

## 音频功放芯片的主要性能指标介绍

### 引言

音乐已经成为人们生活中不可或缺的一部分，人们对音质的要求也越来越高。在使用便携式音箱播放数字专辑时，会发现呈现的音乐效果不尽如人意，这是因为选择的音频功放及扬声器与音源不匹配造成的。音频功放，又称音频功率放大器。它能够将在音源输出的小信号通过功率管和运算放大器组成的复杂电路结构进行放大后输出，让外接的扬声器振动发声。选择一颗合适的音频功放芯片，才能够最大限度的还原声音的原有状态。音频功放的主要性能指标有：信噪比、失真度、输出功率、频率响应、转换速率等。

### 信噪比

噪声是音频功放自带的噪声，主要是由功率管（电子管、晶体管等）、集成电路及其寄生参数等产生。输出信号电压与同时输出的噪声信号电压比，就是信噪比（SNR，Signal to Noise Ratio）。

信噪比越大，表明混杂在信号中的噪声越小，音频功放的质量越高。根据高保真度要求，信噪比应达到 90dB 以上。信噪比计算公式如下：

$$SNR=20\lg\frac{S}{N} \text{ (dB)}$$

A 加权（A-Weighted）是一种用于音频测量的标准权重曲线，用于，模拟人耳对 40 方纯音（40dB SPL）的响应特性。声压电平源于 A 加权，用 dBA 表示，或称为 A 加权 dB 电平。A 加权是广泛采用的噪声的单值评价指标，可以通过声级计测量得到。

信噪比是动态范围的前提。动态范围是最大信号和最小信号的比值，如果信号小于噪声，那信号再小也没有意义，所以动态范围可以认为是最大信号与噪声的比值。所以，一定意义上，可以把信噪比看作音频功放的动态范围。

### 失真度

失真度是指处理过的声音与原声之间的差别。失真度越小，声音音质就越好。

谐波失真是指输出信号比输入信号多出的谐波成分。它是由于功率放大器工作状态不完全是线性造成的。

总谐波失真（THD，Total Harmonic Distortion）是指信号中存在的各谐波成分相对于基波的总和。总谐波失真计算公式如下：

$$THD=\frac{\sqrt{V_2^2+V_3^2+V_4^2+\dots+V_n^2}}{V_s} \text{ ( \% )}$$

其中： $V_s$ 为输入信号； $V_2$ 为二次谐波信号； $V_n$ 为  $n$  次谐波信号。

总谐波失真加噪声（THD+N，Total Harmonic Distortion+Noise），除了关注谐波失真，也关注噪声，是所有谐波及噪声在指定带宽下的影响。总谐波失真加噪声计算公式如下：

$$THD+N=\frac{\sqrt{V_2^2+V_3^2+V_4^2+\dots+V_n^2+V_{noise}^2}}{V_s} \text{ ( \% )}$$

其中： $V_{noise}$ 为噪声信号。

音频运放标称的总谐波失真 THD 一般为 1%~0.01%。不同的输入信号，不同的闭环增益，不同的输出功率，不同的扬声器负载会影响总谐波失真的测试值，通常也会标明相关条件，例如：THD=0.011%@15W 8Ω（输出功率 15W，负载为 8Ω时，THD 为 0.011%）。

失真与输出功率的关系曲线如图 1 所示，输出功率在 1~25W 时，失真相对较低，输出功率大于 25W 时，已经到了输出极限，失真度急剧增加，会存在信号的削顶失真。

