



≡HWD2180≡

250mW 双声道音频功率放大器（带关断模式）

一、概述:

HWD2180 是一种双声道音频功率放大器, 使用 5V 电压源, 每个声道能给一个 8Ω 的负载提供 250mW 的连续平均功率, THD+N 为 0.1%。

HWD2180 不需要自举电容或者缓冲器网络, 它最适合低功率便携式系统。

HWD2180 采用外部控制的低功耗关断模式, 以及内部热敏关断保护机制。

HWD2180 整体增益稳定, 可以通过外部增益配置电阻进行配置。

二、重要规格

- ◆ 1kHz, 200mW 连续平均输出功率, 8Ω 负载。 THD+N 为 :0.1% (最大)
- ◆ 1kHz, 85mW 连续平均输出功率, 32Ω 负载。 THD+N 为 :0.1% (典型)
- ◆ 1kHz, 8Ω 负载, 10%的 THD+N。 输出功率为 :325mW(典型)
- ◆ 关断电流 : $0.7\mu A$ (典型)
- ◆ 2.7V ~ 5.5V 的电源电压范围

三、特征

- ◆ 不需要输出自举电容或者缓冲电路
- ◆ SO 和 DIP 封装
- ◆ 整体增益稳定
- ◆ 具有外部增益配置能力

四、应用

- ◆ 耳机放大器
- ◆ 个人电脑
- ◆ CD-ROM 播放器



五、典型应用:



≡HWD2180≡

250mW 双声道音频功率放大器（带关断模式）

功耗(注释 3)	内部限制
ESD 磁化系数(注释 4)	3500V
ESD 磁化系数(注释 5)	250V
结温	150℃
焊接信息	
小型包装	
气化态(60 秒)	215℃
红外线(15 秒)	220℃
热阻 θ_{JC} (DIP)	37℃/W
θ_{JA} (DIP)	107℃/W
θ_{JC} (SO)	35℃/W
θ_{JA} (SO)	170℃/W

七、工作额定值

温度范围 $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$ - 40℃ $\leq T_A \leq$ + 85℃

电源电压 2.7V $\leq V_{DD} \leq$ 5.5V

八、电学特性(除非另外指明，以下都是 $V_{DD}=5V$ ，限制应用在 $T_a=25^\circ C$)

符号	参 数	条 件	HWD2180		单 位
			标 准 (note6)	限 制 (note7)	
V_{DD}	电源电压			2.7 5.5	V(min) V(max)
I_{DD}	静态电源电流	$V_{IN}=0V$, $I_O=0A$	3.6	6.0	mA(max)
I_{SD}	关断电流	$V_{pin5}=V_{DD}$	0.7	5	uA(max)
V_{OS}	输出失调电压	$V_{IN}=0V$	5	50	mV(max)
P_O	输出功率	THD=0.1%(max); f=1kHz			
		$R_L=8\Omega$	250	200	mW(min)
		$R_L=32\Omega$	85		mW
		THD=10%(max); f=1kHz			
		$R_L=8\Omega$	325		mW



≡HWD2180≡

250mW 双声道音频功率放大器（带关断模式）

		$R_L=32\ \Omega$	110		mW
THD+N	总谐波失真+噪声	$R_L=8\ \Omega$, $P_o=200\text{mW}$	0.03		%
		$R_L=32\ \Omega$, $P_o=75\text{mW}$ $f=1\text{kHz}$	0.02		%
PSRR	电源抑制比	$C_B=1.0\mu\text{F}$ $V_{\text{RIPPLE}}=200\text{mV}_{\text{rms}}$, $f=100\text{Hz}$	50		dB

注释 1:如果没有额外的说明,所有电压都以地引脚为标准。

注释 2:绝对最大额度值是指器件可能发生损害的界限,工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。说明书没有参数的范围,然而,这些参数值却是设备性能的一个很好的体现。

注释 3:当升高温度时必须降低最大功耗,最大功耗可用 $T_{j\text{max}}$, θ_{JA} 和环境温度 T_A 来确定,最大允许功耗为: $P_{\text{DMAX}}=(T_{j\text{max}}-T_A)/\theta_{JA}$, 或者是绝对最大额度值中给出的数值,任何一个都会更低。对 HWD2180 来说, $T_{j\text{max}}=150^\circ\text{C}$, 当版面固定时,标准结点的环境热电阻对于 M08A 和 N08E 封装分别是 $170^\circ\text{C}/\text{W}$ 和 $107^\circ\text{C}/\text{W}$ 。

