

电子衡器四角平衡调试方法 的 分析与探讨



本溪钢铁公司计控处 李军昌

【摘要】 本文对多只称重传感器串联接法和并联接法的电子衡器,调整四角平衡的原则和方法进行了分析和探讨。并通过调试实践,对多只称重传感器并联的电子衡器,在称重传感器输出端并联调整电阻和在称重传感器输入端串接调整电阻两种调整四角平衡的方法的利弊进行分析和比较。认为多只称重传感器并联的电子衡器,在称重传感器输入桥路中串接调整电阻,来调整电子衡器的四角平衡的方法是最优的方法。

关键词: 电子衡器,四角平衡 称重传感器、串联、并联、并联电阻法、串接电阻法

一、概述

在电子衡器的安装调试中,按着 JJG539-97 数字指示秤检定规程的要求,要对秤上安装称重传感器的四点(或六点)进行偏载试验。因此对秤的四角平衡的调校是一项首要的任务。所谓四角平衡,是指在秤的四角的位置上(实际上是安装称重传感器的位置)放置 $1/3$ 的额定载荷,调整秤上的四只称重传感器输出信号,使仪表显示数值相近或相等,即人们俗称四角平衡。

调整四角平衡的方法有两种,一种是在称重传感器输出端并联调整电阻法,另一种是在称重传感器输入端串接调整电阻法。这两种方法最终目的都

是要调整称重传感器输出值的大小。而不同型式的电子衡器,使用的称重传感器的数目不同。多只称重传感器即有并联接法,也有串联接法。以下对各种条件下调整称重传感器输出值的原则和方法及不同方法在实践应用中的利弊做一分析和探讨。

二、多只称重传感器串联和并联调整衡器四角平衡的原则:

1、单只称重传感器输出特性:

我们所说的称重传感器实际上是电阻应变式传感器,它的输出特性通常表示为输出电压与供桥电压及负载的关系。这种传感器在工作区内,有很好的线性,其输出电压为:

$$\Delta U = S \cdot P \cdot U_i / P_n \quad (1)$$

式中: P_n —传感器的额定载荷(Kg 或 t)

P —称重传感器实际承受载荷(Kg 或 t)

S —称重传感器的灵敏度(mV/v)

U_i —称重传感器的供桥电压(V)

2、多只称重传感器串联(以四只传感器为例)调整衡器四角平衡的原则:

四只称重传感器串联接法原理见图1所示:

其总的输出电压为:

$$\Delta U_{串} = \Delta U_1 + \Delta U_2 + \Delta U_3 + \Delta U_4 \quad (2)$$

上式表明四只称重传感器串联时,其总的输出电压是四只称重传感器输出的总和。

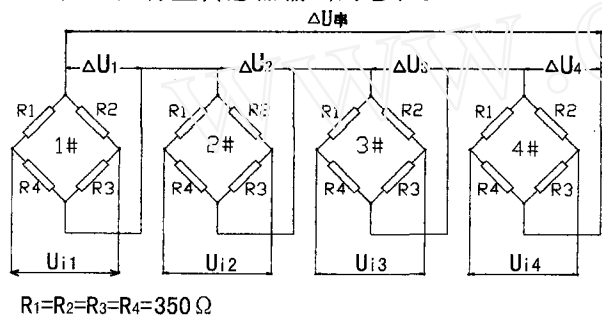


图1 传感器串联连接原理图

将式(1)代入式(2)

$$\Delta U_{串} = (S_1 U_{i1} P_1 + S_2 U_{i2} P_2 + S_3 U_{i3} P_3 + S_4 U_{i4} P_4) / P_n \quad (3)$$

式中: S_1, S_2, S_3, S_4 ——分别为1#-4#称重传感器的灵敏度

$U_{i1}, U_{i2}, U_{i3}, U_{i4}$ ——分别为1#-4#称重传感器的供桥电压,若调整供桥电压使得:

$$S_1 \cdot U_{i1} = S_2 \cdot U_{i2} = S_3 \cdot U_{i3} = S_4 \cdot U_{i4} = K_1 \text{ (常量)} \quad (4)$$