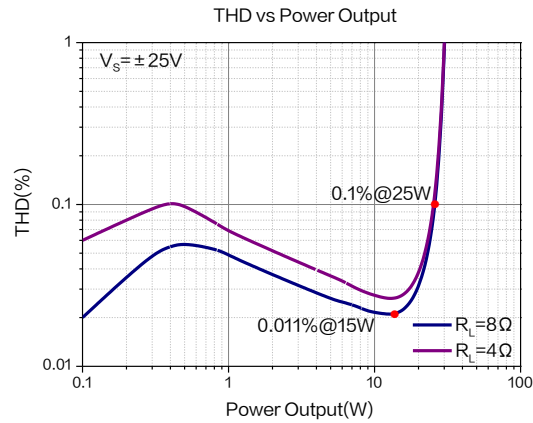


图 1.失真与输出功率曲线

## 输出功率

输出功率指在指定电压条件下，满足一定的失真度时，音频功放在负载上的输出能力。输出功率影响音频信号的振幅，体现在主观感受上就是声音的大小。

需要注意的是，比较这个参数的时候，要注意测试条件的区别。不同的供电电源，不同的扬声器负载，不同的滤波器，不同的失真度要求都会对输出功率产生很大的影响。输入电压与输出功率关系曲线图如图 2 所示，输出功率随供电电压的增加而增加。

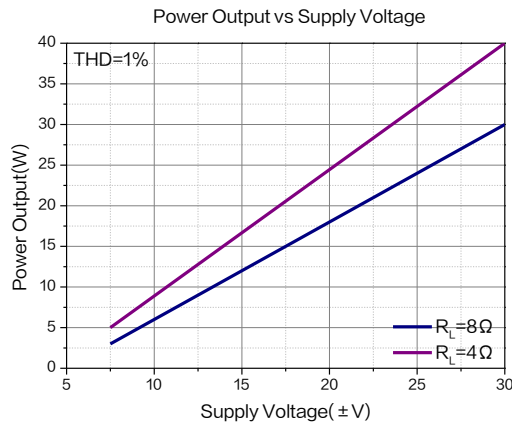


图 2.输出功率曲线图

## 频率响应

人耳可听闻的频率范围大约在 20Hz~20kHz，也就是说音频功放能够对此范围内的信号有响应即可。

音频信号的频率与我们主观感受的音调相关。频率越高则音调越高，也就是声音比较尖锐；频率越低则音调越低，也就是声音比较低沉。

频率响应是指音频功放对不同频率表现得放大性能，实际上就是测量对高频、中频、低频各频率信号的放大倍数是否均匀。理想的频率特性曲线应该是平直的，但通常来说，音频功放对高频和低频段信号的放大倍数会有所衰减，若衰减过度，则会影响到该频段信号的保真度。20Hz~20kHz 的变化范围在 3dB 之内，如图 3 所示。

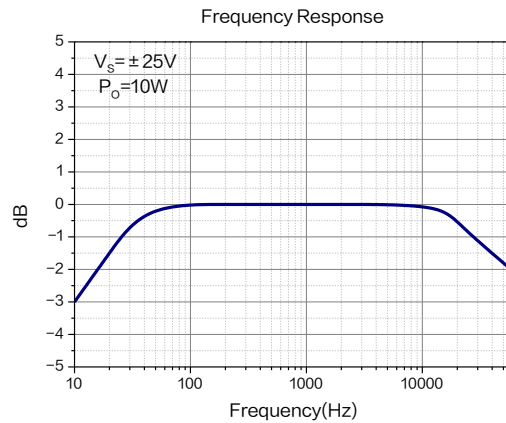


图 3.频率响应特性曲线

## 转换速率

转换速率 (SR, Slew rate) 是指输入为阶跃信号时闭环放大器输出信号的最大变化速度, 也称压摆率。由于运放后输出信号为具有“一定斜率”的信号波形, 信号上升 10%~90%所需要的时间表示为信号的上升沿时间  $\Delta t$ , 对应的信号上升幅度为  $\Delta V$ 。压摆率计算公式如下:

$$SR = \frac{\Delta V}{\Delta t} \text{ (V/us)}$$

音频功放的转换速率与高音质量和性能有很大影响。转换速率越快, 捕捉的高频信号越准确。

需要注意的是, 为了避免正弦信号的严重失真, 信号的频率和输出信号的幅度必须有一定的限制以保证输出信号的最大斜率不会超过运放的压摆率, 否则输出信号将会失真, 类似于一个三角波。

## 总结

为了保证音源质量的前提下最大限度地放大声音, 就需要选择合适的音频功放芯片来匹配音源与扬声器。通常来说, 信噪比越高、失真度越低、输出功率越大、频率响应特性越好、转换速率越高的音频功放芯片, 性能越好。