

本文应用文章的目的是，旨在帮助不是功率放大器专家的人员了解放大器的基本参数，从而正确选择适用于测试和实验的放大器设备。简单地说，放大器的作用是将信号的大小以一定倍数放大，当信号源不能产生足够用于当前任务的输出电平时，放大器是必需的。要选择合适的放大器，了解一些不同的参数以及它们对性能的影响是非常重要的。要了解的最重要的参数是：

- 增益
- 带宽 (BW)
- 转换率 (SR)
- 总谐波失真 (THD)
- 输入阻抗
- 电流限制

理解这些参数，并认识到每个参数如何影响性能，将有助于放大器选择过程。

### 1. 增益

增益是放大器输出与输入之比。以电压放大器为例，如果信号为1V，放大器的增益为50倍，则输出为50V。需要注意的是与此同时，信号的电流或功率也可以放大。通常，电压放大器也会提供电流输出，了解最大输出电压以及最大电流很重要。有关更多信息，请参阅限流部分。

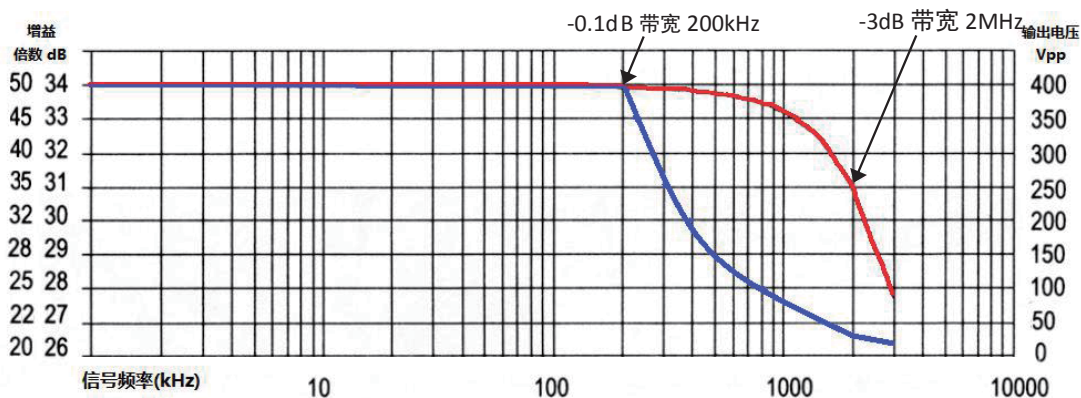
增益可以以“倍数”或“dB”来表示，对于电压增益来说 $G_{dB} = 20 \times \lg G$ 倍数。使用dB表示增益的好处是，当增益较大时，dB形式的数字较小，方便使用(例如5000倍等效于80dB)。

### 2. 带宽 (BW)

带宽是指信号能够通过放大器的频率。随着信号频率的增加，放大器必须响应更快，此时往往受其设计限制。了解低频率限制是很重要的，因为许多应用需要在直流偏置下操作；通常，低频率对于能够以0Hz或DC运行的放大器来说并不是问题。

随着频率增加，当超过某一频率时，输出电压会缓慢下降。带宽的典型定义是，放大倍数降低-3dB时的频率，也被称为3dB带宽。还有一种带宽表示形式是0.1dB带宽，即放大倍数降低-0.1dB时的带宽。0.1dB带宽更能表征放大器“满电压/功率”的频率范围，因此更为重要。电压、频率和放大倍数的曲线直观的体现这一指标，因此选型时一定要要求放大器厂商提供该曲线。

下图是TEGAM放大器的增益(红色)和最大输出电压(蓝色)随频率变化的曲线。



### 3. 压摆率 (SR)

压摆率用来描述放大器的输出能够以多快地速度增加或减小。理想情况下，输出应该是即时且准确的；但是，如果输出信号非常大，并且输入端有非常快速的变化，放大器则无法即时、准确的响应。摆率单位是伏每秒(V/S)或伏每微秒(V/μS)，更高的压摆率表明放大器响应速度更快。

### 4. 总谐波失真 (THD)

THD是表示放大器引入误差的参数，可以用dB或%表示；THD越小越好，因为它表示更准确的信号再现。有时也写成THD + N，表示总谐波失真和噪声的共同影响。噪声对放大器内放大的信号产生不良干扰。THD + N规格将两种误差来源组合在一起，可以在设备之间进行比较。

