

主动称重减少称重误差探讨

滕冠军 于和理 赵毅常

山东省五金研究所 淄博同泰衡器有限公司

【摘要】 电子衡器在国民经济活动中广泛应用。多年来，随着技术的发展，其关键部件称重传感器的准确度和稳定性不断提高。然而，大型电子衡器的称重误差却没有相对应的减少，其中前端误差未能减少是主要的因素之一。本文从减少电子衡器前端误差入手，重点围绕秤台的变形（但不限于此）引起的称重误差提出了主动称重方式解决方案。

【关键词】 主动称重 电子衡器 前端误差

一、前言

电子衡器在国民经济生活中广泛应用。多年来随着科技水平的不断进步，其关键部件称重传感器的准确度和稳定性不断提高。然而，大型电子衡器的称重误差却没有相应的减少。我们将引起称重误差的因素分为三类：

- (1) 称重传感器误差；指由传感器的设计和制造质量确定的误差。
- (2) 后端数据误差；指由称重传感器传出的数据在传输、数据处理等方面产生的误差。
- (3) 前端误差；指规范制造和安装的电子衡器在使用中受外界影响所产生的误差。其主要因素有称台的变形（伸缩和挠度）和重物加载冲击对称重传感器的作用导致的误差。

随着软、硬件水平的不断提高，第（1），（2）项误差不断的减少。但前端误差多年来却仍保持原有水平。

本文针对减少前端误差提出“主动称重”的方案。该方案已在淄博同泰衡器股份有限公司的产品中实施，得到用户认可，取得很好的效果。

二、前端误差分析

如前所述，我们将引起称重误差的因素分为三类，我们的重点在于如何减少前端误差引起的称重误差。

导致前端误差的因素有很多，包括称台的结构、刚度、平整度和基础的结构、刚性及平整度等。这些因素都可能使称重传感器的负载产生变化，进而导致称重传感器的数据输出产生变异，最终产

生称重误差。当然，重载荷的冲击也可产生同样后果。

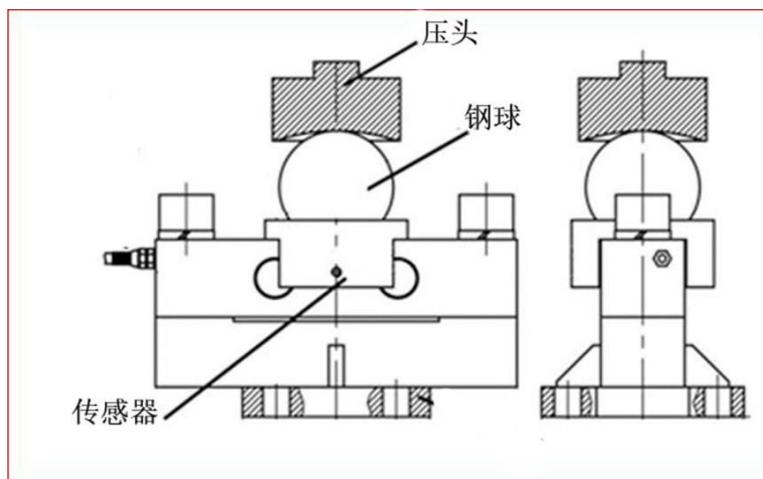


图 1 桥式称重传感器示意图

图 1 是我们常见的桥式称重传感器示意图，理想状态下，重力通过压头、钢球垂直作用于传感器。这时我们能得到最接近于实际重量的称重值。

然而，在实践中常常出现的确是如图 2 所示的现象，受力点 F 会发生偏移。

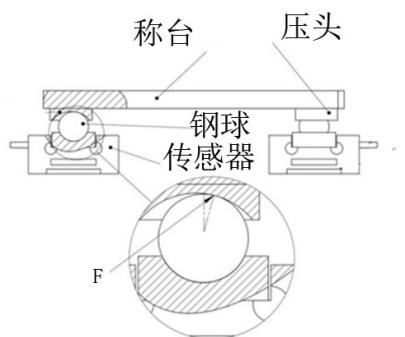


图 2 受力偏移示意图

在目前的电子衡器中，由于秤台在重物作用下的挠度变化和温度变化导致的尺寸变化等情况，压头与钢球的接触点会发生偏移。在使用多个称重传感器布局情况下，受力点的偏移会产生物理学中“楔”的现象。这必然会增加称重误差。加载重量越大，“楔”的作用越明显。而且，受力点 F 的位置会因外界影响随机变化。譬如重物放置的位置不同，每一个称重传感器受力的 F 点都会不同。

