

再谈正确使用称重传感器

济南金钟电子衡器股份有限公司 沈立人

【摘要】 文章中重点对大型、长规格汽车衡产品如何选择使用称重传感器的问题进行分析、探讨。针对“桥式称重传感器”、“柱式称重传感器”、“扭曲环称重传感器”、“双剪切梁吊环称重传感器（或称为双剪切梁称重传感器）”各自的特点，就如何保证作用力垂直传递、确保衡器计量准确度，谈谈一些设计方法。

【关键词】 大型衡器；称重传感器；正确使用

一、概述

在 2003 年我为了与称重传感器的选用单位进行技术交流，写了一篇《如何正确使用称重传感器》的文章，分别从“称重传感器最大秤量”、“称量准确度”、“称重传感器结构”、“称重传感器安装”和“使用环境的特殊要求”等方面，谈了个人在电子衡器选择称重传感器方面的一些经验。随着时间的变化，我国电子衡器的飞速发展，在大型衡器方面，重型长规格承载器汽车衡的普遍投入使用，一些新的问题又出现在我们面前。特别是由于钢结构承载器受到热胀冷缩影响而长度产生的变化，一是会直接使称重传感器不能垂直传递力值；二是会影响限位装置的间隙大小，甚至顶死。为了保证计量性能的准确性，应该选择什么结构的称重传感器是此篇文章想要传递的指导思想。目前国内用于大型衡器上的称重传感器大致有：柱式称重传感器、桥式称重传感器、双剪切梁吊环称重传感器、轴对称扭环型称重传感器、轮辐式称重传感器等。

二、几种称重传感器的特点

1. 柱式称重传感器（如图 1）

优点：结构紧凑、过载能力比较强、固有频率高动态响应快、安装较方便、制造成本低。

缺点：抗侧向和偏载能力较差（双膜片结构的较好），固有线性较差、称重传感器不易固定易旋转。

柱式称重传感器由于以上的诸多优点，目前在汽车衡上使用的比较多，但是其缺点也不能回避。针对柱式称重传感器的抗侧向和偏载能力较差的问题，一些公司的产品样本上专门推荐了“不影响计量性能”的偏载角度

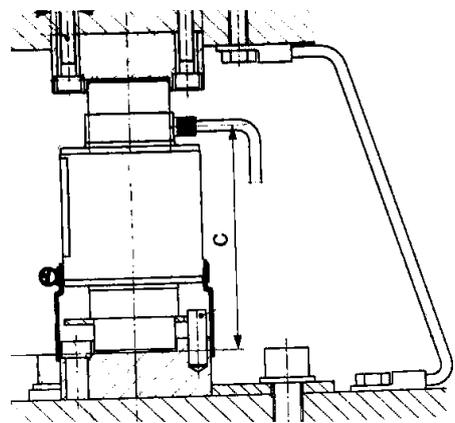


图 1

(如图 2), 按照这些介绍资料, 高 230mm 的称重传感器按照偏载 5°, 允许位移量是 20mm; 按照偏载 3°, 允许位移量是 12mm。

$$\sin 5^\circ = \frac{x}{230} \quad x = 230\text{mm} \times \sin 5^\circ = 20\text{mm}$$

$$\sin 3^\circ = \frac{x}{230} \quad x = 230\text{mm} \times \sin 3^\circ = 12\text{mm}$$

而一台长度 18m 的承载器, 当使用地点一年内的环境温度变化在 60 范围内时, 按照金属的线膨胀系数, 长度变化为:

$$11.3 \times 10^{-6} / \times [50 - (-10)] \times 18000\text{mm} = 12.2\text{mm}$$

在实际应用中, 由于承载器都是由多段组成的, 可能承载器的变化没有如此大, 但这起码给设计者一个参考依据, 对于设计时应该考虑的承载器长度尺寸, 不要因为温度变化, 使承载器长度变化超出称重传感器装置单位给出的允许位移量, 从而影响产品的计量性能。

