

电流反馈运算放大器噪声考虑因素

在多数高速运算放大器应用中，一般都需要考虑总输出均方根噪声。由于其中涉及高带宽，因此，输出均方根噪声的主要贡献因素是白噪声， $1/f$ 噪声可以忽略不计。

典型的高速运算放大器的带宽大约大于150 MHz，双极性电压反馈(VFB)输入级的输入电压噪声范围为1至20 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ 左右。

对于VFB运算放大器，反相和同相输入电流噪声一般相等，而且几乎总是不相关。宽带VFB运算放大器的典型值范围为0.5至5 pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$ 。当增加输入偏置电流补偿发生器时，双极性输入级的输入电流噪声会提高，因为它们的电流噪声不相关，因而会以(以和的平方根的方式)增加双极性级的内生电流噪声。然而，偏置电流补偿很少用在高速运算放大器中。

电流反馈(CFB)运算放大器中的输入电压噪声一般低于带宽与之近似相同的VFB运算放大器。其原因在于，CFB运算放大器中的输入级一般在较高的电流下工作，从而使发射极电阻下降，结果导致电压噪声降低。CFB运算放大器的典型值范围为1至5 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ 。

CFB运算放大器的输入电流噪声一般大于VFB运算放大器，因为其偏置电流普遍较高。CFB运算放大器的反相电流噪声和同相电流噪声通常不同，因为它们采用的是独特的输入架构，二者表示为独立的规格参数。多数情况下，反相输入电流噪声是二者中较大者。CFB运算放大器的典型输入电流范围为5至40 pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$ 。这可能占据主导地位，但如果增益极高(当 R_1 较小时)则不在此列。

输出噪声中的主要噪声源在很大程度上取决于运算放大器的闭环增益以及反馈电阻和前馈电阻的值。如果闭环增益的值较高，则运算放大器电压噪声将有可能成为输出噪声的主要贡献因素。低增益时，还需要考虑输入电流噪声的影响，这种影响可能成为主导因素，尤其是在CFB运算放大器的情况下。

高速运算放大器电路中的前馈电阻和反馈电阻的范围从不到100 Ω 到1 k Ω 以上不等，因此，如果不了解具体的值以及闭环增益，则很难从总体上概括它们对总输出噪声的影响。

计算噪声的最佳方法是写一个简单的电子表格程序，以自动进行计算，其中要包括所有噪声源。可以使用下面图1中的等式。请注意，这些对VFB运算放大器来说也是一样的。另外，在多数高速运算放大器应用中，对于100 Ω或以下的源阻抗，源阻抗噪声往往可以忽略不计。

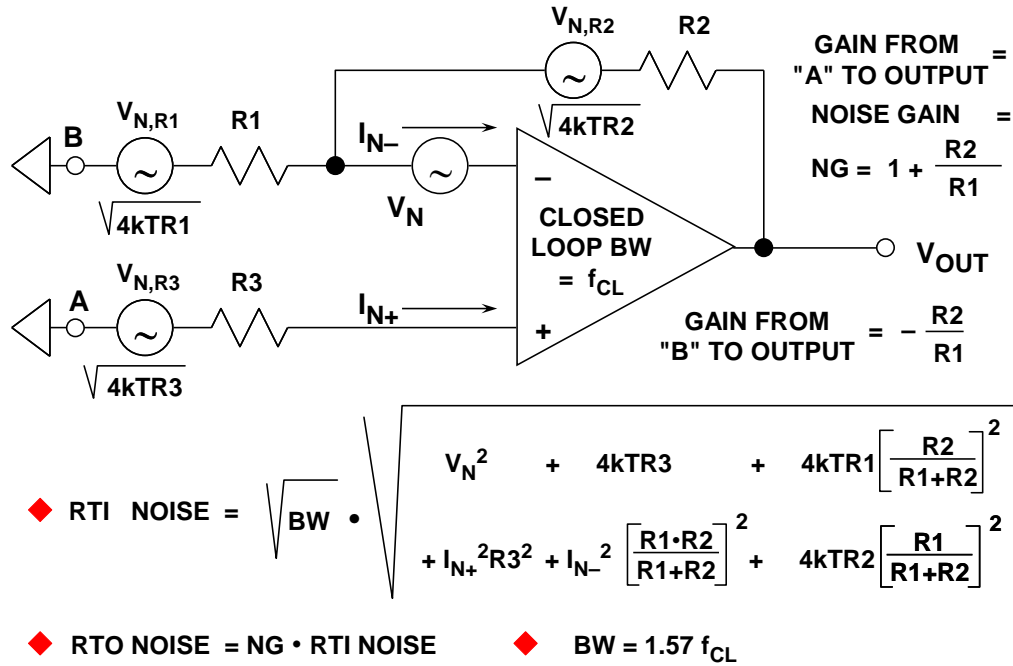


图1：如果仅存在少量增益尖峰现象，则CFB和VFB运算放大器使用相同的噪声模型

以上分析忽略了闭环频域响应中的增益尖峰现象的影响。然而，CFB运算放大器中的增益尖峰如果超过1 dB左右，结果可能导致不稳定和振铃。为此，假若增益尖峰降至最低限度，则以上模型的精度一般都能满足需要。

参考文献

1. Hank Zumbahlen, *Basic Linear Design*, Analog Devices, 2006, ISBN: 0-915550-28-1. Also available as [Linear Circuit Design Handbook](#), Elsevier-Newnes, 2008, ISBN-10: 0750687037, ISBN-13: 978-0750687034. Chapter 1.
2. Walter G. Jung, *Op Amp Applications*, Analog Devices, 2002, ISBN 0-916550-26-5, Also available as [Op Amp Applications Handbook](#), Elsevier/Newnes, 2005, ISBN 0-7506-7844-5. Chapter 1.

Copyright 2009, Analog Devices, Inc. All rights reserved. Analog Devices assumes no responsibility for customer product design or the use or application of customers' products or for any infringements of patents or rights of others which may result from Analog Devices assistance. All trademarks and logos are property of their respective holders. Information furnished by Analog Devices applications and development tools engineers is believed to be accurate and reliable, however no responsibility is assumed by Analog Devices regarding technical accuracy and topicality of the content provided in Analog Devices Tutorials.