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

注释 5:器件模型,220PF~240PF 电容通过全部引脚放电。

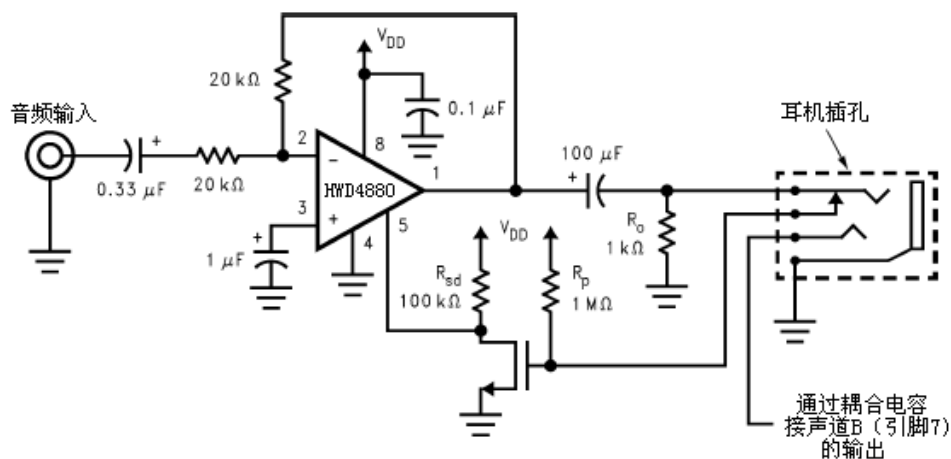
注释 6:标准被定在 25°C ,以代表参数规格。

注释 7:限制确保在国际平均输出质量标准内。

≡HWD2180≡

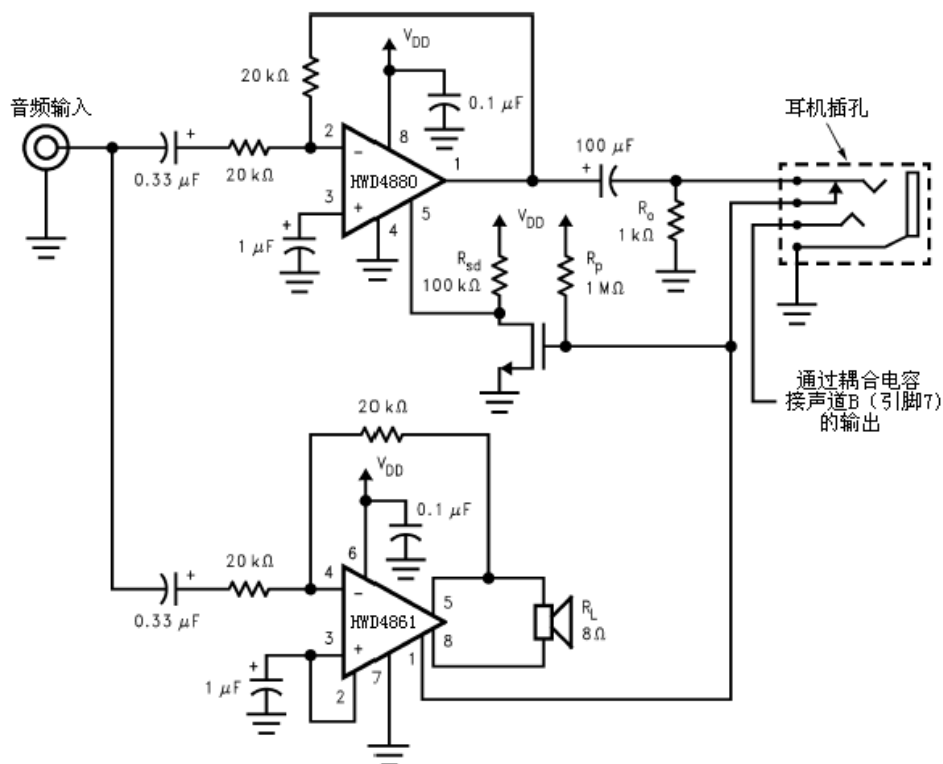
250mW 双声道音频功率放大器（带关断模式）

自动关断电路：



图二. 自动关断电路

自动开关电路：



图三. 自动开关电路



≡HWD2180≡

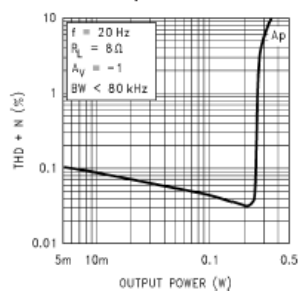
250mW 双声道音频功率放大器（带关断模式）

外部组件描述:

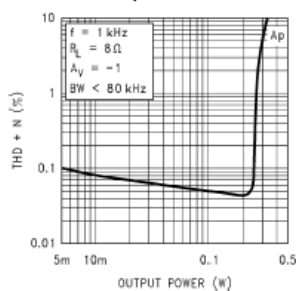
组件	功能描述
R_i	反相输入电阻, 连接 R_f 建立闭环增益; 与 C_i 形成高通滤波器, $f_c=1/(2\pi R_i C_i)$
C_i	输入耦合电容, 阻止输入端直流电压, 和 R_i 形成高通滤波器
R_f	反馈电阻, 连接 R_i 建立闭环增益
C_s	电源旁路电容, 提供电源滤波
C_B	旁路引脚电容, 提供电源中点滤波
C_o	输出耦合电容, 阻止输出端直流电压, 与 R_L 形成高通滤波器, $f_c=1/(2\pi R_L C_o)$

九、典型性能特征曲线

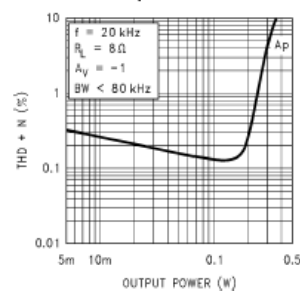
THD + N vs Output Power



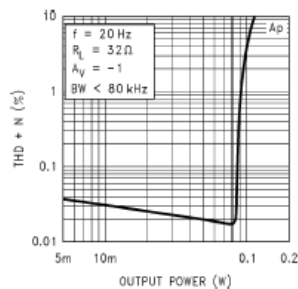
THD + N vs Output Power



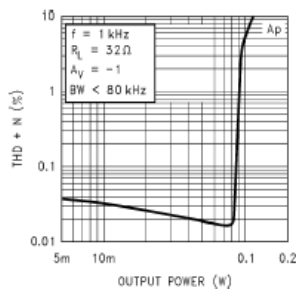
THD + N vs Output Power



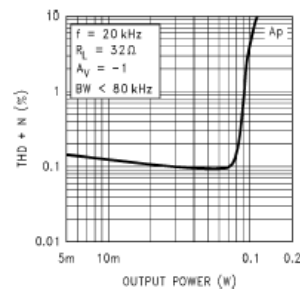
THD + N vs Output Power



THD + N vs Output Power



THD + N vs Output Power

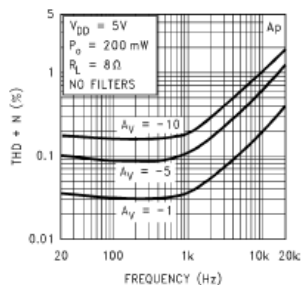




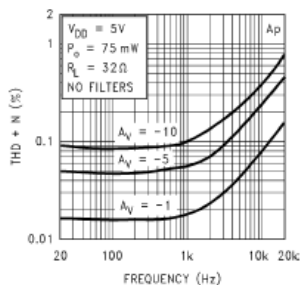
≡HWD2180≡

250mW 双声道音频功率放大器（带关断模式）

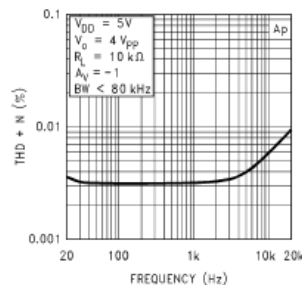
THD + N vs Frequency



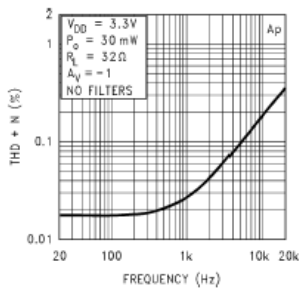
THD + N vs Frequency



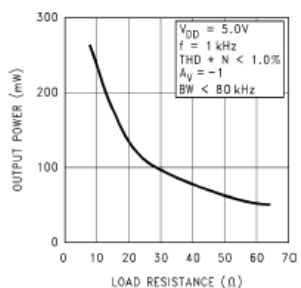
THD + N vs Frequency



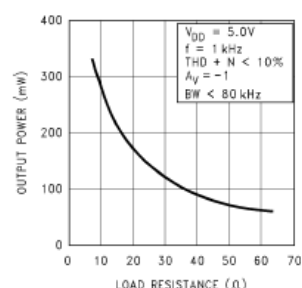
THD + N vs Frequency



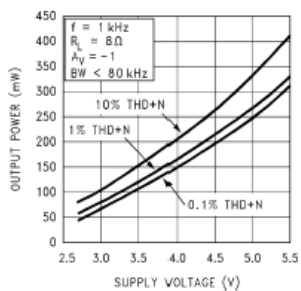
Output Power vs Load Resistance