则:式(3)可改为:

$$\Delta U_{串} = K_1 (P_1 + P_2 + P_3 + P_4) / P_n = K_1 P_{总} / P_n \quad (5)$$

式(5)表明:称重传感器串联总的输出电压与它们所受合力成正比,这就保证了电子秤系统的四角平衡,消除了角差。

3. 多只称重传感器并联调整衡器四角平衡的原则(仍以四只称重传感器并联为例):

若四只称重传感器输出阻抗相等,则总的输出电压为:

$$\Delta U_{并} = (\Delta U_1 + \Delta U_2 + \Delta U_3 + \Delta U_4) / 4 \quad (6)$$

即为四只称重传感器输出电压的算术平均值。

图2是四只称重传感器并联接线原理图。

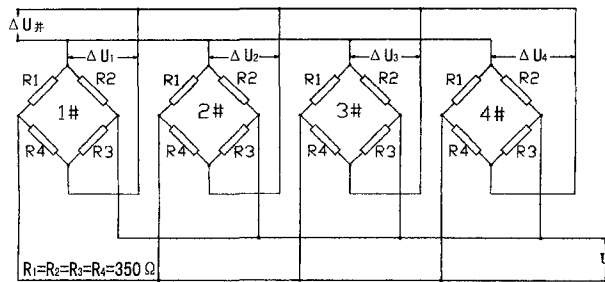


图2 传感器并联连接原理图

若四只称重传感器输出阻抗不相等,令1#-4#称重传感器的输出阻抗为:

aR, bR, cR, dR , 相应的输出电压为 $\Delta U_1, \Delta U_2, \Delta U_3, \Delta U_4$ 其总的输出电压为:

$$\Delta U_{并} = \frac{1}{1/a + 1/b + 1/c + 1/d} (\Delta U_1/a + \Delta U_2/b + \Delta U_3/c + \Delta U_4/d) \quad (7)$$

由于 a, b, c, d, P_n 为常量,(它们是与标准阻抗值的偏差)

$$\Delta U_{并} \propto (S_1 U_{i1} P_1/a + S_2 U_{i2} P_2/b + S_3 U_{i3} P_3/c + S_4 U_{i4} P_4/d) \quad (8)$$

这时,调整桥压使得:

$$S_1 U_{i1}/a = S_2 U_{i2}/b = S_3 U_{i3}/c = S_4 U_{i4}/d = K_2 \text{ (常量)} \quad (9)$$

式(9)代入式(8)得:

$$\Delta U_{并} \propto K_2 (P_1 + P_2 + P_3 + P_4) \propto P_{总} \quad (10)$$

如此四只称重传感器并联总的输出电压与它们的合力成正比,从而保证了电子秤的四角平衡。

4. 多只称重传感器串联和并联组秤优缺点比较

多只称重传感器串联组秤,其优点是输出信号大,对仪表灵敏度低者有利。但输出阻抗增大,抗干扰能力降低。另外串联接法每只称重传感器需单独供电,电源设备复杂化。多只称重传感器并联组秤,输出信号相当于单只称重传感器输出值。并联输出最突出的优点是降低了输出阻抗大大提高抗电磁干扰的能力。以四只称重传感器为例,并联与串联比较输出阻抗降低了16倍!对称重仪表而言,相当于输入信号源的内阻降低16倍,因此抑制了干扰信号的影响。

我们有一台100吨动态电子轨道衡,四只称重传感器串联时,干扰信号使仪表跳字4000多字,而改为并联后跳字在10个字以内,使干扰信号的影响



降低了 52 分贝。这是目前不少厂家大都采用多只称重传感器并联组秤的主要原因。

三、电子衡器四角平衡的调试方法

1、在称重传感器输出端并接调整电阻法：

按以上论述的多只称重传感器并联组秤，调整四角平衡的原则。具体的调整方法有两种，第一种就是国内普遍采用的在称重传感器输出端并接调整电阻法。并有多种定型产品（即并接调整电阻接线盒）。具体调整电路见图 3 所示。

