

如何解决工业测量中的噪声干扰问题

Bill Englemann

在工业现场测试中，我们经常会遇到以下五种问题：

1. 接地环路

“接地环路”对工程师和技术人员来说是非常棘手的问题，由此造成的故障很难查找，非常浪费时间。

可能会出现故障现象有：

- 尽管传感器没有发生变化，但仪表的读数却在缓慢漂移；
- 接通其他设备时，仪表的读数发生漂移；
- 检定装置接在仪器电缆的末端和直接接在仪器的输入端，两种测量结果不同；
- 有 50Hz/60Hz 的正弦波叠加在直流输入信号上；
- 有一些难于解释的测量设备故障问题。

上述这些问题都可能是由“接地环路”造成的。表面上看来是等电位的一些“地”、“公共点”和“参考点”，实际上都有电位差。当他们构成通路时，由于有电位差就会有电流流过通路，这就是“接地环路”。上述问题都可以通过“隔离”来解决。

有时候两台设备各自单独接地就会造成接地点的电位差，从而引起电流流过信号线路。为什么两台设备都接地了，还会出现这种问题呢？这是因为与传输电能和信号的铜线相比，大地和金属外壳实际上都是电的不良导体，阻挡电流流动的内部阻抗特性会随着季节和天气的变化而变化，并使电流通过连接这两台设备的任何导线。许多工厂和车间厂房的电位高达几十甚至几百伏，采用适当的信号调理措施 - “电隔离”就可以消除接地环路，这样在接入灵敏的测试系统之前就有效防止了潜在的过压损坏，从而保护了设备。隔离器提供了一个完整的浮空输入和输出端口，从现场输入到输出以及从现场输入到电源之间都没有电通路，因此就不会有电流通路，从而不会存在接地环路。

怎样才能提供一条通路使信号从输入传递到输出，却不构成电流通路？可以采用“磁隔离”的方法，通过变压器产生的信号，输入与输出信号之间不再是通过电路连接而是通过磁路连接，因此可以消除电通路。采用变压器对低电平信号进行准确、可靠的隔离，使用调制器和解调器来传输变压器隔离介质两端的信号，并且隔离电压有效值高达 4000Vrms。

有些时候我们会在高达几百伏的地电位情况下测量热电偶或其他传感器的小信号，这种地电

位叫做“共模电压”。一个高品质的信号调理器能够抑制由“共模电压”引起的误差，同时仍准确地放大信号，这种能力叫做“共模抑制(CMR)”。5B 信号调理模块具有足够的共模抑制能力以减小共模电压的影响。

2. 错误接线和过压

想想看，在工业现场将一根电缆从一块灵敏的数据采集卡连接到另一个机柜或厂房的其他地方时，会是什么情况？输入和输出接线端子混在几百个接线端子中，这些接线端子连接着各种大小和性质不同的信号：直流信号、交流信号、毫伏级信号、热电偶、直流电源、交流电源、接近开关、继电器电路等。不难想象，即便是一位训练有素的技术员或电工也有可能接错线。当系统需要修改时，需要及时修改接线图；有时电源发生故障，也会把过高的电压无意加到系统上。怎样才能保护测量系统呢？

答案是：在每个模拟信号的引脚上都使用加强的隔离信号调理。这个并不昂贵的保险措施可以防止每个输入和输出信号线由于错接或过压而引起的问题。例如，当输入电路用来测量毫伏级的热电偶信号时，使用 SCM5B 系列的信号调理器可以提供 240V 的交流保护。也就是说，你可以在测量热电偶的输入线两端并联 240V 的交流电压，而不会对设备造成任何损害。在系统端使用信号调理器和现场 I/O 连接，可以保护系统所有的测量与数据采集设备。

3. 分辨率降低

分辨率是指模数转换(ADC)系统可以检测和响应的最小变化。有两种方法可以提高分辨率以测量更微小的变化：“采用更高分辨率的 ADC”或“缩小测量范围”。例如，如果你知道多数时间被测温度值是在 100℃左右，那么你可以定制一个测量范围更准确的热电偶信号调理器，采用一个温度测量范围为 50~150℃的信号调理器，会比测量范围为 0~1200℃时的分辨率大大提高。

