

使用中应变式称重传感器故障检测方法步骤

宁波柯力电气制造有限公司 姚玉明

【摘要】 本文对模拟称重传感器的定义、组成和工作原理予以简要说明，在此基础上提出称重系统一些常见故障中有关传感器部分的检测方法和步骤。以便电子衡器生产和使用者对传感器故障的准确分析和判定，提高行业产品综合应用的基础技术水平。

【关键词】 模拟称重传感器 定义 组成和工作原理 故障 检测方法 检测说明

电阻应变式称重传感器是一种将力信号转换为电信号的机电元件，广泛应用于电子称重领域，自动控制和自动检测领域等，是称重和检测系统的核心元器件。其定义、组成和工作原理如下：

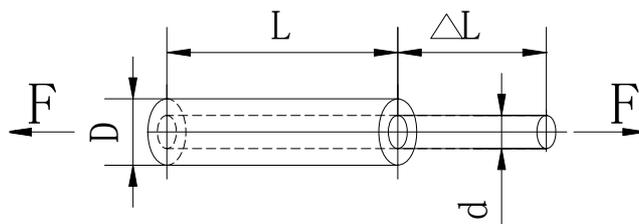
定义：考虑到使用地点的重力加速度（g）和空气浮力（f）的影响后，通过把其中一种被测量（质量）转换成另外一种被测量（输出）来测量质量的力传感器。



组成：敏感元件+传感元件+测量电路

其中：敏感元件——弹性体；传感元件——电阻应变计；测量电路——惠斯登电桥

工作原理：以金属材料为转换元件的电阻应变计，其转换原理是基于金属电阻丝的电阻——应变效应。所谓应变效应是指金属导体（电阻丝）的电阻值随变形（伸长或缩短）而发生改变的一种物理现象。如下图所示：



1) 受力前 (F=0) 电阻值

$$R = \rho \cdot L / S \quad (1)$$

式中：R——金属丝的电阻（Ω）；

ρ——金属丝的电阻率（Ω·M）；

2) 受力后 (F>0) 电阻变化值

$$\Delta R = R \cdot K \cdot \epsilon \quad (2)$$

式中：ΔR——电阻变化量；

R——原始电阻值；

L——金属丝的长度 (m);

K——应变计的灵敏系数;

S——金属丝的横截面积 (m^2) ($\pi D^2/4$)

ϵ ——轴向应变

D——金属丝的直径 (m)

结论: 金属丝拉伸, 电阻值增加; 金属丝压缩, 电阻值减小。

了解上述组成及原理后不难想象: 电阻应变式传感器故障往往会因为一些人为或自然因素损坏, 比如传感器过载, 冲击, 或不小心的跌落, 大力拽传感器导线, 雷击或大电流通过传感器, 化学腐蚀, 潮气浸蚀或高粉尘环境以及传感器内部的元器件的老化等。直接导致的后果可能是称重系统漂移, 显示不稳定或不显示数据等现象。下面主要介绍称重系统一些常见的故障中有关传感器部分检测方法和步骤, 供我们的广大用户在实际中参考应用。

首先, 在从称重系统中拆除称重传感器前应该仔细慎重地判别系统的结构和传感器是否存在下列问题:

1) 检查是否是系统传力故障, 可能由于灰尘, 机械部位未对准, 元件传力延缓等原因, 而非传感器故障;

2) 检查系统在传力部位是否有损伤, 锈蚀或者明显的磨损; 冬季应注意传感器传力部位是否有结冰现象, 影响系统的传力和复位;

3) 检查系统的限位装置是否工作, 其间隙是否符合要求;

4) 检查传感器电缆线与接线盒和显示仪表连接是否正确, 有无断线或连接导线接触不良的情形; 重点检查总线九芯插头及接线盒内的接线可靠性;

5) 检查接线盒和仪表是否有故障, 尤其是接线盒中电位器和接线端子的情况;

6) 检查传感器是否锈蚀、受潮 (特别是贴片孔区域); 传感器电缆线的完整性; 传感器电缆线入口处的环境等。

※ **建议用户配备下述的仪表设备作为检测传感器的必要的装置:**

A) 高性能经校准的数字万用表 (四位半以上), 检查准确度能达到 $\pm 0.1 \Omega$ 和 $\pm 0.01 mV$, 检查传感器的零点输出和桥路完整性;