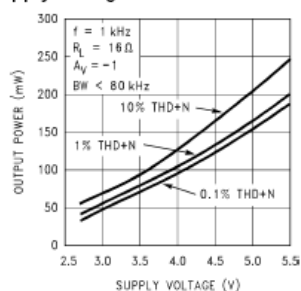
Output Power vs Load Resistance



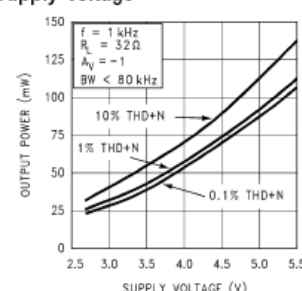
Output Power vs Supply Voltage



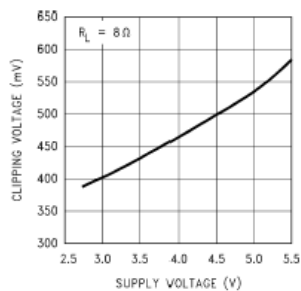
Output Power vs Supply Voltage



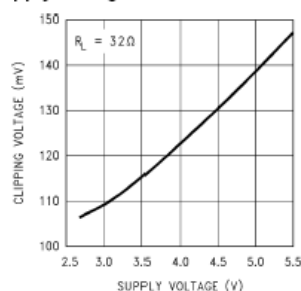
Output Power vs Supply Voltage



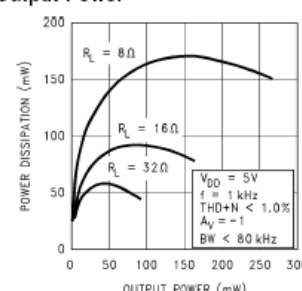
Clipping Voltage vs Supply Voltage



Clipping Voltage vs Supply Voltage



Power Dissipation vs Output Power

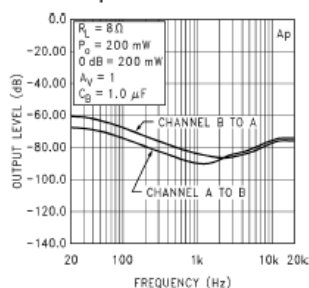




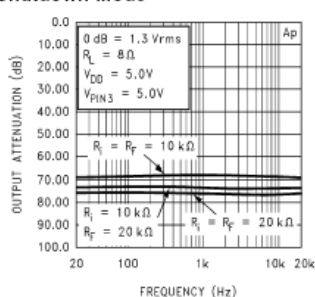
≡HWD2180≡

250mW 双声道音频功率放大器（带关断模式）

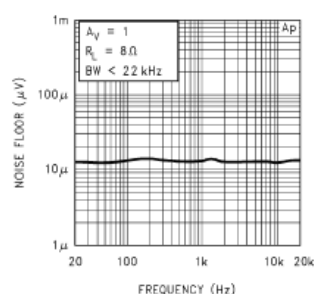
Channel Separation



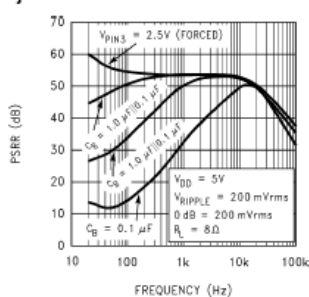
Output Attenuation in Shutdown Mode



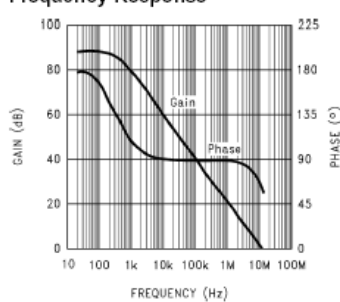
Noise Floor



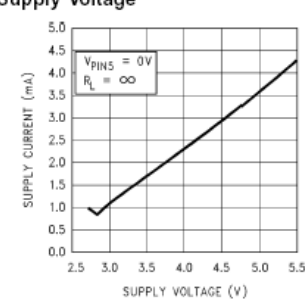
Power Supply Rejection Ratio



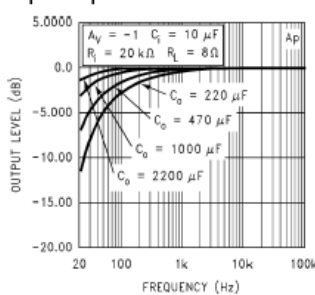
Open Loop Frequency Response



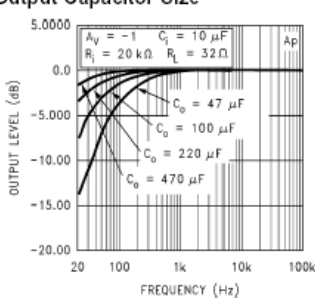
Supply Current vs Supply Voltage



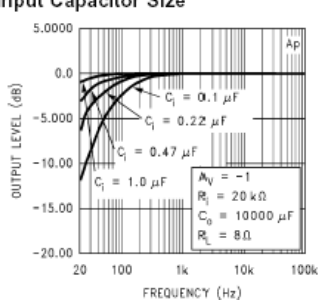
Frequency Response vs Output Capacitor Size



