尺寸隔直电容，因此节省了电路板空间、降低系统成本，同时也改善了频率响应。每个通道具有独立的左 / 右声道、低电平有效的关断控制，可有效降低混音模式、单声道 / 立体声工作模式下的功耗。HM4412T 具有欠压锁存功能，可以避免工作在电源不足的情况下；咔嗒声抑制功能消除了启动和关断过程中的瞬态噪音。另外，HM4412T 还具有热过载和短路保护功能。

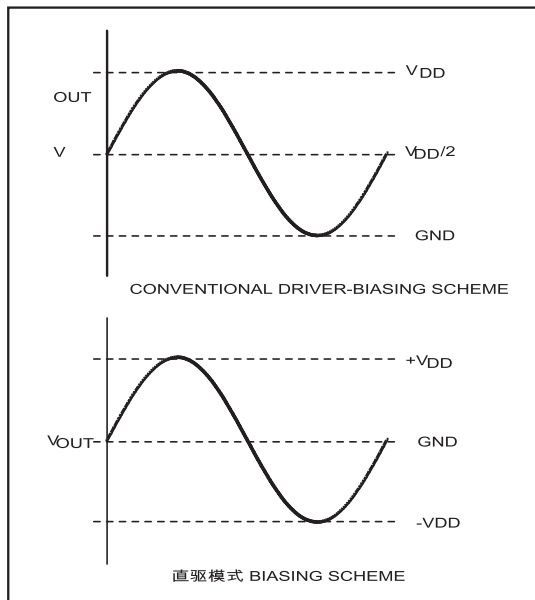


图1. 传统的驱动器输出波形与HM4412T的输出波形

直驱模式结构

为获得最大动态范围，传统的单电源耳机驱动器输出需要偏置在一个直流参考电压上（典型值为电源电压的一半），再通过大容量的隔直电容驱动耳机。如果没有这个电容，会有较大的直流电流注入耳机，造成不必要的功耗，并可能损坏耳机和耳机驱动器。直驱模式架构利用电荷泵产生内部负电源电压，使 HM4412T 的输出偏置在 GND，与传统的单电源耳机驱动器相比，输出动态范围几乎可以提高 1 倍。由于没有直流成份，所以不需要大尺寸隔直电容。HM4412T 电荷泵只需 2 个小的陶瓷电容，而不是 2 个大尺寸钽电容（典型值为 220μF），大大节省了电路板空间，降低系统成本，并改善了耳机驱动器的频率响应。关于电容选择的详细信息，请参考典型工作特性中的 Output Power vs. Charge-Pump Capacitance and Load Resistance 曲线图。放大器的失调电压会使放大器输出存在一个较低的直流电压。HM4412T 的失调电压典型值为 1mV，当与 32Ω 负载连接时，流入耳机的直流电流小于 32μA。

低频响应

传统耳机放大器中需要输出隔直电容，除了成本与尺寸上的劣势外，还会限制放大器的低频响应，并产生音频失真：

1) 耳机负载电阻与隔直电容一起构成高通滤波器，其 -3dB 点为：

$$f_{-3dB} = \frac{1}{2\pi R_L C_{OUT}}$$

其中， R_L 表示耳机电阻， C_{OUT} 表示隔直电容。该滤波器的缺陷是导致低频信号衰减。 C_{OUT} 取较大的数值可以减弱这种影响，但这样一来就需要尺寸更大、成本更高的电容。图 2 给出了 C_{OUT} 与低频衰减之间的关系。例如使用 100μF 隔直电容时，16Ω 耳机的 3dB 频率为 100Hz，刚好处于音频波段，从而使滤波后的信号产生低频衰减。

2) 随着电容值的变化以及电容两端电压的变化，隔直电容的电压系数会导致重建音频信号的失真。在低于 -3dB 频率以下的低频范围内，容抗起主导作用，电压系数表现为失真度随频率而变化。图 3 给出了两种不同电介质电容引入的 THD+N，100Hz 以下的 THD+N 增加很快。

