

高压电源轨的精密电流测量

Scott Hill, 电流感测产品



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一种有效指示，以确定系统是否按照预期状态运行。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，针对器件的要求最低，仅需放大器处理低至接地的共模信号。将一个低电流感测电阻（也称“分流电阻”）与系统接地返回路径串联（如图 1 所示），电阻两端随即产生与电流成正比的电压。

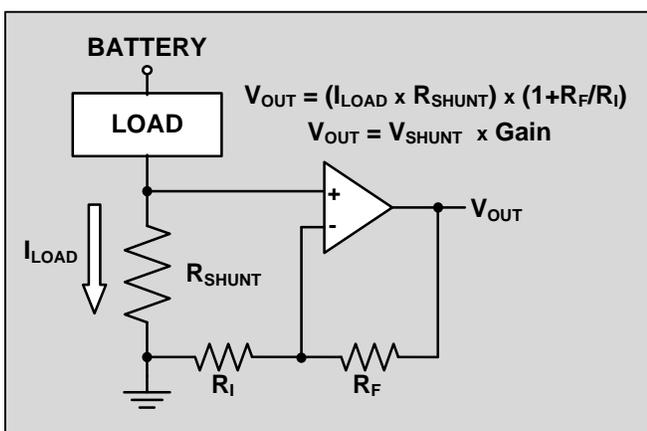


图 1. 低侧电流感测

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的共模输入范围均包括接地。

表 1 针对这四类放大器在电流感测应用中的优缺点进行了概略比较。

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、成本较高
仪表放大器	+	x	高精度、高增益	低侧、成本较高
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。当电流流经分流电阻时，组件两端的电压发生变化（如图 2 所示），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。

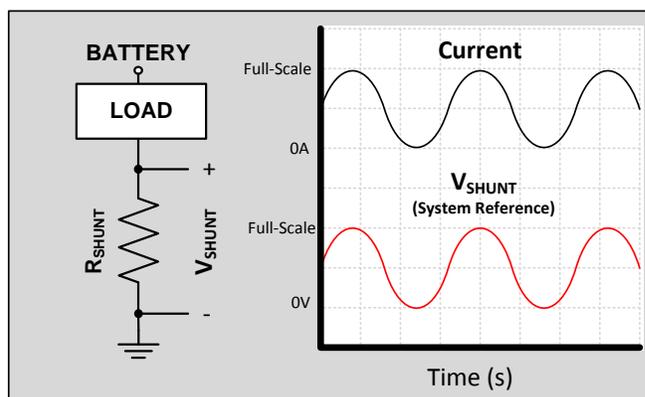


图 2. 不断变化的负载基准

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经另一条路径，而非分流电阻流向接地端，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分流电压（由电流引入）产生的系统接地变化。

在高侧位置执行电流测量面临一项挑战挑战，即放大器必须与高输入电压轨（例如高压电池）相连。测量电流的典型信号链路径针对电流感测电阻两端产生的电压进行放大，进而将放大后的信号引入模数转换器。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。由于所需共模电压可能超过 60V，因此要求放大器能够作用于远超低压组件所允许输入范围的输入信号。

电流感测放大器是专为满足这些高电压输入等级而开发的专用放大器，同时使放大器后的低压组件保持在其线性输入范围内并为这些组件提供过压保护。

由电压低至 2.7V 的电源供电时，INA210 系列电流感测放大器符合监测高压电源轨以及连接低压组件的要求，如图 3 所示。

当系统处于关断或休眠状态时，许多经过次稳压的电源断电。以低功耗模式运行时，为 ADC、微控制器和信号路径放大器供电的低压电源可能处于断电状态。然而，即使监测放大器掉电，电池应仍与测量电路相连。

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，可满足与器件电源电压无关的完整输入范围。无论电源电压是否存在，INA210 通过其输入引脚可完全耐受 26V 输入电压，避免自身受损。

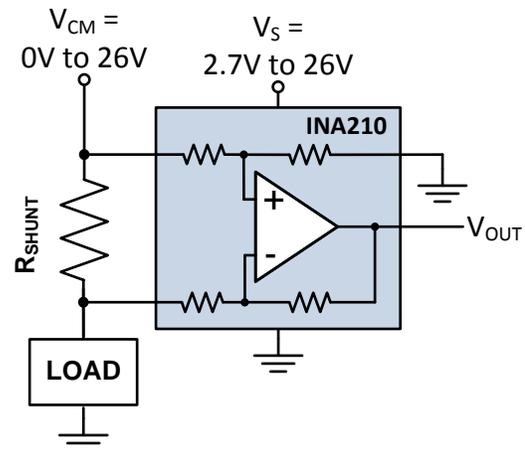


图 3. INA210: 专用电流感测放大器

备选器件建议

对于性能要求较低的应用，使用 INA199 仍可发挥专用电流感测放大器的优势。对于较高的电压要求，INA240 提供高达 80V 的输入共模电压范围，同时提供适用于高输入电压转换应用（如电机控制和开关电源）的增强型脉宽调制 (PWM) 抑制电路。INA301 电流感测放大器具有一个板载比较器，可执行片上过流检测。

