

电流是一种信号，可通过其直观了解系统运行方式这一重要信息。在既定条件下，执行任务所需的电流恒定不变，因此可将电流信息作为确定系统是否按预期运行的有用指标。电流测量存在多种方法和测量位置可供选择，通过测量结果可评估这种提供了重要信息的信号。

低侧感测

其中一种电流测量位置位于特殊负载或系统的接地返回路径中。如果在该位置执行电流测量，针对器件的要求是最低的，只需使用一个放大器处理向下接地的共模信号。如图 1 所示，将一个小电流感测电阻（也称“分流电阻”）与系统接地返回路径串联，电阻上随即产生与电流成正比的电压。

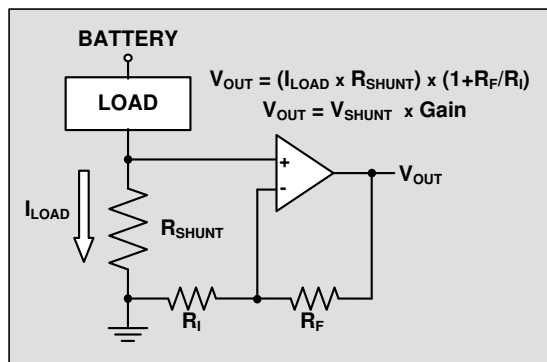


图 1. 低侧电流感测

许多不同类型的放大器能够提供这种输入电压范围低至接地的低侧性能。标准运算放大器、差分放大器、仪表放大器及电流感测放大器都具有共模输入范围（包括接地端）。

表 1 提供了这四类放大器在电流感测应用中的概要比较情况。

表 1. 电流感测放大器

	$V_{CM} = 0V$	$V_{CM} > 0V$	优势	缺点
运算放大器	+	x	低成本	高精度、低侧
差分放大器	+	+	高侧	低增益、成本
仪表放大器	+	x	高精度、高增益	低侧、成本
电流感测放大器	+	+	高侧、高增益、高精度	—

低侧感测的弊端之一是监测的负载直接与系统接地相连会产生损耗。如图 2 所示，当电流流经分流电阻时，元件两端的电压会发生变化，进而导致系统基准与所监测负载的接地电势产生电势差。如果系统无法提供与系统电流成正比且上下浮动的接地电势，这种变化的基准连接存在问题。

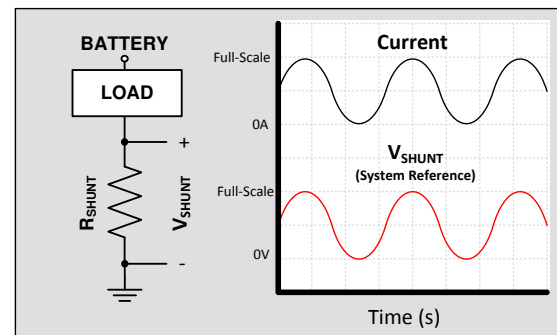


图 2. 不断变化的负载基准

除了系统接地不断变化外，于低侧测量位置难以检测某些故障条件。如果短路状态导致电流通过另一条路径而不是通过分流电阻接地，低侧放大器将无法检测到这一事件。

高侧感测

在负载的高侧测量电流，或直接与监测的电源轨和电路的其余部分串联时，可以避免低侧电流测量过程发生系统基准变化和短路路径交替问题。高侧位置支持测量完整的系统电流，以便检测流经非预期路径的所有过剩电流。远离低侧位置可消除由于电流感应引起的分流电压而导致的系统接地变化。

在高侧位置执行电流测量面临的一项挑战是，放大器必须与大输入电压轨（例如高压电池）相连。测量电流的典型信号链路径是将电流感测电阻两端的电压进行放大，然后将这个放大后的信号引入模数转换器（ADC）。与通信和工业设备中应用的电压轨相比，ADC（包括作为分立器件以及在微控制器中集成的情况）的输入范围相对较小。所需的共模电压会超过 60V，因此要求放大器支持远超出低压元件所允许输入范围的输入信号。

电流感测放大器是专为适应这些高压输入电平而开发的专用放大器，能够使放大器后的低压元件保持在线性输入范围内并为这些元件提供过压保护。

由电压低至 1.7V 的电源供电时，INA190 电流感测放大器符合监测高压电源轨以及连接低压元件的要求，如图 3 所示。

如果系统进入关断或睡眠状态，为 ADC、微控制器和信号路径放大器供电的低压电源可能会被关闭。然而，即使监测放大器掉电，电池应仍与测量电路相连。

INA190 具有容性耦合输入级，可在被禁用或电源电压为零时避免电池中出现不必要的电流消耗。

对于这种常开状态，电流感测放大器的输入电路经专门设计，无论器件电源电压如何，均可适应整个输入范围。无论是否存在电源电压，INA190 都可以在输入引脚上承受完整的 40V 输入电压，同时从电源中汲取极少的电流，并且不会遭到损坏。

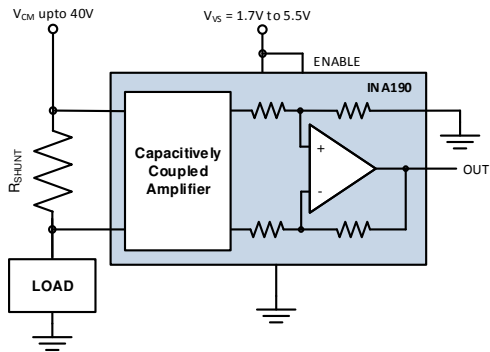


图 3. INA190：专用电流感测放大器

备选器件建议

对于需要在较小封装中以较低电压使能阈值充分发挥 INA190 性能的应用，INA191 可采用小型 0.96mm² 芯片级封装。对于电压高达 120V 并需要更高带宽的应用，INA290 是专用电流感测放大器的理想选择。INA240 具有高达 80V 的输入共模电压范围，并采用增强型 PWM 抑制电路，适用于具有高输入电压转换的应用，例如电机控制和开关电源。INA301 电流感测放大器具有一个板载比较器，用于在芯片上执行过流检测。

表 2. 备选器件建议

器件	经优化的参数	性能权衡
INA290	高 V_{CM} : +2.7V 至 +120V, 带宽	I_Q , I_B , V_{OS} , 封装: SC-70
INA191	小尺寸, 1.8V 使能, 精度	封装: WCSP-6
INA240	高 V_{CM} : -4V 至 +80V, 带宽	I_Q , I_B , 封装: TSSOP-8
INA301	信号带宽, 板载比较器	I_Q , I_B , 封装: MSOP-8

表 3. 相关 TI 技术手册

SBOA160	《高精度、低漂移直列式电机电流测量》
SBOA162	《测量电流以检测超出范围的情况》
SBOA163	《实现过流保护的高侧电机电流监测》
SBOA167	《集成电流感测信号路径》

重要声明和免责声明

TI 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安全、安保或其他要求。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 (<https://www.ti.com.cn/zh-cn/legal/termsofsale.html>) 或 [ti.com.cn](https://www.ti.com.cn) 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。

邮寄地址：上海市浦东新区世纪大道 1568 号中建大厦 32 楼，邮政编码：200122

Copyright © 2021 德州仪器半导体技术（上海）有限公司