

## 低成本分流监测器IC使动圈式仪表设计浴火重生

作者：Thomas Kugelstadt · 工业系统产品部高级系统工程师

### 介绍

尽管模拟动圈式仪表在解析度与精度上无法与数字仪表相比，但仍然是跟踪读数走向或获取测量值的变化率信息的选择方案之一。然而，对于电平电流的测量，满量程偏差时的仪表电流通常超过被测电流本身，且必需提供单独的仪表电源。

模拟仪表使用可充电的蓄电池来解决这个问题，以前的Hartmann&Braun公司的Multavi10即是如此。而手动可选的分流电阻器与高精度断续放大器协同工作，则允许用户在1μA到1A的范围内选择十三种不同的电流。

随著INA19x系列先进分流监测器IC的出现，动圈式仪表放大器的设计得到了极大简化。图1为测量0到100mA电流范围的8英寸动圈式仪表的驱动电路。该仪表的满量程偏差时的电流为15mA。分流监测器INA193感测1kΩ分流电阻R<sub>S1</sub>上的压降。当最大电流为100mA时，R<sub>S1</sub>两端的电压是100mV。

R<sub>S1</sub>电阻值的选择取决于应用本身，同时也需要兼顾到小信号精度与测量线上可允许的最大压降。在较小电流的情况下，将偏移影响降到最小，以提高R<sub>S1</sub>值可提供更高的精度。而较小的R<sub>S1</sub>值则会把电源线上的电压损耗降到最小。

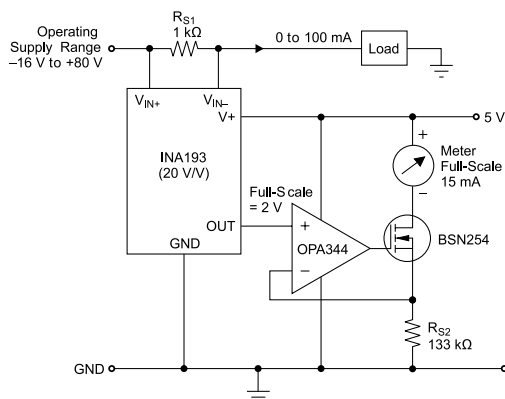


图 1：模拟线圈仪表应用

### 最新一期精彩内容

- 使放大器的噪声性能与ADC相匹配
- TLC5940 PWM调光技术使LED视频显示器拥有完美的色彩品质
- 宽输入DC/DC模块大幅提高设计灵活性
- 为多轨FPGA及DSP提供核心动力
- RS-485总线上的器件间隔
- 如欲下载该版本，敬请访问：[www.ti.com/aaj](http://www.ti.com/aaj)



对多数应用而言，用R<sub>S1</sub>提供满量程的分压范围50~100mV可获得最佳性能。精确测量的最大输入电压为500mV。

本例中，INA193以20V/V的增益系数对100mV满量程输入进行放大，从而使满量程输出电压为2V，随后的运算放大器OPA344对轨至轨输入及输出进行处理，并作为压控电流源与BSN254 N通道MOSFET协同工作。

请注意，包括INA193在内的整个仪表电路一个5V电源电压下工作，这就将OPA344的最大输出电压摆幅限制为5V。因此需要选择栅-源阈值电压V<sub>GS</sub>较低 MOSFET，因为该电压抵消了放大器的输出电压摆幅。BSN254的最大阈值电压为2V，满足低V<sub>GS</sub>值的需求。由于OPA344非反相输入端的电压等于反相输入端的电压，所以R<sub>S2</sub>的满量输出电压为2V。为了使最大偏转电流通过，可通过下列公式计算出R<sub>S2</sub>：

$$R_{S2} = \frac{V_{OUT(FS)}}{I_{Meter(FS)}} = \frac{2\text{ V}}{15\text{ mA}} = 133\text{ k}\Omega$$

R<sub>S2</sub>可调节以校准仪表或改变其满量程电流范围。R<sub>S1</sub>可调节以提高低电流测量精度或使测量范围扩大至更高电流值。

该电路的另一个优点是仪表与测量点相互分离。由于动圈式仪表不适用于高精度测量，因而设计人员可以使用精度不高电阻器。有必要采用去耦合电容器来旁路仪表电源，以避免电噪声环境下的杂散干扰拾取。

### 关于分流监测器INA19x

INA193仅是分流监测器系列中的一员。INA194及INA195成员与INA193具有相同的引脚输出，但提供不同的增益，前者为50V/V，后者为100V/V。另外三种分流监测器INA196、INA197及INA198的功能相同但引脚输出不同。

INA19x系列采用新型、独特的内部电路拓扑，在单电源环境下可以提供-16V~+80V的共模电压范围。在传统仪表放大器设计中，共模抑制受到精确电阻器匹配要求的限制。通过将感应输入电压转换为电流，INA19x具有了共模抑制作用，且不需要精确匹配电阻值，进而为宽共模范围提供了必须的增强性能。