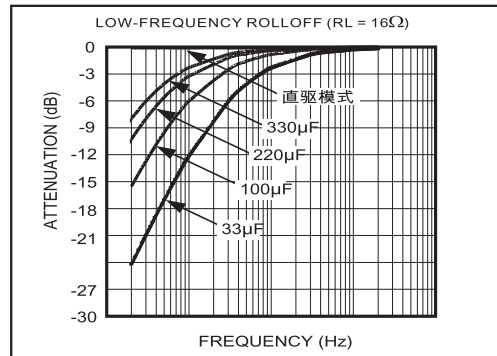


图2. 采用普通隔直电容的低频衰减

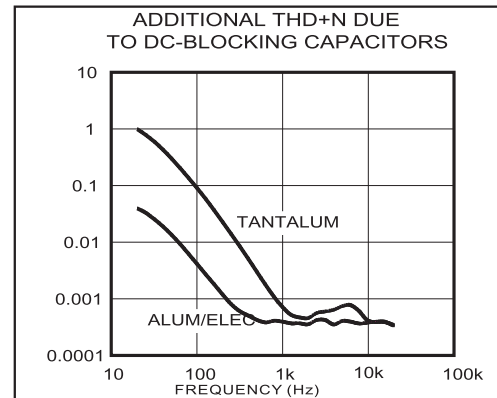


图3. 隔直电容引起的失真

低频衰减与随频率变化的失真共同作用，会影响注重低音效果的便携式音频设备的信号恢复，比如多媒体笔记本电脑、MP3、CD 与 DVD 播放器等。采用直驱模式技术可以省去隔直电容，这些与电容相关的问题也就迎刃而解。

电荷泵

HM4412T 具有低噪声电荷泵。500kHz 的开关频率远远高于音频范围，因此不会干扰音频信号。开关驱动器具有受控制的开关速度，可以减小启动与关闭瞬间的噪声。

关断

HM4412T具有两路关断控制，可以使两路音频信号独立地关断或静音。SHDNL控制左声道，SHDNR控制右声道。将SHDN_驱动至低电平，将禁止相应的通道工作，使驱动器输出阻抗置于高阻态，并减小电源电流。当两路SHDN_均驱动至低电平时，电荷泵也被关断，使电源电流进一步减小至6μA。将任意一路SHDN_驱动至高电平时，电荷泵恢复工作。在传统的单电源音频放大器中，输出隔直电容是产生咔嗒声的主要来源。启动时，驱动器将隔直电容充电至偏置电压，典型值是电源电压的一半。同样在关断时，电容放电至GND。这造成了电容两端的直流偏移，使扬声器出现瞬态噪音。既然HM4412T不需要输出耦合电容，这个问题也就不存在了。从典型工作特性中的Power - Up / Down Waveform曲线图可以发现，输出信号具有极小的直流偏移，并且在启动与关断时没有杂散瞬变信号。大部分应用中，驱动HM4412T的前置放大器输出具有直流偏置，典型值是电源电压的一半。启动时，通过HM4412T的反馈电阻RF将输入隔直电容充电至前置放大器的直流偏置电压，造成电容两端的直流偏移与咔嗒声。按照与前置放大器启动过程有关的R_{IN}和C_{IN}，将SHDN_的上升沿延迟4至5倍的时间常数（80ms至100ms），可以消除由输入滤波器引起的咔嗒声。

功耗

标准工作条件下，线性功率放大器的功耗很大。Absolute Maximum Ratings部分的Continuous Power Dissipation中给出了每种封装能够耗散的最大功率，也可以用以下公式计算每种封装的最大耗散功率：

$$P_{DISSPKG(MAX)} = \frac{T_J(MAX) - T_A}{\theta_{JA}}$$

其中，T_J(MAX)为+150°C，T_A是环境温度，θ_{JA}是Absolute Maximum Ratings中给出的降额系数的倒数，单位为°C/W。HM4412T有两个功耗源：电荷泵和两个驱动器。若在给定应用条件下功耗超出了特定封装所允许的最大值，可以通过减小VDD、增大负载电阻、降低环境温度或增大器件散热能力改善工作条件。采用较宽的输出引线、电源引线以及接地引线有助于提高封装的最大耗散功率。热过载保护会限制HM4412T的总功耗，当结温超过+140°C时，热保护电路将关断放大器输出级。结温下降15°C后可自启动放大器。