### 5. 输入阻抗

输入阻抗表示驱动放大器输入所需的电流。理想情况下，放大器输入阻抗很高，因此需要电流很小。

然而，高输入阻抗会限制放大器带宽，并引入附加噪声。大多数放大器设计为50Ω输入阻抗，与信号源兼容；同时50Ω同轴电缆易于制作，是最佳信号和功率传输的合理折衷。

信号源的输出阻抗和放大器的输入阻抗匹配，以实现精确的信号传输非常重要。在某些情况下，信号源由DAQ卡或插入计算机板组成，与50Ω阻抗不兼容。更高的放大器输入阻抗约2KΩ通常足以解决这个问题，TEGAM电压放大器提供该2KΩ输入阻抗的选项。

6. 电流限制 - 电阻和容性负载

放大器驱动的设备被称为负载。负载决定了在给定电压下，放大器的输出电流。最大输出电流受放大器设计限制，以防止损坏。如果负载基本上是电阻性的，例如加热器元件，则通过使用欧姆定律来验证放大器的电流大小是相当容易的。

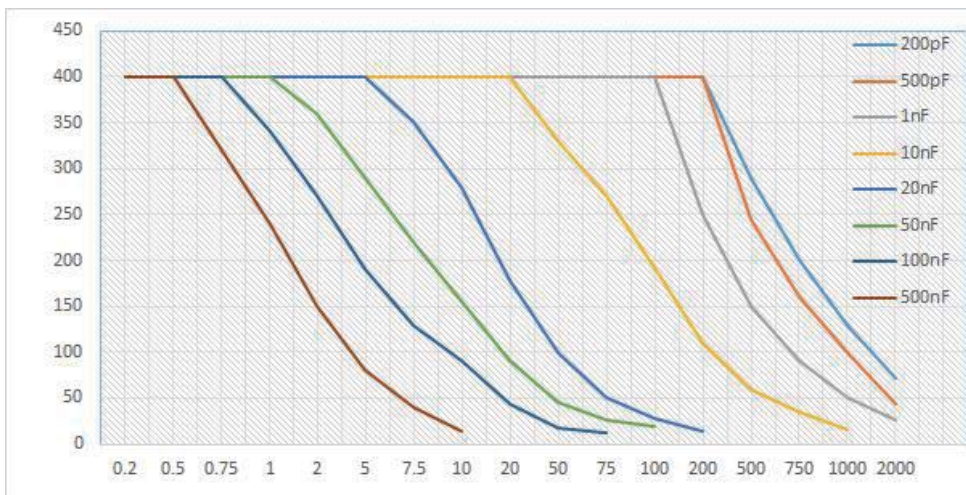


上图：纯电阻性负载，在电压放大器的输出端



上图：容性负载，在电压放大器的输出端，  
电流随频率升高而增大

但是压电式传感器（PZT）和MEMS静电执行器等负载主要是电容式，电容器的负载效应随频率而变化，因此必须予以考虑。阻抗表示为： $Z = R + jX$ ；其中，R和X分别是电阻和电抗。随着频率增加，或电容值增大，容抗（ $X_C$ ）会变小；我们知道 $Z_C$ 的幅度可以表示为： $Z_C = \sqrt{R^2 + X_C^2}$ 。对于容性器件，其电阻R可忽略不计。阻抗 $Z_C$ 随着频率或电容值的增加而降低，此时需要更大的电流，就会受到最大输出电流的限制而无法实现。下图是不同电容值时，TEGAM电压放大器的输出电压随频率变化的曲线，横坐标-频率(KHz)；纵坐标-最大输出电压(Vpp)。



最后一种情况是电感负载，如电磁线圈、电机、继电器线圈和其他机电致动器。与电容器一样，感性负载也随频率而变化。随着频率增加，或电感值增大，其感抗（ $X_L$ ）会变大。因此，感性器件的阻抗 $Z_L$ 在低频时很小，在高频时则很大，甚至等效为开路。

以上这些示例显示了具有不同类型负载的放大器中的不同电流要求。

对于非电气工程师而言，这些参数可能不被普遍理解。但是，阅读该应用文章后，您将获得有关选择放大器的基本信息。如果您有任何意见或想要讨论您的放大器相关问题或需求，请发送邮件至 china@tegam.com或致电010-8225 0997、82251181咨询TEGAM工程师。

美国钛淦公司北京代表处 | 北京朝阳马甸裕民路12号元辰鑫大厦E1座603室 100029

电话：010-82250997，82251181 | 传真：010-82251938 | 邮箱：China@tegam.com | 网址：www.tegam.com.cn