

非常见问题解答—第141期 “有时，信号需要接近电源轨传输”

作者：Daniel Burton

共享



问：

我在给一个精密传感器模拟前端设计信号调理模块，我是否应该使用轨到轨输入的运放？

答：

可能要用，这取决于传感器输出信号是否会迫使运算放大器达到一个接近供电轨的电压。例如，若要通过一个精密10 Ω 并联电阻监控0 mA至500 mA的负载电流，则最大输出电压将是5 V。如果放大器电源电压为5 V，那么您将需要选择一个具有轨到轨输入电压范围的放大器。

许多运放的经典输入级为晶体管差分对。为使运算放大器放大输入端的共模电压(V_{CM})信号， V_{CM} 和电源电压之间必须有足够的裕量。如果 V_{CM} 太接近任一供电轨，以至于输入对缺乏裕量，则输入失调电压和其他重要参数会降级，引起精度损失，如图1所示。正是这些裕量要求规定了运放的额定输入电压范围(IVR)。业界的一些最高精度放大器（如ADA4610），即采用这种经典输入结构。只要输入电压远离供电轨，它便有出色的精度。

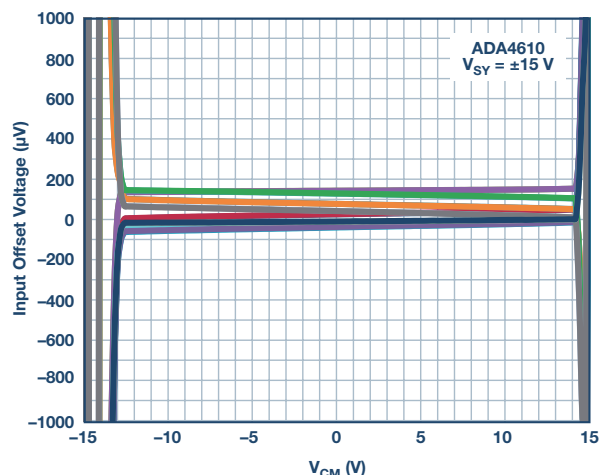


图1. ADA4610典型输入失调电压与共模电压的关系

如果传感器的输出信号不包括 $V+$ 轨，但其范围会一路低到负供电轨，则它需要一个能接受 V_{CM} 也低至 $V-$ 的放大器。此类运放称为单电源运放，因为将 $V-$ 接地后，只需要一个电压源。单电源运放采用特殊电路拓扑，支持放大接近 $V-$ 轨的信号。

类似地，有些应用要求运放能在 $V-$ 到 $V+$ 的输入范围内保持高精度。这称为轨到轨输入(RRI)运算放大器，此类运放通常有两个差分对，一个轨一对。ADA4661是RRI运放的经典范例。如图2所示，它在整个电源电压范围内具有出色的精度。

