

耐高温称重传感器的组合方法

江苏省徐州矿务集团质量技术监督处 毕思武

【摘要】 文章详细分析了耐高温称重传感器的三种组合方法，并进行了性能比较，最后指出，选择传感器的组合方式时要统筹兼顾，合理选用。

【关键词】 耐高温 称重传感器 组合方法

1 研究耐高温称重传感器组合方法的意义

耐高温称重是近几年发展起来的一项专用技术。由余姚市通用仪表有限公司生产制造的 HSB 系列耐高温钢包电子秤采用了多传感器组合的模块化结构，如量程为 (1—300) t 的 HSB—A 型钢包秤采用 150t 传感器 4 只，量程为 (1—150) t 的 HSB—B 型钢包秤采用 50t 传感器 4 只。该产品具有耐高温（系统在 $\geq 250^{\circ}\text{C}$ 温度范围内长期稳定工作），抗冲击（具有 300% 的抗冲击能力）等特点。荣获了宁波市科技进步奖，在国内冶金企业得到广泛应用，享有较好的信誉。

多传感器组合技术在电子衡器中的合理应用，可为电子衡器创造较好的工作条件，改变输入输出的特性，降低电子衡器的能耗，提高系统的干扰能力。因此，研究多传感器的组合技术具有着重要的现实意义。

2 耐高温称重传感器的组合方法

在电子称重系统中采用多个传感器时，常用的组合方式有串联工作方式、全并联工作方式、串并联混合工作方式三种。

2.1 串联工作方式

串联工作方式是各个传感器使用独立电源单独供桥，输出端串联连接的方式。如图 1 所示

设它们桥臂电阻分别为 R_1 、 R_2 ，灵敏度分别为 S_1 、 S_2 ，供桥电压分别为 U_1 、 U_2 ，满量程均为 F 。为了保证正常的串联工作状态，需要满足 $S_1U_1 = S_2U_2$ 。

同理，可证明当 n 个传感器串联工作时，为保证正常工作，也需要满足 $S_1U_1 = S_2U_2 = \dots = S_nU_n$ 。这就是串联工作的基本条件。从这个公式中可以看出，对于串联工作的传感器，不管各个传感器的参数如何，理论上都可以通过调整供桥电压建立起正常的工作状态。当然，实际使用中参数的离散性也不能太大。

传感器串联工作的特点如下：

1 假定对某一载荷 W ，用满量程为 F 、灵敏度为 S 、供桥电压为 U 的一个传感器来测量，则得输出 $U_1 = (SU/F) \cdot W$ 。如果以两个传感器串联工作测量以上同一载荷，则当不考虑偏载等因素的理想情况下，可选用满量程为 $(1/2)F$ 的传感器。假定这两个传感器的灵敏度也为 S ，供桥电压也为 U ，则总输出 $U_n = 2U_1$ 。

2 当两个传感器的桥臂电阻均为 R 时，串联后输出阻抗为：

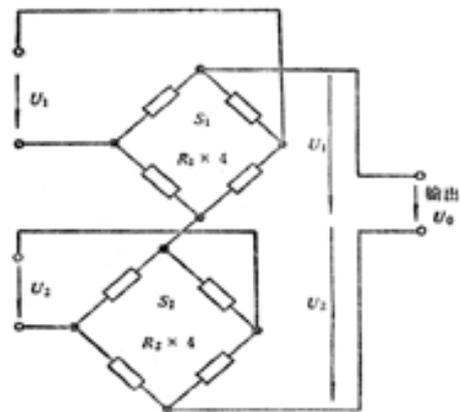


图 1 两个传感器的串联工作方式

$$R_n = R + R = 2R$$

同理，也可证明 n 个传感器串联工作时有：

$$U_n = nU_1 \quad R_n = nR$$

以上 U_n 、 R_n 分别是 n 个传感器串联工作后的输出信号和输出阻抗。这两个式子说明，当 n 个传感器串联工作时，可以比使用一个传感器得到 n 倍的输出，同时输出阻抗也是一个传感器的 n 倍。