B) 兆欧表 (绝缘表), 测试传感器的绝缘阻抗。推荐量程范围 50VDC 下测试 5000M Ω 。

一般传感器生产厂家均应按照相关的技术标准生产, 该产品详细的技术性能数据在随产品附送的合格证上, 合格证上提供了详细的输入/输出阻抗, 绝缘阻抗, 零点输出, 输出灵敏度和正确的接线代码标识等。

特别建议: 传感器企业要更快更准确的对用户退回的传感器进行分析反馈, 应需要广大用户的大力配合, 建议通过下表形式将您在现场遇到的故障情况详细做好记录, 随产品或直接传真给传感器公司, 以便对症分析, 反馈改善措施。提供如下样表, 供用户参考。同时衡器企业也应通过此表记录情况对服务人员的工作情况作出一定的检查。

传 感 器 检 查 表

公司名称:	联系人:	日期:																					
地 址:	电话/传真:																						
传感器型号:	编 号:	量 程:																					
简短描述传感器故障（现象）:																							
<p>外观检查</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 25%;">标签</td> <td style="width: 25%;"><input type="checkbox"/>OK</td> <td style="width: 25%;"><input type="checkbox"/>不稳</td> <td style="width: 25%;"><input type="checkbox"/>脱落</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">外观</td> <td><input type="checkbox"/>像新的</td> <td><input type="checkbox"/>电缆线剪断</td> <td><input type="checkbox"/>电缆线脱落</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/>胶层破损</td> <td><input type="checkbox"/>弹性体变形</td> <td><input type="checkbox"/>弹性体摔伤</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/>盖板脱落</td> <td><input type="checkbox"/>盖板锈蚀</td> <td><input type="checkbox"/>弹性体锈蚀</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">使用环境</td> <td><input type="checkbox"/>有腐蚀</td> <td><input type="checkbox"/>无腐蚀</td> <td><input type="checkbox"/>不清楚</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/>潮湿环境</td> <td><input type="checkbox"/>干燥环境</td> <td><input type="checkbox"/>不清楚</td> </tr> </table>			标签	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> 不稳	<input type="checkbox"/> 脱落	外观	<input type="checkbox"/> 像新的	<input type="checkbox"/> 电缆线剪断	<input type="checkbox"/> 电缆线脱落	<input type="checkbox"/> 胶层破损	<input type="checkbox"/> 弹性体变形	<input type="checkbox"/> 弹性体摔伤	<input type="checkbox"/> 盖板脱落	<input type="checkbox"/> 盖板锈蚀	<input type="checkbox"/> 弹性体锈蚀	使用环境	<input type="checkbox"/> 有腐蚀	<input type="checkbox"/> 无腐蚀	<input type="checkbox"/> 不清楚	<input type="checkbox"/> 潮湿环境	<input type="checkbox"/> 干燥环境	<input type="checkbox"/> 不清楚
标签	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> 不稳	<input type="checkbox"/> 脱落																				
外观	<input type="checkbox"/> 像新的	<input type="checkbox"/> 电缆线剪断	<input type="checkbox"/> 电缆线脱落																				
	<input type="checkbox"/> 胶层破损	<input type="checkbox"/> 弹性体变形	<input type="checkbox"/> 弹性体摔伤																				
	<input type="checkbox"/> 盖板脱落	<input type="checkbox"/> 盖板锈蚀	<input type="checkbox"/> 弹性体锈蚀																				
使用环境	<input type="checkbox"/> 有腐蚀	<input type="checkbox"/> 无腐蚀	<input type="checkbox"/> 不清楚																				
	<input type="checkbox"/> 潮湿环境	<input type="checkbox"/> 干燥环境	<input type="checkbox"/> 不清楚																				
其它:																							

电 气 性 能 检 查

测试项目	实测值	规格要求	结 论
零点输出	mV/V	$\leq +/ - 1\%FS$	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> 数值 ()
输入阻抗	Ω	桥阻 $\pm 10 \Omega$ (常规)	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> 数值 ()
输出阻抗	Ω	桥阻 $\pm 5 \Omega$ (常规)	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> 数值 ()
激励+与信号+	Ω	(对称补偿情况下) 极差值 $\leq 1 \Omega$	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> 数值 ()
激励+与信号-	Ω		<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> 数值 ()
激励-与信号+	Ω		<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> 数值 ()
激励-与信号-	Ω		<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> 数值 ()
激励电压 (DVC)	V	依仪表说明书规定 常规为 12V 或 15V	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> 数值 ()
绝缘阻抗	M Ω	$\geq 5000 M\Omega$	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> 数值 ()