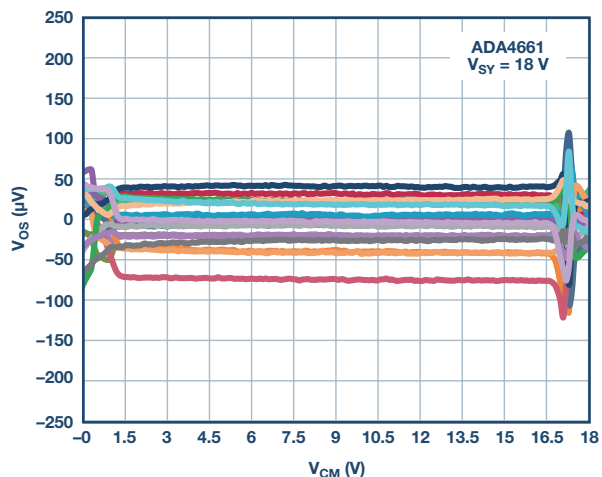


图2. ADA4661: 轨到轨运算放大器，典型输入失调电压与共模电压的关系

当输入由两个差分对组成以实现轨到轨输入时，既有利也有弊。当 V_{CM} 从一个对跃迁至另一个对时，会有一个小交越失真反映在失调电压中。对于ADA4661，您可以看到失真幅度约为50 μV ，发生在 $V+$ 轨以下大约2V。虽然这在某些系统中可能不严重，但在其他系统中，您可能需要避免此失真。一种解决方案是通过系统设计让输入电压保持在交越电压以下。在图2中，它仍会提供16V以上的IVR。电源电压较低（例如5V）的应用会带来挑战，因为要放弃足够的IVR（例如2V），必然会大幅降低输入信号的电压范围。在这种应用中，我们需要其他类型的输入级。

ADA4500通过单个输入对与一个电荷泵的结合来消除交越，从而消除交越失真。电荷泵提供更高的内部电压，使输入对有足够的电源电压，即使运放滤波器位于供电轨也无妨。利用这种结构，传感器可以将运放输入电压驱动到整个电源电压范围内而不会有交越失真，如图3所示。在这样做的同时，它提供95 dB的保证共模抑制性能和120 μV 的输入失调电压（25 $^{\circ}C$ 时），即使输入信号接近电源轨也不影响其出色的精度。

关于运放输入结构和利弊的详细讨论，请参阅小型指南MT-035“运算放大器输入、输出、单电源和轨到轨问题”以及下面列出的其他参考资料。

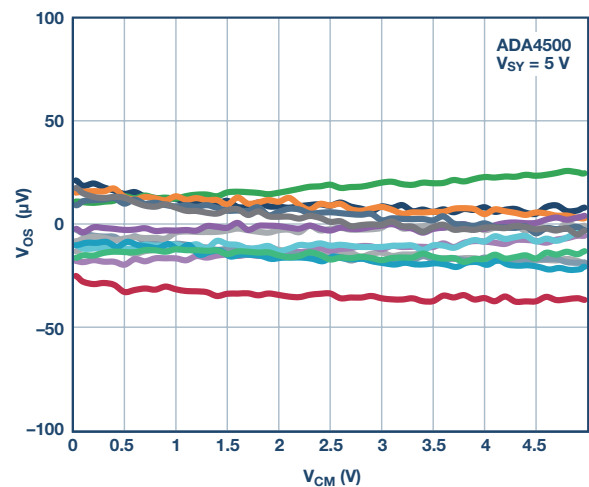


图3. ADA4500轨到轨运算放大器消除整个电源范围内的失真

Daniel Burton [daniel.burton@analog.com]是ADI公司的应用工程师。他拥有圣何塞州立大学的电气工程学士学位，其职业生涯大多从事检测和精密线性信号路径相关的职位。Dan于2010年加入ADI公司，并专注于精密放大器和基准电压源产品。



Daniel Burton

该作者的其它文章：

如何选择精密运算放大器？相信“金发姑娘”
第50卷，第3期

表1. 从经典轨到轨运放中选择精密运放（所有值的单位均为V）

精密运算放大器	针对V+的裕量	针对V-的裕量	电源范围	输入结构
ADA4610	2.5	2.5	10至36	经典差分对
ADA4522	1.5	0	4.5至55	单电源
ADA4622	1	-0.2	10至30	单电源
ADA4084	0	0	3至30	轨到轨
ADA4661	0	0	3至18	轨到轨
ADA4505	0	0	1.8至5	零交越失真
ADA4500	0	0	2.7至5.5	零交越失真

参考文献

ADI公司小型指南MT-035：“运算放大器输入、输出、单电源和轨到轨问题”

Ardizzoni, John。“单电源放大器-听起来很简单…果真如此吗？”模拟对话，第38卷，2008年10月。

Ardizzoni, John。“放大器裕量是否束缚了您的手脚？”模拟对话，第62卷，2010年10月。