

# 使用非比例式磁性电流传感器进行精密电流感应设计

Steven Loveless - 电流感应产品部门



电子控制系统使用本地或远程传感器元件监控工作参数，从而进行环路控制、诊断和系统反馈。这种信息的质量和准确性是系统性能和控制功能的关键限制因素。在过去，许多电子产品都无法很好地控制传感器电源电压和电压基准，因此使用比例式方法来减少由于参数波动导致的误差。随着现代系统对模数转换器 (ADC) 等信号链元件电压基准的严格控制，TMCS1100 磁性电流传感器等非比例式传感器提高了噪声抗扰度、精度和设计灵活性。

电流传感器的线性传递函数如公式 1 所示，其中灵敏度 (S) 和零电流输出电压分别表示增益和失调电压。

$$V_{OUT} = I_{IN} \times S + V_{OUT, 0A} \quad (1)$$

在完全比例式器件中，灵敏度和失调电压都随电源电压的变化而变化，因此，满量程输入电流总会产生零电压输出或电源电压输出，如图 1 所示。

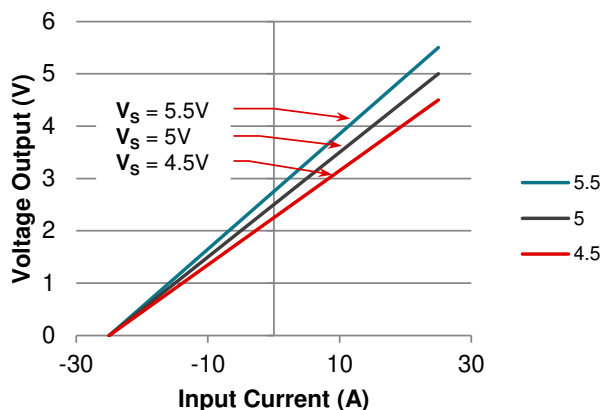


图 1. 完全比例式电流传感器响应

对于非比例式电流传感器，给定输入电流变化导致的电压输出变化与电源电压无关，而且零电流输出电压始终是固定电压，如图 2 所示。

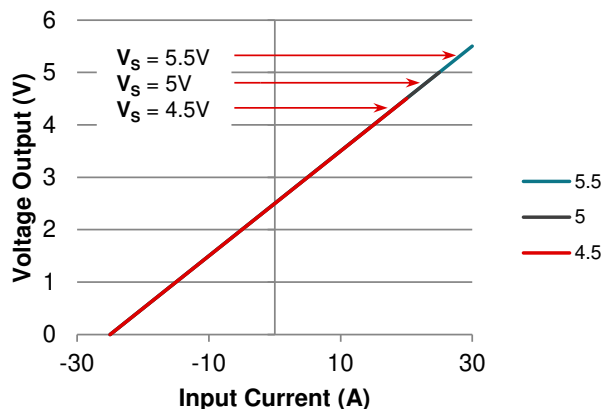


图 2. 非比例式电流传感器响应

如果常见传感器的电源与 ADC 基准在运行过程中与预期差异较大，则该系统为比例系统，如图 3 所示。比例式结构通过调整传感器输出范围，减少了由变化的 ADC 满量程基准导致的一些误差。然而，按比例调整并不是万全之策，它会向系统中引入一些其他误差。必须在有限电源电压范围内进行微调才能实现高精度，由于传感器输出范围必须完全匹配 ADC 输入范围，设计灵活性会有所降低。另外，电源噪声会直接注入到输出信号，进而导致不良的电源抑制 (PSR)。