损坏原因

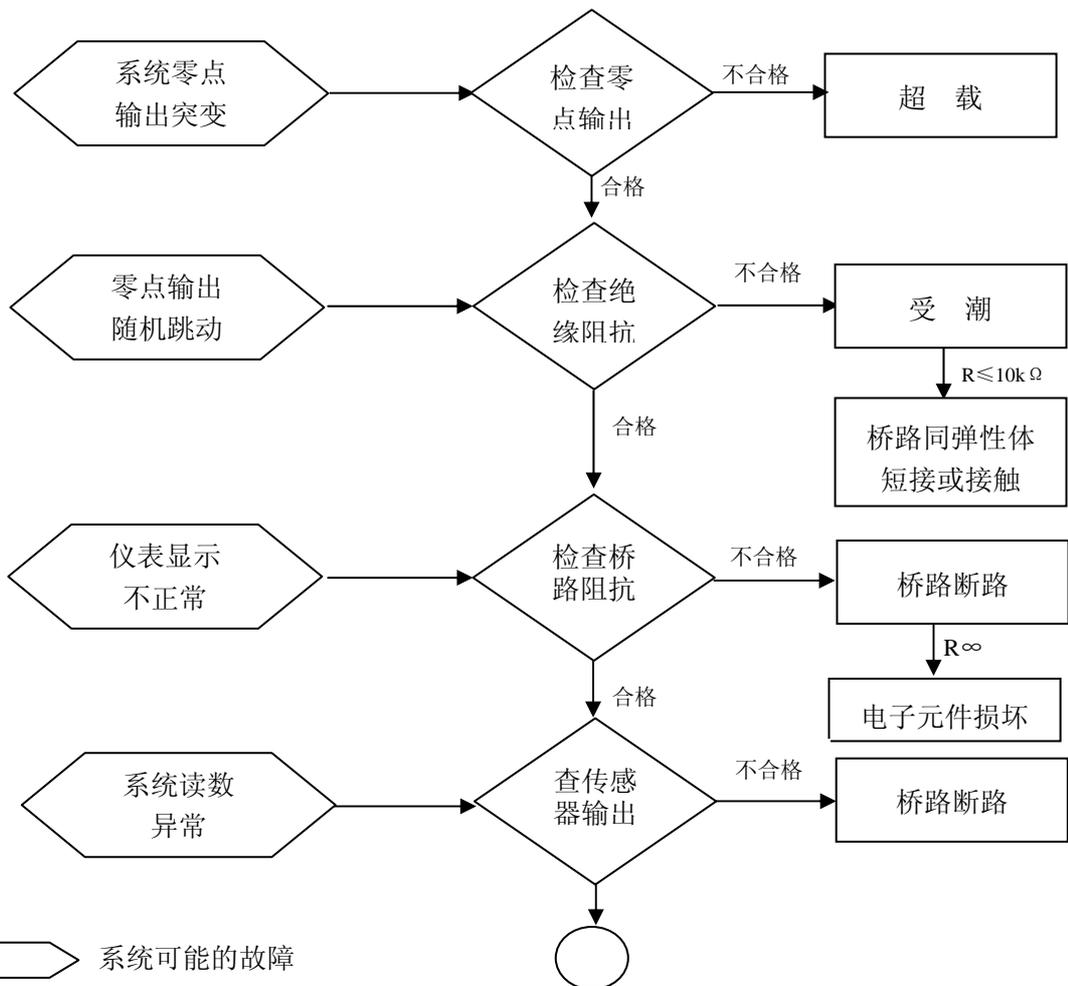
- 传感器受潮 断路 短路 元件损坏 过热 大电流击穿
 过载 严重锈蚀 电缆线破损 其他: _____

处理办法

- 进行进一步检查 其他: _____
 要求退货 (保修期内)
 要求返修

签名 (维护人):

检查程序:



- 说明: 系统可能的故障
 需要进行的检测
 可能出现该情况的原因

检测说明:

第一步: 零点输出检查

零点输出,即传感器在没有载荷的情形下的输出值,所有的载荷(包括秤体、传力件等静载荷)都必须去掉的情况下,测试传感器的输出。传感器零点应该是在传感器设计安装使用要求的状态下测试所得值,防止传感器本身自重带来的错误影响。传感器应该连接在稳压电源上,最好采用产品说明书或样本中推荐使用的激励电压。测试纪录传感器的毫伏电压输出值,除以传感器的激励电压,就得出传感器的零点输出值(mV/V)。比较这个输出值与传感器的合格证上的数值(如果可能)或者与传感器公司的样本中相应数据,即可得出传感器的零点输出是否合格的结论。

分析:传感器零位永久性的变化一般会因为传感器的超载或受瞬间冲击导致。而如果传感器的零位周期性的变化可能是由于应变计受潮或由于其他原因导致的内部变化所致,当然这种情况也可以检测传感器的绝缘阻抗和测试桥路电阻检查出来。

第二步: 测试绝缘阻抗

一般我们要求测试传感器的引出线和传感器本体(弹性体,外壳等)之间的阻抗。注意,将传感器和接线盒以及仪表断开。调试好绝缘测试箱(表),然后将表笔一端接传感器的电缆线(输出,屏蔽线等),一端接传感器的本体(弹性体,外壳等)。一般要求,该阻抗 $\geq 5000\text{M}\Omega$ 。

注意:不得使用绝缘箱的表笔测试传感器的输入,输出阻抗,因为绝缘箱的输出电压高于传感器内部电器元件的耐压值。

分析:我们一般要求传感器引出线与弹性体间的绝缘阻抗 $\geq 5000\text{M}\Omega$ 。绝缘值偏低可能是由于传感器桥路受潮或局部桥路受损。特别低的绝缘阻抗($\leq 1\text{K}\Omega$)可能是传感器受潮严重而导致桥路与弹性体短接或内部连线绝缘层击穿受损。传感器绝缘低的直接表现就是传感器输出不稳定,而且会随环境条件的变化而变化,甚至受打印机的工作干扰。

第三步: 测试桥路阻抗

测试桥路阻抗就是检测传感器桥路的完整性,检测时,应将传感器同接线盒和其它测试设备断开。输入和输出阻抗测试是用数字万用表表笔依次在传感器的输入端头和输出端头处量取阻抗值,对比测试值与产品的合格证的数值;桥路对称度的确认是指用数字万用表量取一个输入端同一个输出端间的阻抗,依次量取可以得出4组阻抗值,在完全对称补偿的传感器中,该四组阻抗值的极差值不得大于 1Ω (精度低的万用表该值不得大于 2Ω)。

分析:桥路阻抗的变化常常是由于桥路受损或断开,电子元器件失效或内部短路。这可能是由于大电流或电压(雷击或焊接电流)击穿烧毁电桥,或者由于冲击或震动疲劳导致,或者超高温等原因导致。

第四步: 测试传感器输出

将传感器单独接在稳压电源上,使用激励电压 $10\sim 15\text{VDC}$ 。将传感器的输出端接在毫伏表上(或将万用表打在直流毫伏档),依据传感器的安装使用状态,在传感器的加载端上加载,观测传感器

的输出变化。

分析：正常情形下，传感器应该有一个正向的输出。如果传感器的输出异常，可能是由于传感器接线错误或者传感器应变计与弹性体基体脱落、内部断路等导致。

关于传感器检查表

文中向客户提供了一份传感器检查表，意在指导我们的用户进行对传感器的检测，请尽可能按照该份表格填写检测内容。一方面，传感器公司质量分析人员可以依据该内容判断用户使用中的故障内容，从而对用户方的使用进行有目的性的指导、帮助；另一方面，对用户退回的产品，传感器公司可以依据用户提供的表内信息进行有目的的判定，以提高分析的针对性和分析效率，加快信息反馈速度。最终希望能在双向沟通交流中推动我们传感器及衡器基础技术的良好发展。

参考资料

- (1) 王云章，《应变式传感器故障分析与修理》，中国计量出版社，1994年
- (2) 唐文炳，《电子衡器使用与维修》，中国计量出版社，2004年
- (3) 月刊，《仪表技术与传感器》

作者简介

作者：姚玉明

工作单位：宁波柯力电气制造有限公司

地址：宁波市江北投资创业园C区长兴路199号

邮编：315033