

称重传感器在电子衡器中的安装应用影响分析

宁波柯力传感科技股份有限公司 姚玉明 张金波 周徐成

【摘要】 本文针对目前衡器市场上称重传感器实际安装使用的过程，重点分析称重传感器在应用过程中的特性和存在的问题，并根据这些问题给出必要的改善意见或注意事项，便于引导用户深入了解传感器的一些特性和技术要求，以便在安装应用中事先预防和克服这些问题，进一步从实践和理论分析相结合的角度为产品在安装过程中提出一些积极的应用意见和建议。

【关键词】 传感器；影响；安装条件；强度；硬度；误差

电子衡器在实际使用中会遇到许多影响精度的因素，其中重载后秤台的挠度变形和自然温度变化引起的秤台热胀冷缩变形导致的误差，从原理上只能尽可能减小，但缺乏应有的智能化补偿技术。目前过度到数字称重传感器时代，如果仍不能解决模拟称重传感器应用存在的这些客观、现实问题，作为称重传感器应用换代，意义不会很大，客户使用比较不出明显的优越性，市场推广必将受到影响。本文提出对数字称重传感器进行的特殊补偿技术，应该可以对上述问题在应用中得一实时的补偿和减弱。

比如秤台强度、基础坚固性等因素。秤台强度的影响：以单节电子汽车衡为例，一般采用桥式称重传感器4只，安装在四个角上，如图1所示。

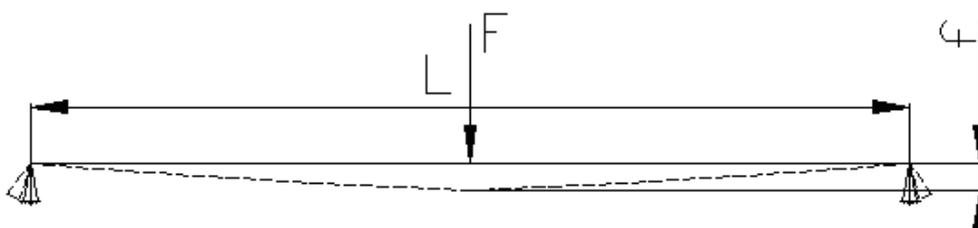


图 1

如果秤台的强度不足，可以导致秤台中心凹陷，这种结果会导致称重传感器受侧向力的影响。而且侧向力的大小随被测物的重量增加而增加，但其增加的幅度却是非线性关系，其模型简化分析，可以用下列公式估算出称重传感器的受力与载荷的关系：

$$G = F/2\cos\alpha = F/2\cos(F \cdot f^2/4 \cdot E \cdot I)$$

式中：G——称重传感器荷重端受力

- F——秤台载荷
- E——秤台刚度
- f——称重传感器固定端与秤台中心的距离
- I——秤台转性惯距
- α ——秤台受力与变形角度

从上式看出，如果秤台强度足够强，可以忽略秤台变形，即 $\alpha=0$ ， $\cos\alpha=1$ ，故而 $G=F/2$ ，如果秤台的强度越差， α 角度随载荷增加而变大，从而使 G 与 F 的非线性度越差。

如果在汽车衡上使用的是柱式结构的称重传感器，则秤台变形引起的称重传感器垂直角度的变化，同样产生称量误差。

所谓的安装条件，一方面是指称重传感器在安装特殊配件（如桥式称重传感器的底座）的边界条件。这种边界条件的影响，在《衡器》杂志上有详细的分析说明，如表面状况、安装扭力等是最大的影响因素，在这里不作特别说明。另一方面是指称重传感器在使用现场的安装条件，根据与不同应用的客户研究分析，发现下列情况影响称重传感器或者说是整机的迟滞性，如表面状况、接触面积、安装扭力、螺栓强度、承载面硬度等均会影响。这些影响因素有时会被误诊为称重传感器的品质不良。