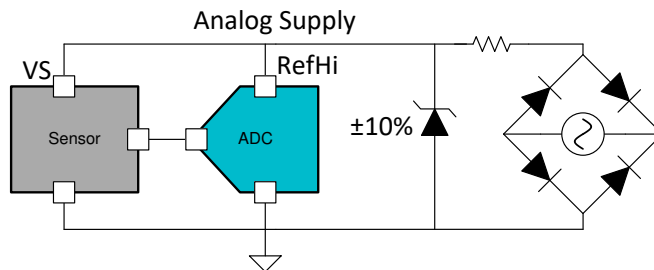


图 3. 适用于不易调节电源的比例传感器架构

对于具有稳定 ADC 基准的系统，无论是专用的内部电源还是外部基准，比例式方法都只会引入其他误差和噪声。在这种情况下，例如在图 4 所示的架构中，具有固定灵敏度的电流传感器提供了出色的解决方案。凭借固定的灵敏度，该器件具有显著的 PSR 作用，甚至电源电压与 ADC 满量程电压不同。集成式微控制器 ADC 通常就是这种情况。它还能优化灵敏度固定的内部电路，进而提高总精度并降低漂移。

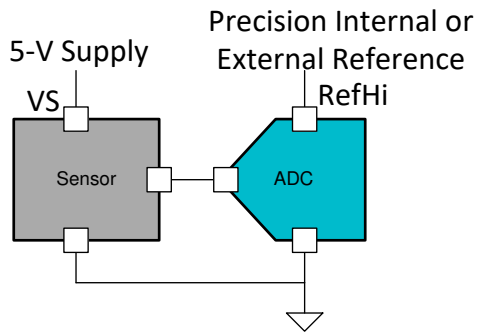


图 4. 适用于精密信号链的非比例式架构

TMCS1100 和 TMCS1101 是具有固定灵敏度的精密、隔离式磁性电流传感器。TMCS1100 具有由外部供电、设置零电流输出电压的基准引脚，既能自定义动态测量范围，又能向 ADC 传输全差分信号链，如图 5 所示。此架构连同灵敏度固定的精密信号链实现了业界领先的温度稳定性，而且在  $-40^{\circ}\text{C}$  至  $125^{\circ}\text{C}$  范围内的精度大于 1%。

电流传感器常用于电力系统中，其中，传感器通常靠近电源开关元件，远离 ADC 和控制器。这导致开关噪声和瞬态事件与模拟电源和信号直接耦合。具有外部基准的固定灵敏度传感器能使系统抑制上述两种噪声路径。改进的 PSR 通过模拟电源和外部基准抑制噪声注入，从而实现伪差分或全差分感应并抑制噪声与输出信号耦合。由于差分测量可防止零电流输出电压产生任何漂移，因此，降低了系统级噪声并提高了动态范围。

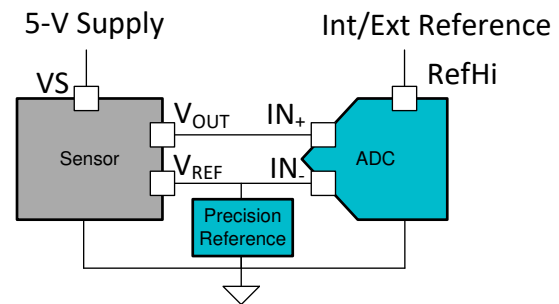


图 5. TMCS1100 经优化的信号链

由于可根据任何用例情况定制零电流输出，此架构显著提高了设计灵活性。通过选择适当的基准电压，可实现双向、单向和自定义动态感应范围。由于传感器电源、基准和 ADC 基准之间无约束，传感器输出在无需调节的情况下即可跨越电压电源范围。

TMCS1101 具有提供基准的内部电阻分压器，具有 50%/10% 电源电压两种型号，分别适用于双向和单向电流感应。该器件具有固定的灵敏度，而且在整个温度范围内的精度大于 1.5%。

表 1. 相关技术手册

文档类型	标题
应用手册	《低漂移、高精度、直插式隔离磁性电机电流测量》(SBOA351)
应用手册	《集成电流感应信号路径》(SBOA167)

## 重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2022，德州仪器 (TI) 公司