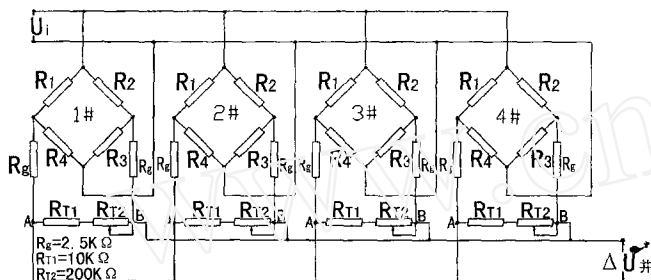


图 3 在传感器输出端并接调整电阻原理图

图中的 R_g 是串接在称重传感器输出臂上的隔离电阻，该电阻值的设计原则是要大于桥臂电阻的 10 倍。桥臂电阻为 350Ω ，这里的 R_g 的阻值为 $2 \times 2.5K = 5K\Omega$ ，目的是减少各称重传感器并联后的环流。

图中的 R_T 是输出电压调节电阻，调节阻值范围是 $10K\Omega - 210K\Omega$ 。调节输出电压的原理是在输出桥臂中产生一个分流，该电流的变化会引起图 3 中 A—B 端的电压发生变化，从而调节称重传感器的输出电压。

这种方法调整电压范围很小，当称重传感器总输出为 $15mV$ ，衡器的分度数 $n = 5000$ 时，最大能调 ± 5 个分度。当称重传感器灵敏度偏差较大时，对于调试经验不足者，往往很不容易调到四角平衡。我们

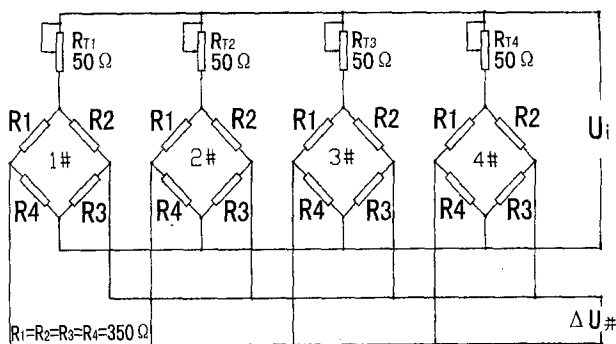


图 4 在传感器输入端串接电阻原理图

曾有一台 100 吨机械轨道衡电子化改造后经 5-6 小时调试没有调到四角平衡的经验教训。

后来，在调试实践中掌握一些技巧。首先将 R_{T2} 调到位置中间，秤要经过重车碾压，机械系统稳定的条件下，用检衡车压角时，要记录各角的最大值和最小值，而后相加取平均值。调整每个称重传感器的 R_{T2} ，使其向平均值“靠拢”，这样经过三个周期的压角调试一般是可以调到四角平衡。

初调者往往是将最小值向最大调整，或是将最大值向最小值“看齐”，这样其中的某只称重传感器的 R_{T2} 一旦调到靠近 R_{T1} 的一端，再调其它的称重传感器的 R_{T2} 就不大起作用了，这是调试失败的主要原因。总之，采用并联电阻调整法，机械台面调整必须比较理想，使秤在空载时，各称重传感器受力均匀，各称重传感器的灵敏度误差在 0.1% 以内经过一番细心调整，是可以调到数字指示秤检定规程中要求的技术指标。

2 在称重传感器输入端串接调整电阻法。

由于在称重传感器输出端并接调整电阻法经人们多年应用实践，大家都感到有很多不便。后来我们在称重传感器的输入端串接调整电阻来调节称重传感器的输出值，得到令人满意的效果。在称重传感器输入端串接调整电阻的原理图见图 4 所示：

这种调整称重传感器输出电压的原理是通过调节串接在输入桥臂上的电阻与桥臂产生分压。当图 4 中的 R_T 调整数值较大时，输入桥臂分得的电压较低，称重传感器输出电压就相应降低。当 R_T 调节值较小时， R_T 上分压值较少，而输入桥臂上分得电压较高，从而使称重传感器输出电压相应升高。

这种方法电阻调节范围约在 15Ω 左右，输入桥臂电阻通常为 390Ω ，当调节电阻调到中间位置时，可分压 $\pm 1.6\%$ ，当衡器分度数为 5000 时，则可调整 80 个分度。

采用在称重传感器输入端串接调整电阻的方法，调整输出电压变化范围很宽。只要机械台面稳定，即使各称重传感器灵敏度不一致或受力分配不甚均匀的情况下，仍能很方便的调到四角平衡。