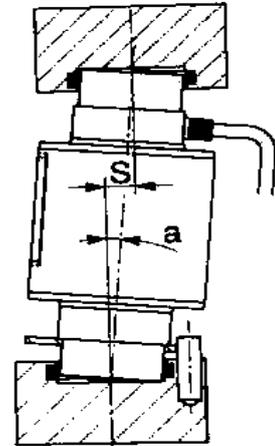


图 2

还出现一种情况, 就是称重传感器在使用时会不断微量旋转, 甚至会将电缆线拉断。为什么在汽车衡上安装的柱式称重传感器会产生旋转现象? 在自动轨道衡上使用的历史比较长了, 而安装现场很少出现旋转现象? 这是因为自动轨道衡的承载器一般长度只有 3.7m ~ 4m, 其限位采用的是张拉式结构, 使得承载器在水平状态基本处于不移动状态, 同时保证又不影响垂直力的作用。而汽车衡的承载器长度比较大, 采用的限位装置是水平状态下允许承载器有一定的位移, 这样称重传感器也可能随之晃动。也就是在这种不断的晃动中, 电缆线就不断被缠绕到称重传感器上, 直至被拉断。

第三个就是偏载分力的问题, 为什么使用柱式称重传感器的汽车衡其段差 (即是: 偏载误差) 比较大? 这里固然与承载器的加工带来的“边界条件”影响有关, 但是从理论角度分析, 由于热胀冷缩影响使承载器两端柱式称重传感器产生倾斜度大, 从而带来偏载分力, 称量量值越大造成的偏载误差就越大。同时, 这个分力还与称重传感器的高度有关, 高度大的称重传感器相对影响量就小一些, 高度低的相对影响量就大一些。

2. 桥式称重传感器 (如图 3)

优点: 对加载点变化不敏感、抗偏载性能好、固有线性好、安装方便、称重传感器固定不旋转、制造成本低。

缺点: 重心较高、过载能力较差, 大秤量的称重传感器难以达到高的准确度等级。

采用桥式称重传感器的长承载器衡器, 在使用过程中其球状压头随着承载器长度变化, 压头也在弹性体的球窝内沿长度方向滚动, 使作用力加载方

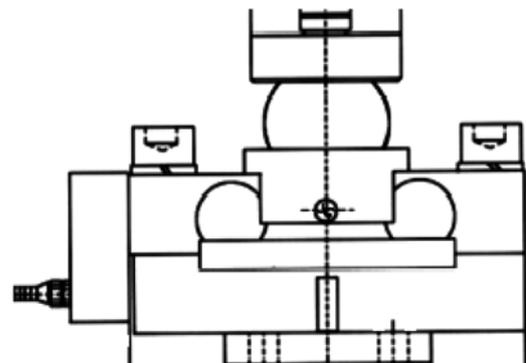


图 3

向偏移，从而产生偏载。虽然此类称重传感器的抗偏载性能比较好，但是位移量较大时也会影响一定的计量性能。为此笔者在 1991 年针对数字指示轨道衡产品承载器比较长的状况，考虑多只称重传感器受热胀冷缩的影响因素，申请了一个实用新型的专利（如图 4），将称重传感器上压头设计成两种形式，一种是保留了原设计的球面形状，用于中间四只称重传感器，起到定位作用；一种是按照球面的最高点设计成平面形状，用于端部的称重传感器，不论热胀冷缩时承载器的长度如何变化，可以保证其承载器上的作用力总是垂直作用于称重传感器上。

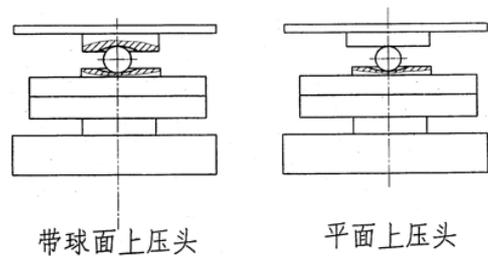


图 4

3. 双剪切梁吊环称重传感器（如图 5）

优点：抗偏载性能好、称重传感器固定不旋转。

缺点：结构复杂、安装麻烦、制造成本高、过载能力差、占用空间大，此类产品也不宜制造大秤量结构。

这种形式的称重传感器在使用中，与以前机械杠杆秤的吊环绕刀子摆动结构一样，作用点总是绕着称重传感器摆动，始终将作用力垂直作用在称重传感器上，既是承载器热胀冷缩的尺寸变化较大也不会影响计量性能。这种结构的关键点是作用力总是在称重传感器下面，从而保证了系统的稳定性。所以美国在大型衡器上普遍采用此类称重传感器，以下所选用的图 5 就是在在一台大型衡器上截取的。