4. 多路信号具备各自不同的特性

在传统测量方法中，需要把 4 路、8 路或 16 路输入信号都接到相同类型的信号接口。例如，如果需要测量 2 路 J 型热电偶、1 路 0~10V 的信号、4 路 4~20mA 的信号和 2 路铂热电阻(RTD)，需要为每个通道买一个变送器，再把它们接到 4~20mA 的公共输入板上。现在可以采用 5B 信号调理方案，即为各通道配置相应的信号调理模块，这些模块集中安插在一块载板上。这些载板提供了与输入、输出和现场设备连接的所有接线端子，可以提供以下输出：0~5V, 0~10V, 4~20mA, RS-232/485 等。同一个载板上可以混合安装各种不同类型的调理模块，使用方便，可以热插拔。

5. 电磁干扰

在现代化的工厂和车间里会有各种各样的干扰源：发动机、电动机、荧光灯、无线电设备、发电机等。每种干扰源都会辐射出能被线路、电路板和测量模块接受的电磁噪声。即使采取最好的屏蔽和接地措施，这些干扰也会在信号测量中以噪声的形式表现出来。怎样消除这些干扰呢？

只要在信号调理系统中采用有效的噪声抑制措施就能消除这些干扰。

选用共模抑制和常模抑制能力强的信号调理系统可以滤除低频噪声。在公共端测量正输入或负输入信号时，正输入端和负输入端都有共模噪声。正输入和负输入共模噪声之差为常模噪声。在信号调理子系统中，典型的共模抑制指标为 160dB，这个对数比例关系意味着相对于信号来说共模电压噪声对测量结果的影响以 108:1 衰减。

在射频波段中的超高频噪声由于整流的缘故会引起直流偏移，这就要求必须采用其他方法来消除噪声，包括采用特别的布线设计和使用 RFI 滤波器(如铁氧体)。需要根据欧共体 CE 标志要求公布的关于电磁敏感性 EN 认证要求进行性能测试。很重要的典型应用是在输入线路和信号调理子系统几英尺之内使用收发两用无线电设备的情况，所采用的信号调理必须具备无线信号发射时抑制测量误差的能力。合理的线路板布线和采用信号调理措施将确保在噪声环境中达到最高精度。

特别提示：

1. 避免在电磁噪声源(如断路器、变压器、电动机、可控硅整流器驱动器、焊接机、荧光灯控制器或继电器)附近安装敏感测量仪器或布置传送低电平信号的线路。
2. 使用 10~12 绞/英尺的双绞线来减少磁噪声干扰。
3. 使用屏蔽电缆并将其屏蔽层连接到输入端的电路公共端。
4. 不能将携带信号的线路与输电线、继电器引线及其它高压或大电流电缆穿在同一根护套中。
5. 在干扰很严重的环境中，要将信号调理电路和测量设备放在接地并且封闭的屏蔽室中。

解决方案：

在工业现场测试中采用美国 DATAFORTH 公司的隔离信号调理产品，可以有效减少现场干扰，提高测试精度，确保采集系统和测量设备的安全。

[美国DATAFORTH公司](#) 是全球领先的信号调理和数据通讯产品供应商。DATAFORTH的隔离信号调理产品(DSCA, SCM, SCTP, DSCT, DSCL, DSCP)为工业信号调理提供了完整的模块化解决方案，其中DSCA模块、SCM5B模块、8B模块等在测试和工业控制领域都得到了广泛的应用。

[康泰电子](#) 是Dataforth公司在中国的总代理商，具有近 20 年在测试和工控领域经验，拥有一支高水平、高效率的专业工程师团队，对信号调理、数据通讯和数据采集产品都具有深入的了解和丰富的使用经验。此次康泰电子非常荣幸地成为DATAFORTH公司在华的总经销商，会进一步加深Dataforth产品在国内市场的销售力度，为客户提供更完善和快捷的售前售后服务。

Dataforth 隔离信号调理产品详细信息：

<http://www.quatronix-cn.com/signal-conditioning/isolated-signal-conditioning.htm>