

# 传感器 ZTC 补偿技术探讨

中航电测仪器股份有限公司 苏 绛

【摘要】 传感器 ZTC 补偿也就是传感器零点温度补偿，是应变式传感器的一项重要指标，也是传感器制作工艺中较复杂的一项工艺技术。随着各种高分度秤的使用，对传感器的最小检定分度值  $V_{min}$  提出了更高的要求，提高传感器最小检定分度值的方法就是做好传感器 ZTC 补偿。

【关键词】 传感器；零点输出；补偿

## 一、引言

随着各种高分度衡器需求的增多，对传感器的各项技术指标要求就越来越高，对传感器的最小检定分度值的要求越来越高。传感器零点输出的稳定性，传感器零点输出的大小、传感器在各种温度条件下要保持长期可靠、稳定的零点输出、并不受外界温度的影响成为传感器制作过程中的技术重点。而要保证传感器的零点输出的稳定性，主要要从传感器的制作工艺上做好工作，保证传感器的零点输出稳定而可靠。本文就传感器制作过程中对提高 Y 值的方法提出一些实用的技术。

## 二、概述

传感器在应用于称重系统的时候，由于要与仪表相配套使用，因此需将其零位修正到一定的范围，否则会增加整个测试系统的误差，零点输出的一致性越小，在进行调试时就越方便。同时，由于传感器在使用时随时间的变化、环境温度的变化，也会引起零点输出随时间和温度变化而变化，这就需要在生产中对传感器零点进行补偿，使其受时间环境温度变化而产生的变化最小。

## 三、零点温度补偿原理及方法

要做好传感器零点温补补偿，首先须了解影响传感器零点输出的原因，传感器在进过贴片、组桥工序后，由于其应变计阻值具有一定的分散性，且由于加压，固化等因素的影响，各桥臂电阻值发生偏移，传感器零点输出就有一定的分散性，需要进行相应的补偿，补偿原理如图 1 所示。

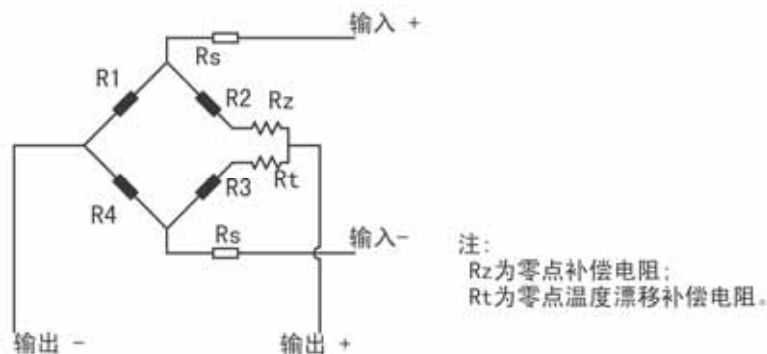


图 1 传感器零点及温度零点补偿原理图

如图所示，传感器零点输出

$$U_0 = U \times \frac{R}{2R_s + R} \times \frac{(R_1 R_3 - R_2 R_4)}{(R_1 + R_2) \times (R_3 + R_4)} \quad (1)$$

式中： $U_0$  为传感器零点实测输出；

$U$  为传感器供桥电压；

$R$  为传感器输出阻抗阻值；

$R_s$  为传感器单边温度灵敏度补偿电阻；

$R_1, R_2, R_3, R_4$  为组成传感器桥路对应桥臂阻值。

由于弹性体、应变计、胶粘剂、导线等构成传感器的材料在温度变化下的曲线各不相同，各种规格，不同型号的材料温度系数不同。因此，当外界环境温度发生变化时，传感器各桥路电阻值会随之发生相应变化，从而产生零点输出的变化，虽然目前的应变计已具有温度自补偿功能，但对高精度传感器来说，补偿效果还并不理想，这就需要在其基础上进一步补偿。