图 5

4. 轴对称扭环型称重传感器（如图 6）

优点：结构紧凑、体积小、高度低、重量轻、固有线性好、准确度高、受载后底环无变形或变形很小几乎没有滞后、对于偏心载荷和侧向载荷不敏感、输入输出阻抗大、称重传感器固定不旋转。

缺点：安装稍复杂、附件的制造成本较高。

正是由于此类产品的阻抗大，所以输出信号大、功耗比较小，在欧洲多个国家习惯选用这种称重传感器做汽车衡等大型衡器。笔者所见到多家公司在一台混凝土结构的汽车衡上，只使用四只此类称重传感器支撑一个 18m 长、重 42t 的钢筋混凝土承载器。如果用于有冲击载荷的环境下时，选用的上压头可以是专门制作的有缓冲层的结构；如果用于热胀冷缩较大的承载器时，可以将压头的高度设计的高一些，如图 7。

5. 轮辐式称重传感器（如图 8）

优点：抗偏载性和侧向载荷能力强、过载能力强、不受加载点和支撑边界影响、应力分布均匀、线性好、称重传感器固定不旋转。

缺点：机械加工难度大、制造成本较高、固有滞后大且不易控制。

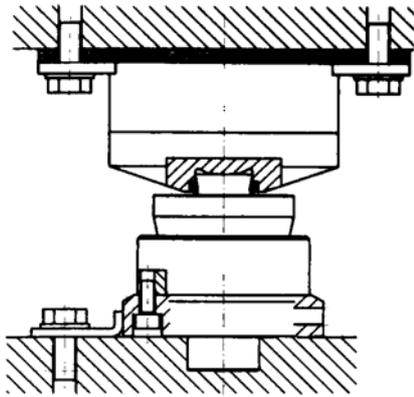


图 6

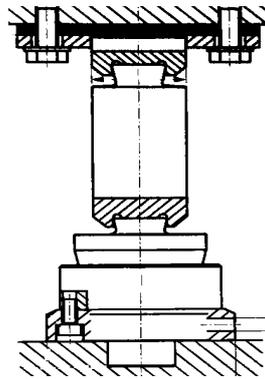


图 7

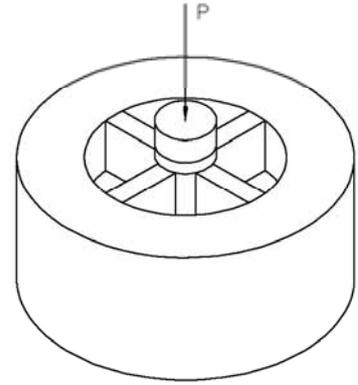


图 8

此类称重传感器在我国 80 年代初中期，被大量使用于汽车衡类的大型衡器上，但是由于其本身存在的机械加工问题和滞后误差等，被后来的悬臂梁称重传感器和桥式称重传感器所替代。

三、结论

从以上五类称重传感器结构可以清楚看出，只有柱式称重传感器弹性体在使用中是随着承载器的晃动而移动的，即在安装时垂直的称重传感器柱体，由于承载器长度热胀冷缩变化，称重传感器的柱体产生了偏移，也就使作用力产生了分力，从而称重传感器出现称量误差。而其他四类称重传感器由于弹性体是固定的，当热胀冷缩影响承载器长度变化和承载器晃动，仅仅是其压头产生了偏移，作为传递作用力的弹性体是不会随承载器的变化而移动，使得在称重传感器上的作用力还能垂直传递，对汽车衡称量性能的影响比较小；同时，由于弹性体不是随承载器晃动，弹性体也不会产生旋转，电缆线就不会缠绕弹性体。

参考文献

1. 沈立人. 谈衡器的限位机构. 衡器. 2000 年 5 期.
2. 沈立人. 如何正确使用称重传感器. 衡器. 2003 年 5、6 期.
3. 刘九卿. 电阻应变式称重传感器. 中国衡器协会专业技术培训教材.
4. 沈立人. 边界条件对衡器性能影响问题的探讨称重科技. 第十一届称重技术研讨会论文集.
5. 专利号：91 2 21886.X 《多个称重传感器的电子衡器》.