这在某些情况下，尤其是配接的称重显示器分辨率比较低时，会得到较精确的称重结果。其缺点是串联相接后，在直流供电的情况下，每个传感器需要相互独立的供桥压电源，否则将破坏电桥电路的原有关系，增加了设备的复杂性和提高了成本。交流供电时，对称重准确度要求较高的电子秤来说，其电源变压器的次级绕组需完全相同，这在实际制作时比较困难。再者，串联后增大了传感器的输出阻抗，容易带来干扰。目前国内电子秤中大部分仍采用这种连接方式，但国外已很少采用，几乎已被淘汰。

2.2 全并联工作方式

该方式是各个传感器的输入端并联，使用一个公共电源供桥，输出也以并联的方式工作。两个传感器的并联工作方式如图 2 所示。

设它们的灵敏度分别为 S_1 、 S_2 ，桥臂电阻分别为 R_1 、 R_2 ，供桥电压分别为 U_1 、 U_2 ，满量程均为 F 。这两个传感器并联工作的条件是 $S_1 R_1 = S_2 R_2$ ，显然，并联工作状态对传感器本身的参数要求是比较高。

同理当 n 个传感器并联工作时可得：
 $S_1/R_1 = S_2/R_2 = \dots = S_n/R_n$ 。

两个传感器并联工作时的特点如下：

1 假定对某一载荷 w ，我们以满量程为 F 、灵敏度为 S 、供桥电压为 U 的一个传感器测量它，输出为 U_1 则： $U_1 = WSU/F$ 。

如果两个传感器并联工作，测量以上同一载荷 w ，在理想情况下，则可选用满量程为 $(1/2) F$ 的传感器，假定它们的灵敏度也为 S ，供桥电压也为 U ，则总的输出 U_n 为： $U_n = U_1$

2 假定这两个传感器的桥臂电阻均为 R ，并联后的输出阻抗为 R_n ，则显然有 $R_n = R/2$ 。

同理可证明当 n 个传感器全并联工作时则有：

$$U_n = U_1 \quad R_n = R/n$$

上式的 $U_n = U_1$ ， R_n 分别是 n 个传感器并联工作后的输出信号和输出阻抗。这两个式子说明，不管几个传感器并联工作都不会得到比一个等效的传感器更大的输出，但并联后的输出阻抗却减小为一个传感器的 $1/n$ 。

在称重显示器具有较高的灵敏度或高的分辨率的条件下，采用并联法较好，因为它只要一个供桥电源，系统简单经济。但它要求每个传感器输出阻抗的平均偏差要小，传感器系数的公差也不能太大。否则，当几个传感器受力不均匀时，输出电压的平均值将产生误差。国外并联工作时，大多数在每个传感器的两输出端与配接的称重显示器之间，接入两个隔离电阻。由于传感器的内阻是输出信号的函数，串入隔离电阻能降低电阻变化对输出的影响。每个传感器的两隔离电阻总阻值要相等，这两个电阻本身也要相等，公差要小，这样能减小因传感器输出阻抗不等或传感器