应用说明

输出功率

该器件在两路输入同相的情况下能够满足额定工作条件，这种情况下，两个驱动器同时从电荷泵获取电流，使PVSS略有跌落。在标准的立体声音频应用中，左、右声道信号的幅值和相位都不同，相应增加了有效输出功率的最大值。图5给出了同相与异相两种极端情况下的输出功率，实际应用中，有效功率在这两种极端情况之间。

负电源向其它电路供电

HM4412T的另一个优点是由内部产生负电源电压（PVSS），该电压提供以地为参考的输出电平。PVSS能够为其它器件供电，不过从PVSS吸取的电流限制在5mA以内，超过这个限制，会影响耳机驱动器的工作。

典型应用中可以为LCD模块的对比度调节提供负电源。PVSS与PVDD基本上成比例变化，但不是稳压输出。当从PVSS向其它器件供电时，必须考虑电荷泵的输出阻抗。典型工作特性中给出了电荷泵的输出阻抗图，为获得最佳结果，最好采用1μF电荷泵电容。

输入滤波器

输入电容（C_{IN}）与输入电阻（R_{IN}）一起构成了高通滤波器，可以消除输入信号中的直流偏置（参见典型应用电路），交流隔直电容允许放大器为信号提供最佳的直流偏置电平。假定信号源阻抗为0，高通滤波器的-3dB频率为：

$$f_{-3dB} = \frac{1}{2\pi R_{IN} C_{IN}}$$

R_{IN}是Electrical Characteristics表中给出的放大器内部输入电阻。选择合适的C_{IN}，使f-3dB低于相应的最低频率。f-3dB设置过高会影响放大器的低频响应，可以选用具有低电压系数的电介质电容，如钽电容或铝电解电容。陶瓷电容等高电压系数的电容可能会导致低频失真加剧。

电荷泵电容选择

为获得最佳性能，应使用ESR小于100mΩ的电容。低ESR陶瓷电容可以使电荷泵的输出阻抗最小。为了在扩展温度范围内获得最佳性能，建议选择电介质为X7R的电容。

飞电容（C1）

飞电容（C1）会影响电荷泵的负载调节能力以及输出阻抗。C1过小，将会降低器件的电流驱动能力，导致输出电压跌落。增大C1可以改善负载调节能力，并在一定程度上降低电荷泵的输出阻抗。参见典型工作特性中的Output Power vs. Charge - Pump Capacitance and Load Resistance曲线图。电容大于2.2μF时，开关的导通电阻以及C1、C2的ESR的影响会占主导地位。

保持电容（C2）

保持电容的容值和ESR直接影响PVSS的纹波，增大C2的容值会减小输出纹波；同样，减小C2的ESR可以同时减小纹波与输出阻抗。最大输出功率较低时，系统可以使用容值较小的电容。参见典型工作特性中的Output Power vs. Charge - Pump Capacitance and Load Resistance曲线图。

