

将1V~5V信号转换为4mA~20mA输出

作者：Thomas Mosteller，凌力尔特公司应用技术工程师

尽管长久以来人们一直预测，4mA至20mA电流环路将消失，但是这种模拟接口仍然是连接电流环路电源与检测电路的最常见方法。这种接口需要将电压信号(典型值为1V至5V)转换为4mA至20mA的输出。严格的准确度要求决定，必须使用昂贵的精密电阻器或微调电位器，来校准较不精密器件的初始误差，满足设计目标要求。在今天以自动测试设备为主导和表面贴装型生产环境中，这两种技术都不

是最佳方法。获得采用表面贴装封装的精密电阻器很难，微调电位器又需要人工干预，而这种要求与生产环境是不相容的。

凌力尔特的LT5400四匹配电阻器网络帮助解决了这些问题，该网络采用一种简便的电路，不需要微调，但实现了小于0.2%的整体误差(图)。该电路采用两级放大器，利用了LT5400独特的匹配特性。第一级放大器将典型值为1V至

5V的输出(通常来自DAC)加到运算放大器IC1A的非反相输入。这个电压通过FET Q2将通过R1的电流准确地设定为 $V_{IN}/R1$ 。相同的电流通过R2拉低,因此R2底端的电压为24V环路电源电压减去输入电压。

这部分电路有3个主要误差源: R1和R2的匹配, IC1A的失调电压, 以及Q2的泄漏电流。R1和R2的准确值并不重要, 但是它们必须相互准确匹配。LT5400A级版本以 $\pm 0.01\%$ 的误差实现了这一目标。LT1490A在 0°C 至 70°C 之间的失调电压不到 $700\mu\text{V}$ 。这个电压在输入电压为1V时产生的误差为 0.07% 。NDS7002A的泄漏电流为 10nA , 尽管其数值通常小得多。这个泄漏电流代表 0.001% 的误差。

第二级靠拉动通过Q1的电流, 保持R3上的电压等于R2上的电压。因为R2上的电压等于输入电压, 所以通过Q1的电流准确地等于输入电压除以R3。通过给R3并联一个精确的 250Ω 分流电阻, 该电流将准确跟踪输入电压。

第二级的误差源是R3的值、IC1R的失调电压和Q1的泄漏电流。电阻器R3直接设定输出电流, 因此其值对于该电路的精确度至关重要。这个电路利用常用的 250Ω 并联电阻完成电流环路。图中的Riedon SF-2器件的初始准确度为 0.1% , 温度漂移很低。与第一级的情形类似, 失调电压产生不超过 0.07% 的误差。Q1的泄漏电流低于 100nA , 所产生的最大误差为 0.0025% 。

没有任何微调时, 总输出误差好于 0.2% 。电流检测电阻器R3是主要的误差源。如果使用一个更高质量的器件(例如Vishay PLT系列器件), 那么可以实现 0.1% 的准确度。电流环路输出在使用中受到相当大的应力。从输出到24V环路电源和地之间的二极管D1和D2帮助保护Q1; R6提供一定的隔离。通过提高R6的值, 并在输出端以牺牲一些符合条件的电压作为代价, 可以实现更高的隔离度。如果最高输出电压要求低于 10V , 那么可以将R6的值提高到 100Ω , 针对输出应力提供更高的隔离度。如果设计方案需要增强保护, 那么可以给输出加上一个瞬态电压抑制器, 当然这么做会由于泄漏电流而导致输出准确度有一定的损失。

这一设计方案仅使用了LT5400封装中4个匹配电阻器中的两个。还可以将另外两个电阻器用于其他电路功能(例如精确的反相器), 或者另一个 4mA 至 20mA 转换器。另外, 还可以引入其他电阻器与R1和R2并联。这种方法可降低电阻器产生的统计误差, 降幅为2的平方根。 **EDN**

相关文章链接:

利用精密模拟微控制器ADuCM360的集成式PWM构建4~20mA环路供电型温度监控器

<http://www.ednchina.com/2015A0083.HTM>

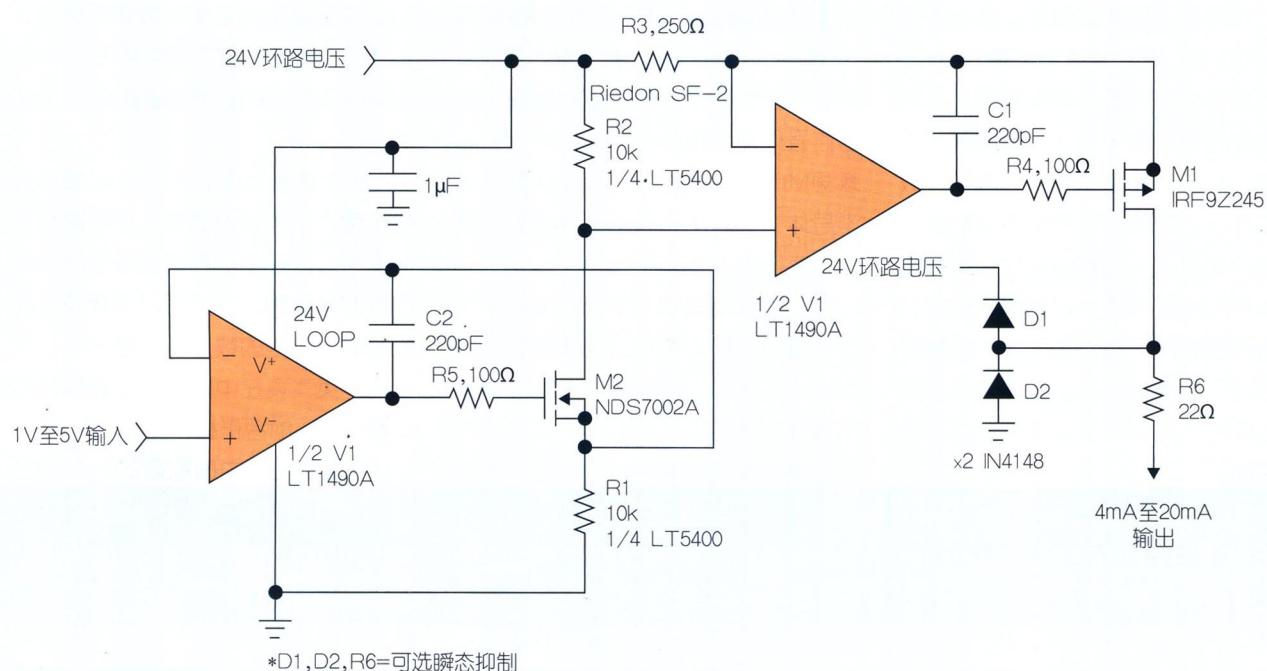


图: 精确匹配的电阻器提供准确的电压至电流转换。