表 2. 备选器件建议

器件	优化参数	性能平衡
INA199	低成本	V_{OS} , 增益误差
INA240	高 V_{CM} : -4V 至 +80V、高带宽	封装方式: 8 引脚薄型小尺寸 (TSSOP) 封装
INA301	信号带宽, 板载比较器	封装: 微型小外形尺寸 (MSOP)-8 封装

表 3. 相关 TI 技术报告

SBOA160	《高精度、低漂移直列式电机电流测量》
SBOA162	《测量电流以检测超限条件》
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》

有关 TI 设计信息和资源的重要通知

德州仪器 (TI) 公司提供的技术、应用或其他设计建议、服务或信息，包括但不限于与评估模块有关的参考设计和材料（总称“TI 资源”），旨在帮助设计人员开发整合了 TI 产品的应用；如果您（个人，或如果是代表贵公司，则为贵公司）以任何方式下载、访问或使用了任何特定的 TI 资源，即表示贵方同意仅为该等目标，按照本通知的条款进行使用。

TI 所提供的 TI 资源，并未扩大或以其他方式修改 TI 对 TI 产品的公开适用的质保及质保免责声明；也未导致 TI 承担任何额外的义务或责任。TI 有权对其 TI 资源进行纠正、增强、改进和其他修改。

您理解并同意，在设计应用时应自行实施独立的分析、评价和判断，且应全权负责并确保应用的安全性，以及您的应用（包括应用中使用的 TI 产品）应符合所有适用的法律法规及其他相关要求。您就您的应用声明，您具备制订和实施下列保障措施所需的一切必要专业知识，能够 (1) 预见故障的危险后果，(2) 监视故障及其后果，以及 (3) 降低可能导致危险的故障几率并采取适当措施。您同意，在使用或分发包含 TI 产品的任何应用前，您将彻底测试该等应用和该等应用所用 TI 产品的功能。除特定 TI 资源的公开文档中明确列出的测试外，TI 未进行任何其他测试。

您只有在为开发包含该等 TI 资源所列 TI 产品的应用时，才被授权使用、复制和修改任何相关单项 TI 资源。但并未依据禁止反言原则或其他法律授予您任何 TI 知识产权的任何其他明示或默示的许可，也未授予您 TI 或第三方的任何技术或知识产权的许可，该等许可包括但不限于任何专利权、版权、屏蔽作品权或与使用 TI 产品或服务的任何整合、机器制作、流程相关的其他知识产权。涉及或参考了第三方产品或服务的信息不构成使用此类产品或服务的许可或与其相关的保证或认可。使用 TI 资源可能需要您向第三方获得对该等第三方专利或其他知识产权的许可。

TI 资源系“按原样”提供。TI 兹免除对 TI 资源及其使用作出所有其他明确或默示的保证或陈述，包括但不限于对准确性或完整性、产权保证、无屡发故障保证，以及适销性、适合特定用途和不侵犯任何第三方知识产权的任何默认保证。

TI 不负责任何申索，包括但不限于因组合产品所致或与之有关的申索，也不为您辩护或赔偿，即使该等产品组合已列于 TI 资源或其他地方。对因 TI 资源或其使用引起或与之有关的任何实际的、直接的、特殊的、附带的、间接的、惩罚性的、偶发的、从属或惩戒性损害赔偿，不管 TI 是否获悉可能会产生上述损害赔偿，TI 概不负责。

您同意向 TI 及其代表全额赔偿因您不遵守本通知条款和条件而引起的任何损害、费用、损失和/或责任。

本通知适用于 TI 资源。另有其他条款适用于某些类型的材料、TI 产品和服务的使用和采购。这些条款包括但不限于适用于 TI 的半导体产品 (<http://www.ti.com/sc/docs/stdterms.htm>)、[评估模块](http://www.ti.com/sc/docs/sampters.htm)和样品 (<http://www.ti.com/sc/docs/sampters.htm>) 的标准条款。

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 © 2017 德州仪器半导体技术（上海）有限公司