影响传感器零点温漂的主要工艺原因：

在贴片加压力值过大或加压力不均匀，加压力过大或不均匀会造成传感器零点输出偏大，胶层厚度不一致会导致传感器零点温漂值偏大；

传感器在组桥时桥路的不对称，也就是说传感器各桥路中使用的导线长度不一致，各种导线在温度场下的电阻阻值变化会导致零点温漂值大；

温漂测试系统误差带来的传感器温漂值过大；

补偿操作时焊接方法、焊接质量的影响。

针对以上原因，要提高零点温度补偿的质量，首先要控制好补偿前的各工序质量，提高自补偿的合格率，其次是要对传感器高低温零点输出进行准确的测量，最后才是采用有效的补偿方法，提高传感器的零点温度性能。需要从以下几方面作好工作：

第一，从传感器的贴片工序首先应选择好的应变计，并控制好传感器的贴片加压力的大小，按照应变计产品的指标，进行 0.3Mpa 的加压力值控制，加压力大会引起应变计阻值变化大，造成桥路的不对称；加压力过小，则会造成传感器加载不回零。使用有弹性补偿的夹具，并对力值进行精确控制，提高贴片加压力质量。

第二，影响传感器零点输出的另一工艺原因就是传感器组桥时组桥线的不对称。由于传感器组桥用的各种导线，其线径很细，在温度场下阻值变化比较敏感，不管是使用漆包线还是塑胶线，其导线电阻在高低温下都有一定的变化，所以对称的布线方法及最短的布线规则在传感器的制作中尤为重要。即使是将传感器的组桥线进行拉伸或扭曲变形等，也会影响传感器的制作质量，在大批量生产的情况下，为有效保证传感器的工艺质量，必须将各种传感器组桥用线的长度进行量化，在组桥工艺中将组桥线的长度进行规定，并由专门的人员进行加工。

第三，为有效保证补偿的质量，必须有先进、可靠、准确的测试系统进行温漂的测试，才能保

证测试结果的真实性，保证补偿精度的提高。只有测试系统准确、误差小才能保证检测的准确性，进而保证补偿的质量。早期的补偿测试系统大多采用一台仪表，通过通道切换的方式进行测试，受电源、通道切换电阻的影响较大，检测结果会存在较大的差异。而采用一对一的测试方式将是根本的解决办法，也就是用测试用的数字模块，将每一只传感器用一对一的数字模块接入测试系统中，才能保证有准确的测量结果。

对于小量程传感器的测试，还应消除测试环境对测试结果的影响，例如传感器在高低温箱内的放置状态、高低温试验箱的风力大小、高低温箱的振动都影响测试结果，必要时还需在高低温箱停机时进行测试。

在传感器零点温漂测试系统中，还需排除各种连接件，如导线、接插件的温度影响，一方面要求各种连接件可靠连接，接触电阻最小，另一方面需采用六线制进行补偿，消除电源及导线的影响。

第四，在补偿过程中补偿丝的焊接方法对补偿的质量也是至关重要的。在进行传感器的零点补偿时，一般采用的是线径较细的补偿丝，在进行补偿时，首先需取除补偿丝两端的漆层，取除漆层的方法有使用烙铁直接烫去层的方法，必须保证补偿丝的均匀性，否则会引起零点不稳或温漂不稳的现象，另外就是要保证焊点的质量。补偿丝较长时还需采用双线缠绕的方法，以消除补偿丝之间的电感影响，从而保证补偿的稳定性。

通过进行各种工艺试验，并有大量的产品进行验证，上述方法的结果是可行的，并在补偿工序取得了一定的效果，有效的提高了补偿的质量和效率。

#### 四、零点温度补偿测试系统

要提高传感器零点温度补偿的补偿精度、补偿质量及补偿效率，测试系统的精度决定了补偿的精度，只有高精度的测试系统做保障，才能有高质量的补偿效果，测试系统的组成对补偿的质量起到了决定性的作用，设计并制作先进的测试系统，才能有效的提高补偿质量与补偿效率。目前常用的测试系统组成如图 2 所示。

