

Transimpedance amplifiers for wide range photodiodes have challenging requirements

68 電子產品世界 2015.4 www.eepw.com.cn

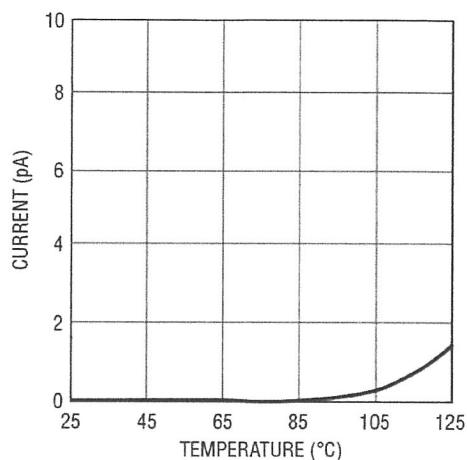


图3 LTC6268 的输入偏置电流在整个温度范围内保持低水平

无缓冲双极放大器不适合很多高跨阻增益应用。为此，相比于双极放大器，人们通常优先选择具有一个 FET 输入级的运放，因为它们天生具有较低的输入电流，在室温条件下常常为几个 pA 或更低。但是，输入 ESD 保护二极管在变热时会发生泄漏，从而造成输入电流随温度呈指数性上升。一个在室温下具有 pA 级偏置电流的运放在 125 °C 时输入电流达到 nA 级的情况并不少见。本文稍后将介绍一款通过 ESD 二极管的自举来解决该问题的运放。另一种可选方案是使用一个分立的 FET 在放大器输入端上对光电二极管进行缓冲，但这需要一个额外的组件（相应地需要占用电路板空间），而且具有相对较高的输入电容。

由于动态范围是最大输出信号与噪声之比，因此应选择具有足够低噪声的运放，这一点很重要。运放的电流噪声和电压噪声均至关重要，其影响程度的高低取决于 R_F 和 C_{IN} 的数值。输入电容 C_{IN} （见图 2）是光电二极管电容、放大器输入电容和电路板

杂散电容的组合。在跨阻抗放大器电路中，电流噪声与 R_F 相乘，从而使噪声表现为一个输出电压误差。另外，放大器的电压噪声与噪声增益相乘。因此，对于较高的 R_F 值，电流噪声 (i_n) 变得更具支配作用，而对于采用高 C_{IN} 的电路，电压噪声 (e_n) 居主导地位。想找到一款兼具低电流噪声和低电压噪声的运放会是一件十分棘手的事。

此外，输入电容还限制了带宽。有关于此的一种思考方法是：把输入电容器的阻抗看作是传统负输出运放配置中的增益电阻器 (R_G)。该电容器越大，则阻抗越小，而且运放“承受”的有效增益 ($1 + R_F/R_G$ ，常被称为噪声增益) 越大。由于放大器的带宽与增益之间成反比关系（因增益带宽乘积的恒定特性之故），因此这意味着大的输入电容将限制电路带宽。对此也可以从稳定性的角度来思考。运放输入端上的电容会在频域中产生一个极点，或在时域中产生一个延迟。通过增设一个（有意的，而不是寄生的）反馈电容器 (C_F)，可对该极点进行补偿以使电路稳定。该电容越大，对电路带宽的限制也就越大。因此，应选择一个具有低输入电容的放大器，并谨慎地进行电路板的布局以消除杂散输入电容和反馈电容，这一点很重要。

具有 fA 级偏置电流的新型运放 LTC6268 是针对本文所述的高速、高动态范围光电二极管电路所需之性能而优化的放大器范例。其利用片内 ESD 保护二极管的自举实现了极

低的输入电流。通过创建输入电压的一个缓冲“副本”并将之馈入分离的 ESD 二极管，可在正常操作期间将二极管电压和电流保持在极低的水平。结果是：在 85 °C 和 125 °C 温度条件下分别提供了 0.9 pA 和 4 pA 的保证最大输入电流。典型输入电流性能示于图 3。虽然该电流仍然随温度的升高而增大，但是与其他放大器相比其增幅低了几个数量级。LTC6268 提供了 500 MHz 增益带宽，从而实现了 LTC6268 产品手册中所示的单级电路（从 20 k Ω 跨阻抗增益和 65 MHz 带宽至 499 k Ω 跨阻抗增益和 11.2 MHz 带宽）。由于只采用了 0.45 pF 输入电容，因此在总的电路电容中 LTC6268 只占了很小的一部分，因而保持了高带宽。LTC6268 的输入参考电压和电流噪声分别为 4.3 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ （在 1 MHz 时）和 5.5 fA/ $\sqrt{\text{Hz}}$ （在 100 kHz 时）。而且，LTC6268 的宽带宽、低失真和高摆率使其适合于高速数字化应用。

尽管市面上销售的运放数以百计（假如不是数以千计的话），然而要找到一款用于高速、高动态范围光电二极管电路的合适跨阻抗放大器却非常具挑战性。每个电路都有其一组独特的性能特征要求，包括极低的输入偏置电流和输入电流温度漂移、高速度（例如：增益带宽乘积和摆率）、低电压和电流噪声的正确平衡、以及低输入电容。另外，还应特别谨慎地对待电路板布局，以最大限度地减小将会对电路的准确度和速度产生限制的漏电流和杂散电容。LTC6268 代表了一种针对高性能 TIA 应用而优化的新型运放。EW