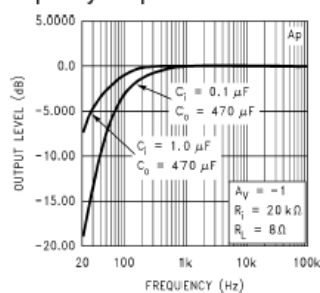
Frequency Response vs Output Capacitor Size



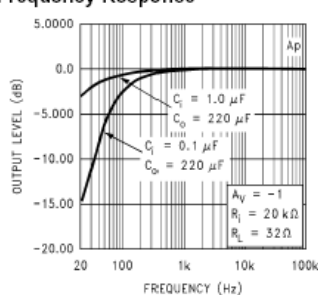
Frequency Response vs Input Capacitor Size



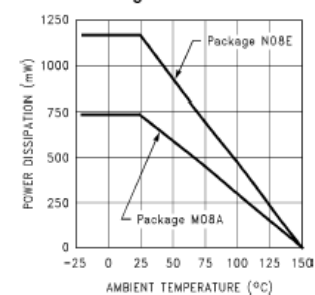
Typical Application Frequency Response



Typical Application Frequency Response



Power Derating Curve





≡HWD2180≡

250mW 双声道音频功率放大器（带关断模式）

十、应用信息

1. 关断功能

为了减少非工作期间的功耗，HWD2180 用一个关断引脚从外部关断运放的偏置电路。当一个逻辑高电平加在关断引脚上时，关断功能块就会将运放关掉。逻辑低和逻辑高电平的触发点通常是电源中点。在地和电源之间的关断最好能够最大限度的满足器件的性能要求。

将关断引脚切换到 VDD 时，HWD2180 电源电流在关断模式下将被最小化。当器件被关断且关断引脚电压小于 VDD 时，关断电流可能比典型值 0.7uA 更大。另外，关断引脚应该连接到一个确定的电位上，因为关断引脚悬空可能导致放大器工作的不可预测。

在许多应用中，用一个微控制器或者微处理器用来控制关断电路，以使电路迅速、平滑的转向关断状态。另外一种方法是使用一个带外部上拉电阻的单刀单掷开关，当开关闭合时，关断引脚被连接到地使能放大器；如果开关不闭合，外部的上拉电阻将不使能 HWD2180。这种方案确保关断引脚不会被悬空，以避免不可预测的状态变化。

2. 功耗

使用任何放大器，功耗都是一个重要的内容，而且需要充分理解以确保设计成功。对于工作在给定的电源电压下，驱动特定输出负载的单终端放大器来说，等式（1）给出了最大的功耗点。

$$P_{\text{DMAX}} = (V_{\text{DD}})^2 / (2 \pi^2 R_L) \dots\dots\dots (1)$$

由于 HWD2180 内部有两个运算放大器，因此最大的内部功耗是等式（1）所得到的功耗值的两倍。即使更大的内部功耗，在较大的环境温度范围内 HWD2180 也不需要散热片，。由等式（1）假定 5V 电源电压和 8Ω 负载，每个放大器的功耗是 158mW。而最大的管壳耗散是 317mW。所得到的最大功耗一定不会比等式（2）得到的功耗值大：

$$P_{\text{DMAX}} = (T_{\text{JMAX}} - T_A) / \theta_{\text{JA}} \dots\dots\dots (2)$$



≡HWD2180≡

250mW 双声道音频功率放大器（带关断模式）

对于表面封装的 HWD2180 而言， $\theta_{JA}=170^{\circ}\text{C/W}$ 、 $T_{JMAX}=150^{\circ}\text{C}$ 。根据系统周围的环境温度 T_A ，等式（2）可以用来确定 IC 封装所支持的最大内部功耗。如果等式（1）的结果比等式（2）大，则必须降低电源电压、增加负载或者降低环境温度。对于 8Ω 负载 5V 电源的典型应用而言，在不超过最大结温的最大环境温度大约是 96°C ，达到这个温度时器件工作在最大功耗点附近。功耗是输出功率的函数，如果典型应用不处于最大功耗点附近，环境温度可以相应的增加。参考典型应用特性曲线。

