

# 不常见问题解答

来自美国模拟器件公司通信记录奇怪但真实的故事

## 如何不为有源滤波器设计所困惑？

**问题：**为什么我精心设计的有源滤波器未能达到其技术指标要求？

**回答：**这是因为许多有源滤波器软件忽略了“实际的”放大器特性。最近，我度假去红海潜水。临行之前，我把自己的手机和计算机都留在了家里，并把所有的工作都暂时抛在一边。但是，我却犯了一个愚蠢的错误，那就是用带有“Analog Devices”字样的帆布背包把毛巾和相机带到了潜水船上。在我的潜水伙伴中，有一位来自



俄罗斯的游客，名叫Ekaterin。她刚刚采用ADI的运算放大器设计了一款有源滤波器，而且遇到了一些问题。她一眼就认出了我帆布背包上的“Analog Devices”公司标志，这下只好先中断我的休假！

她的滤波器设计无懈可击。Spice软件分析确认了这一点，而且元件的允许误差也很合适。幸运的是，我不必借助计算机就弄清了滤波器未能发挥预期效用的原因。其设计是利用一个“理想的”运算放大器来制作的，其中所有的参数要么是零，要么就是“无穷大”。而现实生活很少会如此“顺心”。

电压反馈运算放大器通常具有高开环增益和单极点频率响应。高精度运算放大器虽然具有高于106的增益，但其增益带宽乘积一般不过几兆赫兹（MHz）而已，所以，其开环增益开始以几赫兹（Hz）的速度下降。到20kHz（声谱的上限）时，精密运算放大器的开环增益有可能小于50，这么低的增益会使设计的有源滤波器性能下降。此外，在大信号输入条件下，放大器的转换速率也会限制其频率响应。

高速运算放大器不存在这些问题，但是，许多快速运算放大器会出现电容性反馈引起的振荡。由于许多有源滤波器的拓扑结构都采用了电容性反馈，因此，采用电流反馈运

算放大器来设计有源滤波器并非明智之举。

设计师常常采用高阻值电阻器，以便能够使用小型、廉价的精密电容器。流经大电阻器的偏置电流由于电阻中产生的电压降会使放大器的失调电压增加。另外，运算放大器的噪声电流也会增加对系统噪声的作用。

电阻器的热噪声（又称约翰逊噪声）也有可能超过运算放大器的噪声。并不是所有的滤波器设计师都会考虑到这一点，而且，他们也不会总是记得提供正确的高频电源去耦，故而导致放大器的高频响应性能降低。

Ekaterin遇到的问题是由于采用了一个速度过慢的放大器造成的，很幸运，我能够向她推荐一款速度较快的放大器。在我结束度假回家后不久，就得知这种做法令她的电路轻松地超越了其所需的性能。在解决了有源滤波器问题之后，我们两人重新潜入水中，尽情享受美轮美奂的海底世界，再也没有工作上的事情搅乱我的思绪了。

有关运算放大器和比较器的  
更多知识，请浏览：

<http://ednchina.com/4402-500.aspx>



特约作者詹姆斯布赖恩特 (James Bryant) 自1982年起，担任美国模拟器件 (Analog Devices) 公司欧洲区的应用经理。他拥有英国利兹大学的物理学学位和哲学学位，并且是注册工程师 (C.Eng.)、欧洲注册工程师 (Eur.Eng.)、电机工程师协会会员 (MIEE) 以及对外广播新闻处 (FBIS) 会员。除了钟情于工程之外，他还是一名无线电爱好者，他的呼叫代号是 G4CLF。

关于模拟技术，  
有什么棘手或  
罕见问题？

请给

[raq@reedbusiness.com](mailto:raq@reedbusiness.com)

发邮件。

主办单位：美国模拟器件公司 (ADI)