当然，位置偏移也可能来自于安装误差。

图 3 是 F 点的受力分析平行四边形。

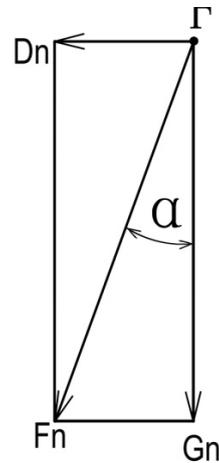


图 3 受力分析图

图中 F 为球体受力点 G_n 为垂直分力 D_n 为水平分力 F_n 为合力

假定：称重重量 G 平均分配在 N 个称重传感器上，在 F 点所受垂直分力为 $G/N=G_n$ ；在 F 点的水平分力为 D_n ，两者合力为 F_n 。

由上图 $G=\Sigma G_n$ ， $F_n=G_n/\cos(\alpha)$ 当 $\lim(\alpha \rightarrow 0)$ 时， $\lim(\cos(\alpha) \rightarrow 1)$ ； $G_n \rightarrow F_n$ 。这是最理想状态，每个称重传感器都是垂直受力。

当 $\alpha > 0$ 时，则 $F_n > G_n$ 考虑到“楔”的作用 F_n 还会被加大。

完全暴露于外界的称台，受到温度和风的影响，其热胀冷缩的尺寸变化要大于混凝土的基础；与称台连接的压头相对于称重传感器会出现位移。这就导致夹角 α 不能为 0；即 $\alpha > 0$ ， $\cos(\alpha) < 1$ ，则 $F_n > G_n$ 。

重要的是，在施加重力的情况下，称台和称重传感器都会产生变形并引起夹角 α 的变化；一般情况下会增大夹角 α ，在 G_n 不变的情况下同样使 F_n 和 D_n 加大，导致称重误差增加，并可增加对称重传感器的损害。

以上分析得知：

- a、夹角 α 的存在不可避免；
- b、每一个称重传感器的夹角 α 不同是大概率；
- c、每个称重传感器每次称重时的夹角 α 不同是大概率；
- d、因此每次称重时产生的称重误差不同。

三、主动称重

对传统的电子衡器来说，当重物加到称台时，置于称台和基础之间的称重传感器受到挤压，应

变片发生变形，产生并发出电信号，经后端处理得到称重数据。

而主动称重电子衡器则不同；称台下置有辅助支撑，置于称台和基础之间的称重传感器，顶部与称台（正向安装时）或与基础（反置安装时）之间留有间隙；当重物加到称台上时，称重传感器并不会受到挤压。

称重时，施加动力消除间隙并使称台上升脱离辅助支撑，这时称重传感器才受到挤压开始工作。

主动称重电子衡器对传统的称重结构进行了改革，这样可以完全避免加载重物时的冲击；同时也将称台挠度和尺寸变化对称重传感器的影响降到最低。使得 $\lim(\alpha \rightarrow 0)$ ，较好得解决了上述前端误差造成的称重误差问题（详见：ZL202020195464.0）。

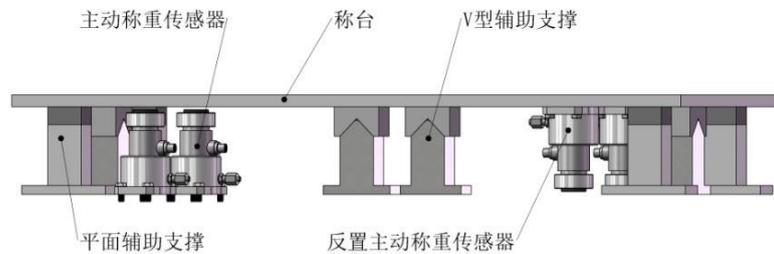


图 4 主动称重方式大型电子衡器示意图

在图 4 主动称重大型电子衡器示意图中我们看到，平时秤台落在 V 型辅助支撑和平面辅助支撑上。V 型辅助支撑和平面辅助支撑上面的部分与称台相连，下面的部分落在基础上。称重传感器的压头与称台之间保持一定的距离，这样称重传感器就不会受到重物加载时的冲击。当称台因温度变化导致产生尺寸变化时不会影响到称重传感器；当称台加载重物产生挠度变化时（同时也会有尺寸变化）同样不会影响到称重传感器。

