

非常见问题解答

来自ADI公司电话记录的奇怪但真实的故事

放大器，还是衰减器，或两者皆可？

问题：我能够将放大器用作衰减器吗？

回答：这是一个非常有趣的问题。表面看来这似乎有悖常理，但实际上人们想这么做确实有一些很好的理由。对于运算放大器来说，一个最有用的功能就是阻抗变换。在运算放大器之前，用上一个无源衰减器，或者将一个放大器用作衰减器，将能充分发挥运算放大器的这一功能。不过，必须事先注意一些问题。

当将放大器用作衰减器时，放大器的增益小于单位增益($G < 1$)。因此一个前提就是放大器必须配置成反相器，这是因为反相增益为 $G = -R_F/R_G$ ，而同相增益为 $G = (R_F/R_G) + 1$ 。通过简单分析好像看出，可用作放大器/衰减器的唯一可行配置就是反相，实际上未必，就像前面所述，加在同相放大器之前的无源衰减器提供同相输出。但也可以用一个差分放大器或者差动放大器，这两者的增益都是 $G = R_F/R_G$ 。于是，实际上既可以采用反相放大器、亦可以采用同相放大器作为衰减器……或者就作为放大器使用。

上面提到过将放大器用作衰减器时需要注意一些问题。首先，就是当所用的反馈电阻阻值非常大的时候，这将带来几种隐患：一是系统噪声增大，二是失调电压变高，还有就是稳定性问题。较大的反馈电阻，加上放大器的输入和杂散



电容，将会在放大器的反馈响应中引入一个极点，从而带来附加相移，进而减小放大器的相位裕度，并导致不稳定。

还有一个更重要的考虑因素就是噪声增益，以及它如何与放大器稳定性相关。切记，这里指的是噪声增益，而非决定放大器稳定性的信号增益。无论是反相还是同相放大器，此噪声增益都一样，均与同相增益相等。例如一个反相放大器，其信号增益为-0.5，同时还有一个1.5的噪声增益。一旦噪声增益确定，就可以转换成开环增益和相位图，来检查放大器的相位裕度和稳定性。如果在所选噪声增益上，其相位裕度为 45° 以上，该放大器工作才会稳定，如果小于 45° ，就可能出问题。另外一个方法就是在保持信号增益较低的同时，增加其噪声增益，不过这要等到另一期非常见问题解答中再予以讨论。

欲了解有关放大器作为衰减器的更多信息，请访问：

<http://www.analog.com/raq/attenuators>



John自2002年开始在ADI公司工作，担任高速放大器部门应用工程师。加入ADI公司之前，他曾在IBM的RFIC应用部门和M/A-COM公司工作了20年。John还是ADI公司“非常见问题解答”(RAQ)栏目的共同作者。他拥有30多年的电子行业工作经验，曾撰写过许多文章和设计构想。

有关模拟技术的棘手或罕见问题，请提交至：
raq@reedbusiness.com

欲获得ADI公司的技术支持，请拨打
4006-100-006

主办单位