3. 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是非常关键的。在旁路和电源引脚上的电容器应尽可能靠近器件。就如在典型工作特性一节所阐述的，由于增加了电源中点的稳定性，一个更大的电源中点旁路电容的影响，改善了低频 PSRR。典型运用中，使用一个 5V 的调节器，这个调节器具有一个 $10\mu\text{F}$ 和一个 $0.1\mu\text{F}$ 的旁路电容，有助于电源稳定，但不能排除对 HWD2180 的旁路电源的节点的需要。旁路电容的选择，特别是 C_B ，依赖于低频 PSRR、外部元件的正确选择一节所介绍的噪声特性、系统成本和尺寸约束。

4. 自动关断电路

如图 2 所示，在没有负载连接的情况下，HWD2180 可以配置为自动关断。这个电路是基于普通耳机插孔中的单一控制端口，这个端口和其中一个输出端形成常闭合开关。这个电路的输出（HWD2180 引脚 5 上的电压）基于两个开关的状态，当开关打开时，表示已经插入耳机，HWD2180 被使能；开关闭合时，HWD2180 被关断处于最小功耗状态。电路的操作相当简单， R_p 和 R_o 形成一个产生低于 5mV 门电压的电阻驱动器，这个门电压保持 NMOS 开关关断，而 R_{sd} 则将 HWD2180 的关断引脚上拉至电源电压，这使得 HWD2180 处于关断模式，同时电源电流降至 $0.7\mu\text{A}$ 。当开关打开时，产生相反的条件，电阻 R_p 将 NMOS 的栅压拉至高电平以打开开关，从而在 HWD2180 的关断引脚上产生一个逻辑低信号，这个状态使能



≡HWD2180≡

250mW 双声道音频功率放大器（带关断模式）

HWD2180，放大器处于正常的工作模式。

此类型电路在便携式产品领域中有着明显的价值，在这类产品中电池的寿命是很重要的，同时也有益于诸如“绿色 PC”功率意识的设计。

4. 自动开关电路

和自动关断电路非常相似的是图 3 的自动开关电路，自动开关电路利用 NMOS 开关的输入和输出在两个不同的音频放大器之间切换。HWD2180 用来驱动立体声单终端负载，而 HWD4861 则用以驱动内部桥式扬声器。

在这个应用中，HWD2180 和 HWD4861 并非同时工作。当耳机插孔内侧的开关打开时，由于 NMOS 开关闭合，HWD2180 被使能而 HWD4861 被关断。如果耳机不工作，设想内部扬声器应该开启，则 HWD4861 关断引脚上的电压为低电平而 HWD2180 为高电平，这使得 HWD2180 关断而 HWD4861 被使能。

为了简化示意图，在图 3 中仅画出了电路的一个声道，在典型应用中，一个 HWD2180 驱动外部立体声耳机，两个 HWD4861 驱动内部立体声扬声器。如果仅需要一个扬声器，一个单一的 HWD4861 可以作为一个叠加器混合左右声道输入到一个单声道中。

5. 外部元件的正确选择

使用集成功放时，外部元件的选择对于优化配置和系统性能是很重要的。当 HWD2180 作为外部器件组合时，必须仔细选择外部元件值。

HWD2180 整体增益稳定，为设计者提供了最大灵活性。HWD2180 应该用于低增益配置中以最小化 THD+N 的值、最小化信噪比。低增益配置需要大的输入信号来获取给定的输出功率，来自诸如音频编解码器的输入信号需要等于或者大于 1Vrms。参考音频功率放大器设计一节以获得正确增益选择的更多完整解释。

除增益之外，一个主要的设计考虑是放大器的闭环带宽，对于一个大范围而言，通过选择图 1 中的外部元件确定带宽。输入耦合电容 C_i 和输出耦合电容 C_o 形成第一级高通滤波器，这限制了低频响应。这些值应该基于频率响应的需要进



≡HWD2180≡

250mW 双声道音频功率放大器（带关断模式）

行选择。

输入输出电容尺寸的选择：

对于便携式设计而言，大的输入输出电容即昂贵又占空间，一个确定尺寸的电容需要耦合在没有严重衰减的低频响应中。但是，在许多情况下，用在便携式系统中的扬声器，无论内部的还是外部的几乎没有能力再现低于 100Hz~150Hz 的信号，因此，使用大的输入输出电容不可能增加系统的性能。

除了系统的成本和尺寸外，噪声性能被输入耦合电容大小影响，一个大的输入耦合电容需要更多的电荷以达到静态直流电压（通常为电源中点电压即 $1/2V_{DD}$ ），这些电荷来自于反馈的输出，往往在器件使能时产生噪声。因此，基于所需要的低频响应的基础上最小化输入电容，开启噪声能够被最小化。