成“十”字布置的 V 型辅助支撑还可以有效防止称台在水平面的移动。（见图 5）

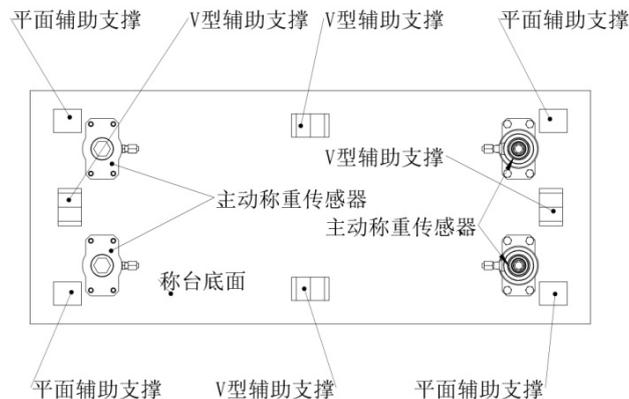


图 5 秤台底面布置图

平面辅助支撑则主要承受垂直重力。

称重时，对主动称重传感器加压，传感器上升将秤台顶起实现称重。

主动称重电子衡器可使用如图 6 所示的主动称重传感器。

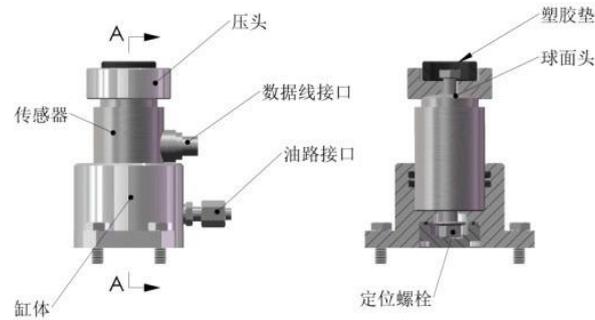


图 6 主动称重传感器示意图

由图 6 中我们看到，传感器位于缸体内。传感器的球面头与压头具有相同的球面半径；压头可以在有限的范围内摆动，以适应称台的挠性变形。这样在一定的范围内可保证重力垂直作用于传感器（详见：ZL202022476804.2）。

由于称重前压头与称台不接触，所以由温度导致的尺寸变化不会影响到传感器。这样，引起前端误差的两个主要因素都能得到有效的遏制。

在缸体内的下部可以看到定位螺栓，定位螺栓用来控制传感器的升起高度。

在压头里的螺栓用于防止压头脱落。塑胶垫则保证压头与称台之间留有间隙，同时也可加快两者的分离并增加与秤台的摩擦力。

称重时，经油管接口把液压油压入缸体中，将称重传感器升起，同时将称台和上面的重物一起顶起，实现称重计量。

不称重时，底部固定在基础上的称重传感器，因压头与称台之间的间隙而不受称台变形的影响，同时也避免了加载重物时对称重传感器的冲击。

这样的设计大大减少了对制造、安装误差的要求；有效的避免了装载时对称重传感器的冲击，同时也消除了机体因温度或加载变形对称重传感器的形成的偏载力。有效的减少了称重误差。

当然，主动称重传感器也可以“反置”，将底座固定在称台上（见图 4）。



图 7 钢材秤

图 7 是淄博同泰衡器有限公司为某企业定制的钢材秤。这类物资在称重装载时，通常会产生很大的冲击，会导致称重误差并降低秤的使用寿命。根据用户的要求设计了专用的钢材秤。

钢材秤是主动称重的一个范例。货物加载时直接放置到两端的辅助支撑上，然后使用气缸将货物顶起，位于气缸底部的称重传感器开始承载，实现称重。这样完全避免了加载货物时的冲击，客户反映良好，目前已分几批供货 80 台套。

主动称重在不同的场景会有不同的应用形式。实践证明主动称重能有效的减少称重误差。

主动称重方式电子衡器对几十年来的电子衡器结构进行了变革。在变革的过程中还会有很多问题需要不断认识、改进和完善。主动称重的方式不限于液压，还可以有多种方式。仅以此文抛砖引玉，请各位专家提出宝贵意见。希望能与大家联手发展主动称重方式电子衡器，共同促进衡器行业的发展。使我国的衡器能在世界衡器行业前列占有一席之地。

【参考文献】

【1】姚玉明等 称重传感器在电子衡器中的安装应用影响分析衡器 2013 年

【2】姚玉明等 关于小型桥式传感器的研究和分析 衡器 2012 年