我们在 150 吨废钢秤调试中，用 80 吨检衡车压点，其中最大值和最小值之差为 $700kg(35$ 分度) 仅用半天，就将四角及中间两点共 6 点调试平衡，并通过沈阳铁路局的检定。具体检定数据见表 1 所示

表1 150t电子轨道衡检定数据表 ($M_0 = 80000\text{kg}, d = 20\text{kg}$)

序号	方向		秤上压点位置					
	南	北	1	2	3	4	5	6
1	→		80020	80020	80000	80020	80000	79980
2	←		80020	80020	80000	80000	80000	80000
3	→		80020	80000	80020	80000	79980	79980
4	←		80000	80000	80000	80000	80000	79980
5	→		80020	80020	80000	80000	80000	79980
6	←		80020	80000	80000	80000	80000	79980
7	→		80020	80000	80000	80020	80020	80000
8	←		80020	80000	80020	80020	80000	79980
9	→		80020	80000	80000	80000	80020	79980
10	←		80020	80000	80000	80020	80000	79980
计算值	计算式		感量加 20kg	显示 20kg	移走 20kg	显示器 0		
最大示值(kg)	M_{max}		80020	80020	80020	80020	80020	80000
差值(kg)	$M_{max} - M_0$		20	20	20	20	20	20
最小示值(kg)	M_{min}		80000	80000	80000	80000	79980	79980
差值(kg)	$M_{min} - M_0$		0	0	0	0	-20	-20
最大示值差(kg)	$M_{max} - M_0$ 或 $M_{min} - M_0$		20	20	20	20	20	-20
平均值(kg)	$\bar{M} = \sum_{i=1}^n M_i / n$		80020	80008	80004	80008	80006	79984
系统误差(kg)	$\Delta = \bar{M} - M_0$		20	8	4	8	6	-16
偶然误差(kg)	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (M_i - \bar{M})^2}{n-1}}$		0	10.32	8.43	10.32	9.66	8.43
相对误差(%)	$\delta = \frac{ \Delta + 2\sigma}{M_0}$		0.025	0.035	0.03	0.035	0.022	0.041

表1数据分析表明,80吨检衡车在秤上6个位置压点往返10次。测得60个数据,最大误差仅为±1d。其中第6测量点,10次测量的最大相对误差为0.041%。

这种调试方法,已被国内一些衡器厂家认同,首先是济南衡器厂制造了在称重传感器输入端串接 $2 \times 15\Omega$ 调整电阻,能接8只称重传感器的接线盒,已是定型产品。最近有的厂家也生产了同类产品,串接电阻为 30Ω ,并且在 30Ω 电阻两端又并接了 300Ω 的多圈电位器,这一改进,能对称重传感器输出电压微调,更加优化了四角平衡的调试效果。

目前采用这种方法调整电子衡器的四角平衡应用尚未普及。但这种方法在电子衡器调试中能大大提高工作效率,能方便快捷的使衡器达到四角平衡的突出优点。设想不久的将来,在称重传感器输入桥臂上串接调整电阻来调试电子衡器四角平衡的方法,必然会取代在称重传感器输出桥臂上并接调整电阻的方法。

参考文献

- 1、杨鹏《提高电子轨道衡测量系统抗工业电磁干扰的新方法》1986年衡器科技第三期
- 2、盛伯湛《怎样调整传感器供桥电压减少电子秤角差》计量技术 1988年第四期
- 3、施汉谦、宋文敏编著《电子秤技术》1996年版
- 4、顾理敏、宋伟编著《电子秤》1982年版

(作者通讯地址:本溪钢铁公司计控处物资计量站
 邮政编码:117021
 收稿日期:2002.5.27)

(上接33页) 但前提是对要求的删减不影响组织提供满足顾客和法律法规要求的产品的能力或责任的要求。

对硬件产品制造而言,如果产品图纸由顾客提供,可以删去7.3设计和开发的要求,工艺过程的开发可以采用7.1控制(如果组织认为适合,也可以参照7.3的要求控制)。对于引进技术的产品只

要进行了国产化就必须有确认,如果有权进行更改,就必须执行更改控制,这时都不能删去7.3,但也并不要求实施7.3的全部内容,只是采用那些和自己有的过程相关的、适用的条款即可。

(作者通讯地址:济南市英雄山路147号
 邮政编码:250002
 收稿日期:2002.6.10)