除了最小化输入输出电容尺寸，旁路电容的尺寸也应该详细考虑。旁路电容 C_b 是最小化开启噪声的最要的元器件，它决定了 HWD2180 开启的快慢，HWD2180 的输出达到静态直流电压（通常为电源中点电压即 $1/2V_{DD}$ ）的过程越缓慢，开启噪声越小。选择 1.0uF 的 C_b 和一个小的 C_i (在 0.1uF~0.39uF) 将实现实质上没有噪声的关断功能。在器件功能正常（没有振荡或者汽船声）且 C_b 为 0.1uF 时，器件会更多的受到开启噪声的影响。因此，在所有的除了最高成本敏感的设计中推荐使用 1.0uF 或者更大的 C_b ，

6. 音频功率放大器设计

设计一个双 200mW/8Ω 的音频放大器

给定条件：

输出功率：200mW_{rms}

负载阻抗：8Ω

输入阻抗：20kΩ

带宽：100Hz ~ 20KHz ± 0.5dB

设计者首先必须确定需要的电源电压范围以获得预定的输出功率。而计算要求的电源电压范围需要知道两个参数， V_{OPEAK} 和漏电压（Dropout Voltage）。后者



≡HWD2180≡

250mW 双声道音频功率放大器（带关断模式）

的典型值是0.5V，可以从**典型工作特性曲线**中得到。 V_{OPEAK} 可由方程（3）确定：

$$V_{OPEAK} = \sqrt{(2R_L P_o)} \quad (3)$$

对于向8Ω负载输出200mW的输出功率，其所需的 $V_{OPEAK}=1.79V$ 。由于是单电源应用，最小的电源电压是 V_{OPEAK} 和 V_{OD} 总和的两倍。在大多数应用中5V是标准的电源电压，所以选择5V作为电源电压。额外的电源电压可使HWD2180再现一个峰值超过200mW且未被削波的信号。此时，设计者应确定电源选择及输出阻抗没有违反**功耗**一节中说明的条件，注意由等式（1）确定的最大功耗值应该乘2，因为在电路内部有两个独立的运放。

一旦功耗方程被确定，那么所需的增益就由方程（4）来决定：

$$|A_v| \geq \sqrt{(P_o P_L)} / (V_{IN}) = V_{ORMS} / V_{INRMS} \quad (4)$$

$$A_v = -R_F / R_i \quad (5)$$

由方程（4）可知，最小增益是：

$$A_v = -1.26$$

因为期望的输入阻抗是20kΩ，且增益为-1.26，所以 R_i 应该为27kΩ，假定电阻容差为5%。这种组合得到的是一个-1.35的额定增益。最后一个步骤是提出带宽要求：必须用一对-3dB频率点来表示，在距离通频带下-3dB点5倍远处是0.17dB。如**外部组件**部分所阐述的， R_i 与 C_i 、 C_o 与 R_L 构成第一级高通滤波器。因此为获得希望的±0.5dB衰减的100Hz低频响应的频率，两个极点都必须加以考虑。两个相同频率的单级滤波器的组成了第二级的响应。这会引引起一个信号，这个信号在距离单级滤波器-3dB点五倍远处下降0.34dB。因此，一个20Hz的频率被用在下列方程中以确保响应比100Hz下的0.5dB衰减的情况好。

$$C_i \geq 1/(2\pi * 20k\Omega * 20Hz) = 0.397\mu F \quad ; \quad \text{取 } 0.39\mu F$$

$$C_o \geq 1/(2\pi * 8\Omega * 20Hz) = 995\mu F \quad ; \quad \text{取 } 1000\mu F$$

高频极点是由所需的高频极点 f_H 和闭环增益 A_v 的乘积所决定的。如果闭环增益 $A_v=1.35$ 且 $f_H=100kHz$ ，那么则 $GBWP=135kHz$ ，它远小于HWD2180的12.5Mhz的GBWP。这表明如果设计者需要高端设计一个更高增益的放大器，则HWD2180