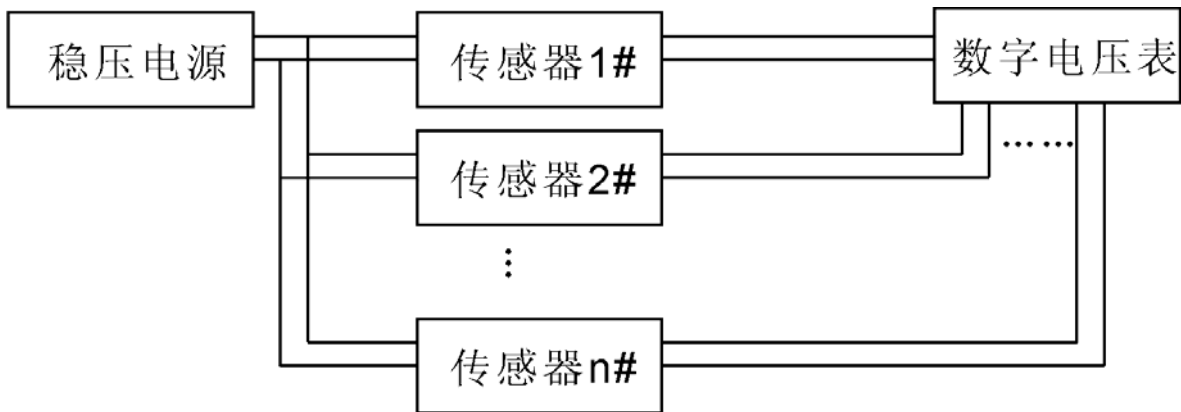
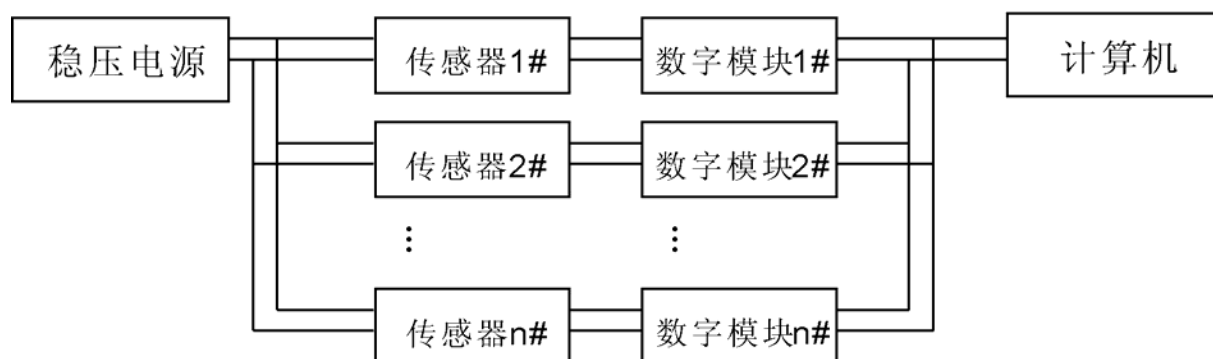


图 2 测试系统硬件框图

典型的测试系统由稳压电源、数字电压表、被测传感器组成。传感器的输入端全部并联后接稳压电源，输出端经过多路数字电压表的各通道后接数字电压表。这种测试系统受通道切换的影响，长期使用可能会带来较大的测量误差。



新型的测试系统由稳压电源、数字模块、计算机、被测传感器组成，传感器的输入端全部并联后接稳压电源，每只传感器输出经过对应的数字模块，转换为 RS485 接口与计算机相联。这种测试系统对传感器进行一对一的测试，测量更准确，但成本较高。

### 五、结束语

对传感器零点的补偿固然重要，但补偿是为了弥补传感器制作过程中带来的温度漂移，更重要的是怎样减少或消除传感器自身的温度漂移，使传感器在没有进行补偿之前温漂值就很小，也就是说传感器自补偿的提高才是提高传感器 ZTC 性能的最终目标，这将是我们的传感器生产厂家追求的目标。

### 参考资料

GB/T7551-2008 《称重传感器》。