电源旁路电容

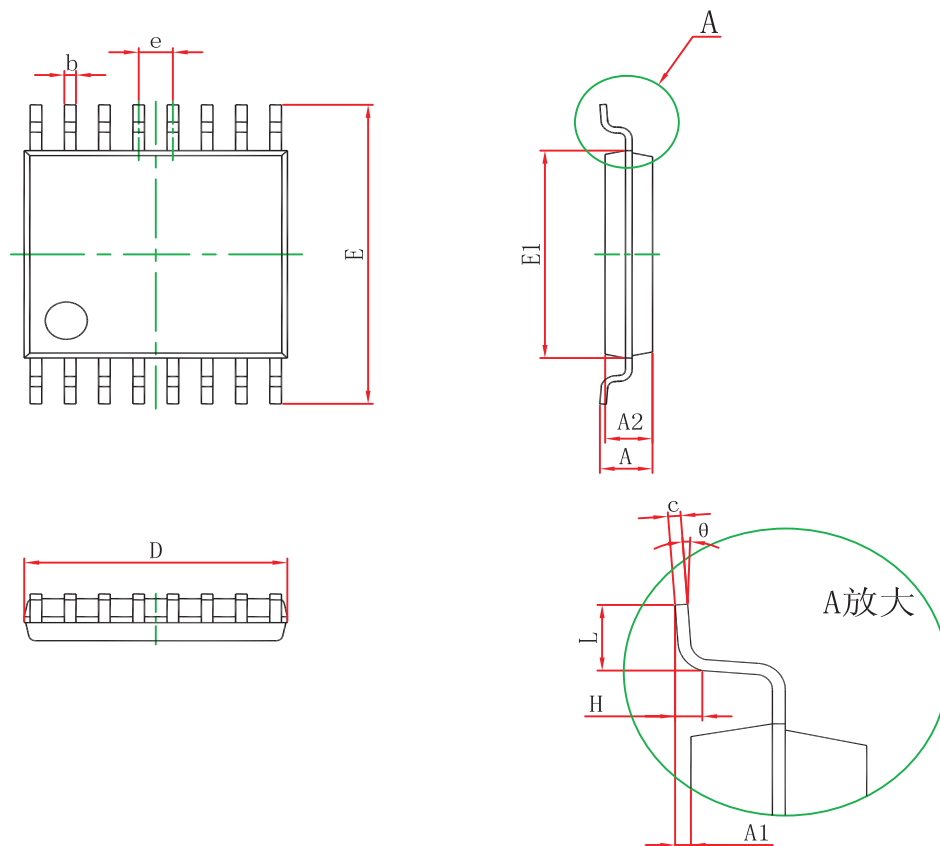
电源旁路电容（C3）使电源的输出阻抗降低，并减弱HM4412T电荷泵开关的瞬态影响。采用与C1电容相等的C3作为PVDD的旁路电容，并尽可能靠近PVDD与PGND引脚放置。

布局与接地

良好的印刷电路板布线与接地是获得最佳性能的关键。在PCB上将PGND与SGND单点连接。将与电荷泵有关的所有元件（C2与C3）的接地端与PGND层相连，在器件处连接PVDD与SVDD，在器件处连接PVSS与SVSS。用电荷泵电容C2与C3作为电源旁路（参见典型应用电路），将C2与C3尽可能靠近器件放置。将PGND及所有承载开关瞬态信号的引线避开SGND和音频信号通道的元件和布线。

封装信息

TSSOP16



| Symbol | Dimensions In Millimeters | | Dimensions In Inches | |
|--------|---------------------------|-------|----------------------|-------|
| | Min | Max | Min | Max |
| D | 4.900 | 5.100 | 0.193 | 0.201 |
| E | 6.250 | 6.550 | 0.246 | 0.258 |
| b | 0.190 | 0.300 | 0.007 | 0.012 |
| e | 0.090 | 0.200 | 0.004 | 0.008 |
| E1 | 4.300 | 4.500 | 0.169 | 0.177 |
| A | | 1.200 | | 0.047 |
| A2 | 0.800 | 1.000 | 0.031 | 0.039 |
| A1 | 0.050 | 0.150 | 0.002 | 0.006 |
| e | 0.65 (BSC) | | 0.026 (BSC) | |
| L | 0.500 | 0.700 | 0.020 | 0.028 |
| H | 0.25(TYP) | | 0.01(TYP) | |
| θ | 1° | 7° | 1° | 7° |

Notes:

(1) 所有尺寸都为毫米；



MOS电路操作注意事项：

静电在很多地方都会产生，采取下面的预防措施，可以有效防止MOS电路由于受静电放电影响而引起的损坏：

- 操作人员要通过防静电腕带接地。
- 设备外壳必须接地。
- 装配过程中使用的工具必须接地。
- 必须采用导体包装或抗静电材料包装或运输。