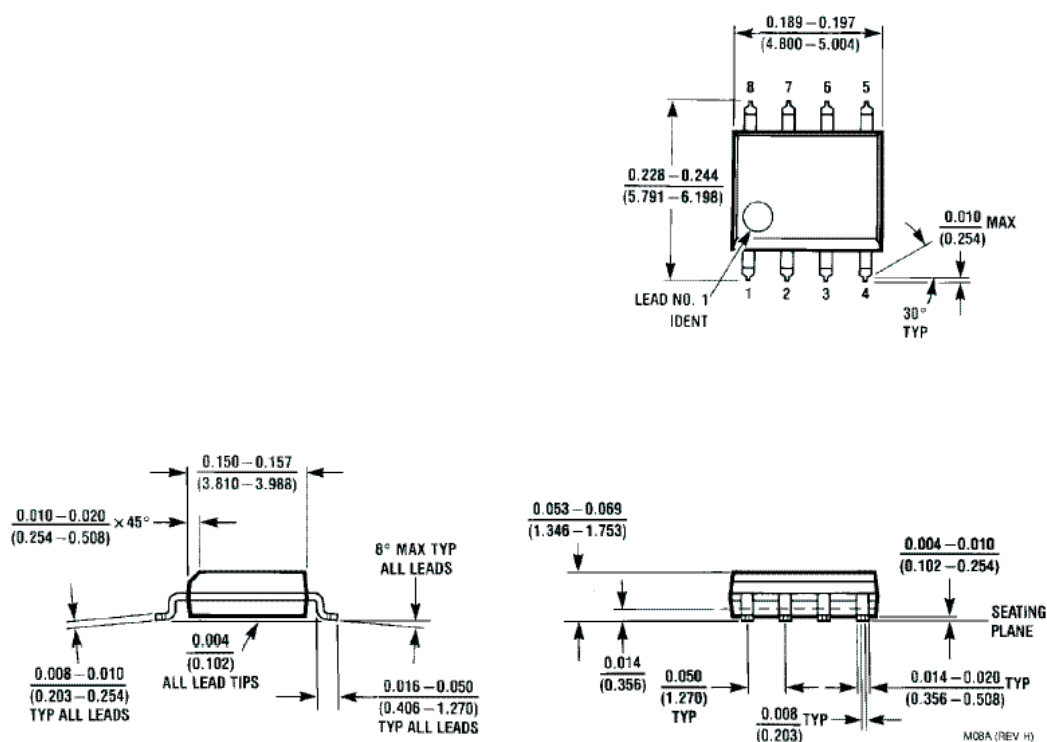


≡HWD2180≡

250mW 双声道音频功率放大器（带关断模式）

仍可使用而不受带宽范围的限制。

6. 封装信息

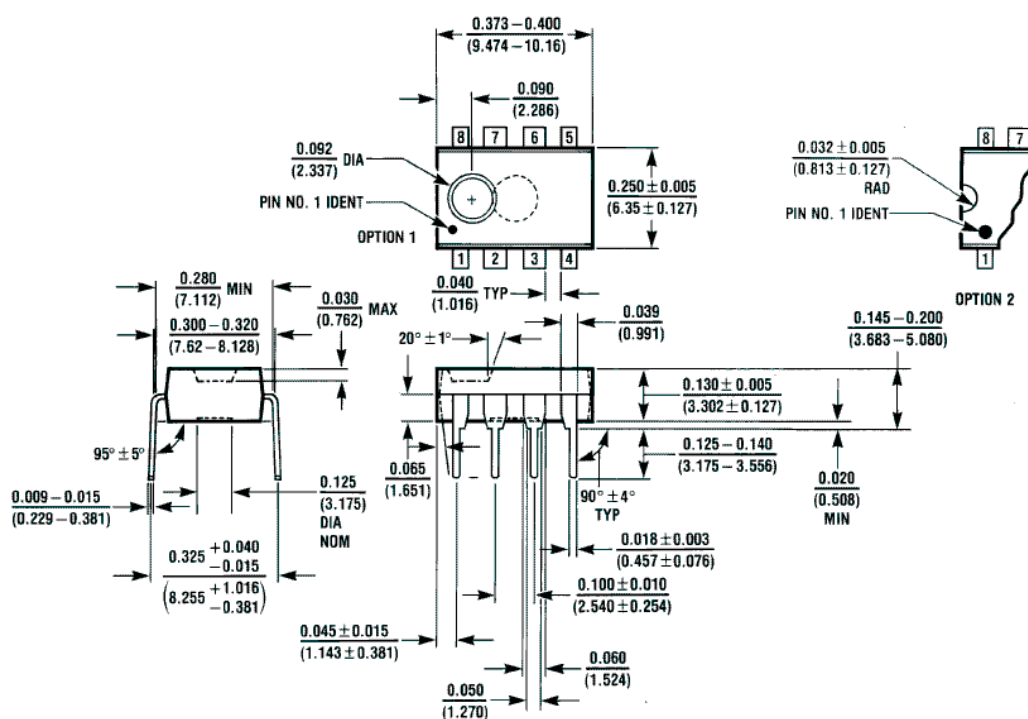


8-Lead (0.150" Wide) Molded Small Outline Package, JEDEC



≡HWD2180≡

250mW 双声道音频功率放大器（带关断模式）



8-Lead (0.300" Wide) Molded Dual-In-Line Package