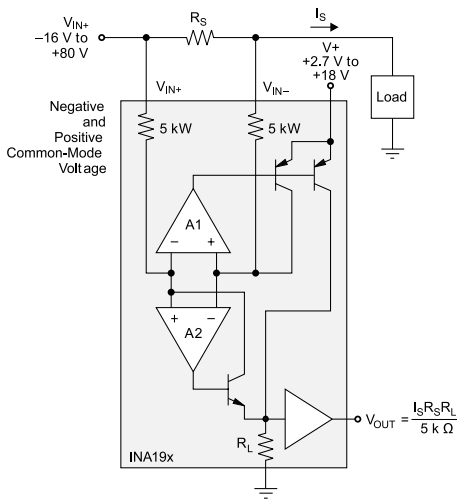


图 2：INA19x的内部结构图

图2中简化的结构图显示了基本的电路功能。当共模电压为正时，放大器A2处于工作状态。差动输入电压 $V_{IN+} - V_{IN-}$ 施加到 $R_S$ 上，从而在A2输入端建立如下电压电势(voltage potentials) $v_N$ 与 $v_P$ ：

$$v_N = V_{IN+} - I_S R_S \quad \text{与} \quad v_P = V_{IN+}$$

要使 $v_P = v_N$ ，A2必须驱动晶体管，以使其集电极电流 $I_C$ 在5kΩ电阻器上产生的压降等于差动输入电压：

$$\begin{aligned} v_P &= v_N \\ V_{IN+} - I_C \times 5 \text{ k}\Omega &= V_{IN+} - I_S R_S \\ I_C \times 5 \text{ k}\Omega &= I_S R_S \end{aligned}$$

通过输出电压与负载电阻的比值来表示 $I_C$

$$I_C = \frac{V_{OUT}}{R_L}$$

将输出电压定义为

$$V_{OUT} = \frac{I_S R_S R_L}{5 \text{ k}\Omega}$$

当共模电压为负时，放大器A1处于工作状态。在 $R_S$ 上产生的差动输入电压 $V_{IN+} - V_{IN-}$ 被转换为通过5kΩ电阻器上的电流值。A1随后驱动高精度电流镜，其通过 $R_L$ 输出端给输出缓冲放大器提供信号电压。即使在放大器A1、A2同时工作的过渡期间，正在申请专利的电路架构也能确保器件平稳运行。

连接输入引脚 $V_{IN+}$ 及 $V_{IN-}$ 必须与分流电阻尽量靠近，以使与分流电阻串联的电阻值最小。电源旁路电容器是实现稳定性所必需的组件。噪声或高阻抗电源环境下的应用可能需要额外的去耦电容器来抑制电源噪声。旁路电容器应尽量靠近器件的引脚。

INA19x的输入电路能精确地测量超过其电源电压的 $V+$ 值。例如当 $V+$ 电源为5V时，其负载电源电压最高却可达+80V。然而OUT终端的输出电压范围受到电源引脚电压的限制。

在通过电源引脚设定的输出电压摆幅范围内，INA19x的输出电压 $V+$ 是精确的。INA195或INA1958（增益均为100）就是很好的例子，分流电阻的100mV满量程输入需要输出电压摆幅达到+10V以及足够使输出电压达到+10V的电源电压。

#### 参考資料：

相關網站：[amplifier.ti.com](http://amplifier.ti.com)

[www.ti.com/sc/device/partnumber](http://www.ti.com/sc/device/partnumber)

請將元件編號換為INA193，INA194，INA195，INA196，INA197，INA198或OPA344

## 重要声明

德州仪器 (TI) 及其下属子公司有权在不事先通知的情况下, 随时对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权随时中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的 TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的硬件产品的性能符合 TI 标准保修的适用规范。仅在 TI 保修的范围内, 且 TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非政府做出了硬性规定, 否则没有必要对每种产品的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用 TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何 TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了 TI 产品或服务的组合设备、机器、流程相关的 TI 知识产权中授予的直接或隐含权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从 TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是 TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于 TI 的数据手册或数据表, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。在复制信息的过程中对内容的篡改属于非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任。

在转售 TI 产品或服务时, 如果存在对产品或服务参数的虚假陈述, 则会失去相关 TI 产品或服务的明示或暗示授权, 且这是非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类虚假陈述不承担任何责任。

可访问以下 URL 地址以获取有关其它 TI 产品和应用解决方案的信息:

### 产品

放大器	<a href="http://www.ti.com.cn/amplifiers">http://www.ti.com.cn/amplifiers</a>
数据转换器	<a href="http://www.ti.com.cn/dataconverters">http://www.ti.com.cn/dataconverters</a>
DSP	<a href="http://www.ti.com.cn/dsp">http://www.ti.com.cn/dsp</a>
接口	<a href="http://www.ti.com.cn/interface">http://www.ti.com.cn/interface</a>
逻辑	<a href="http://www.ti.com.cn/logic">http://www.ti.com.cn/logic</a>
电源管理	<a href="http://www.ti.com.cn/power">http://www.ti.com.cn/power</a>
微控制器	<a href="http://www.ti.com.cn/microcontrollers">http://www.ti.com.cn/microcontrollers</a>

### 应用

音频	<a href="http://www.ti.com.cn/audio">http://www.ti.com.cn/audio</a>
汽车	<a href="http://www.ti.com.cn/automotive">http://www.ti.com.cn/automotive</a>
宽带	<a href="http://www.ti.com.cn/broadband">http://www.ti.com.cn/broadband</a>
数字控制	<a href="http://www.ti.com.cn/control">http://www.ti.com.cn/control</a>
光纤网络	<a href="http://www.ti.com.cn/opticalnetwork">http://www.ti.com.cn/opticalnetwork</a>
安全	<a href="http://www.ti.com.cn/security">http://www.ti.com.cn/security</a>
电话	<a href="http://www.ti.com.cn/telecom">http://www.ti.com.cn/telecom</a>
视频与成像	<a href="http://www.ti.com.cn/video">http://www.ti.com.cn/video</a>
无线	<a href="http://www.ti.com.cn/wireless">http://www.ti.com.cn/wireless</a>

邮寄地址: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265  
Copyright © 2006, Texas Instruments Incorporated