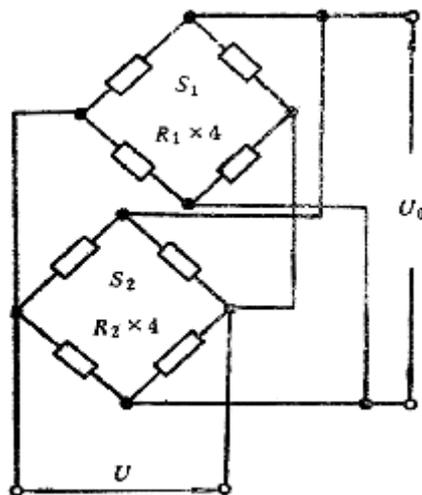


图 2 并联工作方式

系数不一致对传感器总输出的影响。接法如图 3。

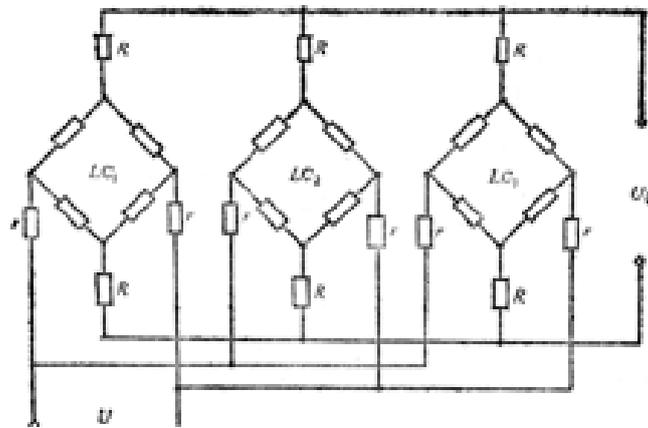


图 3 接有隔离电阻的全并联工作方式

图中 R 即为隔离电阻，通常可选 10kΩ 左右，公差为 0.01%。试验表明，当并联工作的传感器受载不均匀时，传感器平均误差小于 0.05%。

2.3 串并联混合工作方式

这是前述两种工作方式的综合，既有串联又有并联。通常各个传感器使用独立的供桥电源，但输出并联连接，如图 4 所示。这种工作方式也称串并联方式。

通过分析可知，两个传感器串并联工作的条件是：

$$S_1 U_1 / R_1 = S_2 U_2 / R_2$$

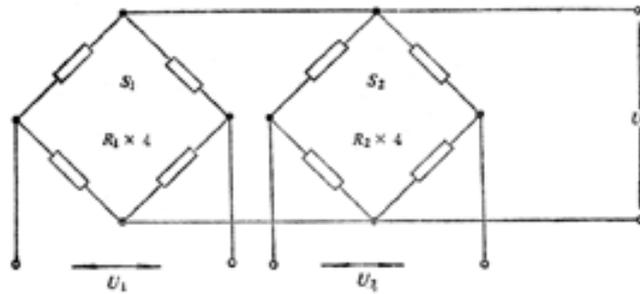


图 4-6 串并联工作方式及其等效电路

由此可见，串并联工作方式既有并联工作方式的特点，又有串联工作方式相似的地方。它不管所使用的各传感器参数如何，均可通过调整供桥电压建立起正常的工作状态，当然传感器参数的离散性也不能太大。

同样可以证明，n 个传感器串并联工作时的输出信号 $U_n = U_i$ ，其总输出阻抗为 $R_n = R/n$ 。至于一个电子秤的四个传感器，两个两个地串联后再并联或两个两个地并联后再串联，虽然也可以，但实际应用中用得不多。

3 三种工作方式的比较

根据前面的分析，我们可以从以下几个技术特性对上述三种不同工作方式作一综合比较。表 4-1 中只列出了两个传感器的情况，由此可以类推到 n 个传感器的情况。

类型	串 联	串 并 联	全 并 联
电 路 图			
工作条件	$S_1 U_1 = S_2 U_2$	$S_1 U_1 / R_1 = S_2 U_2 / R_2$	$S_1 R_1 = S_2 / R_2$
使用条件	恒定 U_1, U_2	恒定 U_1, U_2	差动传感器
输入阻抗	$R_1, (R_2)$	$R_1, (R_2)$	$R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$
输出阻抗	$R_1 + R_2$	$R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$	$R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$
输出信号	$\pm U_1$	U_1	U_1
供电电源数	2	2	1
抗干扰能力	差	较好	强

4 结 语

通过以上对三种称重传感器的连接方法的分析，我们清楚地看到，全并联工作方式的供桥电源数最少，节能效果好，抗干扰能力最强，但输出信号小。串联工作方式输出信号最大，但抗干扰能力最差，节能效果不好。串并联工作方式不同程度地具有前面两种方式的优缺点。在多传感器的称重系统中，究竟选用何种组合方式，要根据实际情况统筹考虑、合理选用。

参考资料:

1. 施汉谦、宋文敏，电子秤技术，中国计量出版社，1990年11月
2. 余姚市通用仪表有限公司产品说明书

作者简介

毕思武，男，中国衡器协会信息通讯员，徐州矿务集团质量技术监督处衡器天平检定站站长、高级工程师。通信地址：江苏省徐州市西关煤建路17号，邮编：221006，Tel: 15852160695，E-mail: xzbisiwu@126.com