

非常见问题解答—第133期

电流检测常识

作者: Gustavo Castro

共享   



问:

我需要测量电流，但不知道应使用哪一款放大器。我应该从何处着手？

答:

电流测量在很多应用中都是必要的，包括执行器控制、测试与测量、传感器信号调理以及电能计量(仅举数例)。根据不同的应用，设计工程师必须甄别检测和调理电流的最佳方法¹。当有多种选择的时候，问题就来了。例如，在精密电流测量中，可以使用分立式运算放大器来构建跨导放大器，或者从众多的集成式放大器中选择一款来使用；那么对于特定应用而言，哪个放大器最适合进行电流测量？

显然，测量电流时，电流应当与电路串联，并且不应成为电路的负担。小型分流器件(比如电阻)通常会产生小电压，需对其进行放大和/或电平转换。分流电阻相对较低，以便最大程度地减少其负担，并且在某些情况下使功耗最小化。无论何种情况，都面临着处理小电压的挑战。此外，分流器可能不会接地，这就意味着必须以差分方式测量电压，并将该电压进行电平转换。根据应用，电流的变化可能达到很多数量级，从阿安到数安(或更高)都有可能。为了简化选型过程，让我们回顾几种选择及其使用场景。

在电路上插入一个分流器(如图1a所示)，并使用运算放大器缓冲或放大可能是最直接的方法，但这种方法不提供任何电平转换。低端电流检测可以采用这种方法。只需降低分流值同时提高放大器增益(如图1b所示)，即可最小化负担电压；但通常会牺牲噪声和精度性能。将负担电压降为最低的一种更好方法——尤其是存在低电流时——是采用跨导放大器电路(TIA)，亦称为电流-电压转换器(或者I-V转换器)。图1c显示了使用TIA如何等效于在运算放大器周围摆放分流器，其目的在于将负担电压降低至接近于零²。只要电流低于运算放大器的输出限流(通常是mA级别)，它就能起作用。由于负担电压较低且不变，因此通常采用TIA来确保传感器(比如光电二极管)的电流输出具有极其精确的结果。TIA有时候可能无法实现，比如我们希望测量的电流不在负载的接地侧。高端电流检测或测量远程环路中的电流时便是这种情况。此时可使用仪表放大器，该器件便于使用且具备高精度(如图1d所示)。这些器件已成功用于很多高精度电流测量中，包括4 mA至20 mA环路接收器、电能计量和传感器接口(仅举数例)。

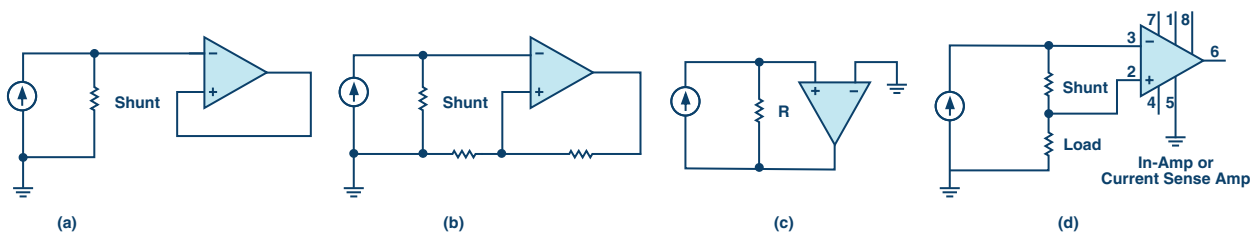


图1. 电流检测拓扑

在一些实例中，分流器叠加到共模电压摆幅上，导致超出传统放大器的电源范围，使系统过于昂贵(比如，需要进行隔离)。与仪表放大器不同，差动放大器和电流检测放大器IC可在较大的换向共模电压存在的情况下测量电流。它们是高性价比且鲁棒的选择，非常适合电机和执行器控制应用。

开始着手新的电流检测设计前，考虑上述选项，并尽可能了解一些在线设计工具，比如光电二极管向导和针对仪表放大器的钻石图工具。如果传感器或线缆电容已知，则光电二极管向导还能用来设计正确补偿型TIA，哪怕光电二极管并不真正需要用到。钻石图工具可以根据分流器工作范围而立即图形化显示仪表放大器的工作区域。或者，请访问EngineerZone®中文技术论坛，了解其他人是怎么做的。希望这些建议能帮助您找出对您的电流检测应用而言最佳的选择。

参考文献

¹ 关于漫画：在本杰明·富兰克林的时代，人们尚未认识到著名的风筝实验是多么的危险。圣彼得堡的一名教授在重复这个实验的时候，一个闪电球通过连杆击中了他的前额，令其当场死亡。资料来源：Camenzind, Hans. *Much Ado About Almost Nothing: Man's Encounter with the Electron*. Booklocker.com, 2007年。

² 或者几乎为零，因为放大器失调和折合到输入的误差无法消除。

[电流检测放大器](#)。ADI公司。

[EngineerZone®中文技术论坛](#)。ADI公司。

[仪表放大器](#)。ADI公司。

[仪表放大器钻石图工具](#)。ADI公司。

[光电二极管电路设计向导](#)。ADI公司。

Gustavo Castro [gustavo.castro@analog.com] 是马萨诸塞州威明顿市线性和精密技术部门的应用工程师。其主要兴趣是精密信号调理和电子仪器的模拟与混合信号设计。2011年加入ADI公司之前，他在National Instruments从事高性能数字万用表和精密直流源设计工作达10年。Gustavo拥有墨西哥蒙特利技术学院电子系统学士学位和美国东北大学微系统与材料硕士学位。他拥有三项专利。



Gustavo Castro

该作者的其它文章：

[非常见问题解答——第128期](#)，2016年4月