表面状况：是指秤台与称重传感器的接触面的质量，如粗糙度、平行度等。表面过于粗糙，在长时间使用时会使紧固螺栓松动并影响性能。如果平行度偏大，加载后会使得称重传感器产生不必要的分力，直接影响产品精度，同时也无法体现称重传感器的真实精度。有的企业为了降低成本直接将一定厚度的钢板裁成合适的尺寸焊接到秤台上，不经过任何加工处理，使用初期不会有问题，随着时间的延长，精度会越来越差。

接触面积：是指称重传感器与秤台固定的接触面积。如图 2 所示，(a)接触面过小，(b)接触面过大。不同公司的产品，由于结构和工艺的不同，接触面的大小也是有些差别的，所以在称重传感器的生产过程中必须加以确定，并同时由称重传感器的安装使用说明书中详细定义，以保证客户能按照最佳条件安装使用。可以参考柯力的 SQB 产品，将安装控制线加工成 R 槽的隔离过渡性结构到称重传感器安装面上，这样可以避免垫片移动或安装台阶不一致带来的一致性误差问题，如图 2(c)所示。

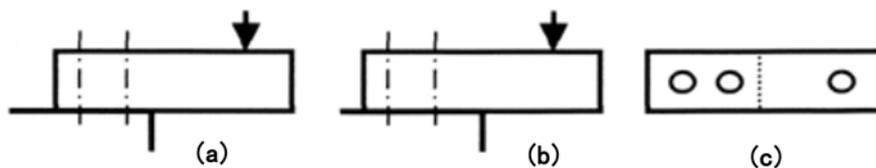


图 2

安装扭力：在《衡器》杂志上曾经介绍过桥式称重传感器的安装扭力与迟滞性的关系，在接触面一定的条件下，安装扭力越大，迟滞性越小。同样的道理，如果将称重传感器安装在不同的设备上，安装扭力的大小也直接影响产品的真实精度。称重传感器按照不同受力结构分为单点式、悬臂

梁式、桥式、“S”型、轮辐式、柱式等六大类。安装扭力的影响规律对不同结构的产品是不一样的。一般至少需要根据机械手册中对不同规格螺栓的扭力值做设定验证。扭力过大或过小，迟滞性都会变差（不同公司的产品安装扭力最佳值会有差异，必须经过实验才能确定）。轮辐式称重传感器的迟滞性对安装扭力更为敏感，所以在使用时一定要依照生产厂商的安装使用说明书采用扭力扳手进行安装控制，以保证安装质量。

螺栓强度：螺栓的强度影响与安装扭力是一样的，如果强度不足，在产品安装使用一段时间之后，锁紧力则会变松，进而影响精度。

安装面硬度：以悬臂梁称重传感器（柯力 SB 型的）来说明，因其固定端的接触面较小，如果硬度过低，则在使用过程中随使用次数的增加，受力支点则会移动，如图 3，受力支点从 a 点移到 b 点，则精度会有不同程度的变化。

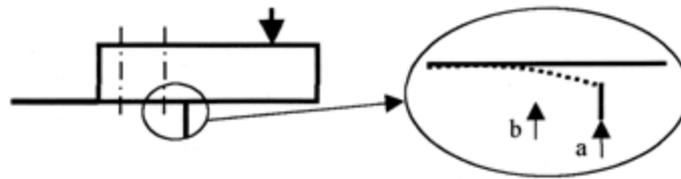


图 3

上面所讲述的影响因素直接与称重传感器接触，容易理解，还有一些其他因素看起来与称重传感器关系不大，但却影响称重传感器的精度。

在实际应用过程中，安装地脚有固定式地脚，如图 4(a)和活动式地脚图 4(b)两种。固定式地脚的结构由螺杆、底座和减振橡胶组成。活动式地脚由螺杆、钢球、底座和防滑垫组成。如果平台秤的安装地脚为固定式地脚，其受力结构还要考虑地脚倾斜后支点变化的影响。如图 4(b)所示。如果采用活动地脚，则可以减少因地脚变形而带来的负面影响，在 SQB 型称重传感器组成的小地磅上需要特别注意考虑避免这些因素。

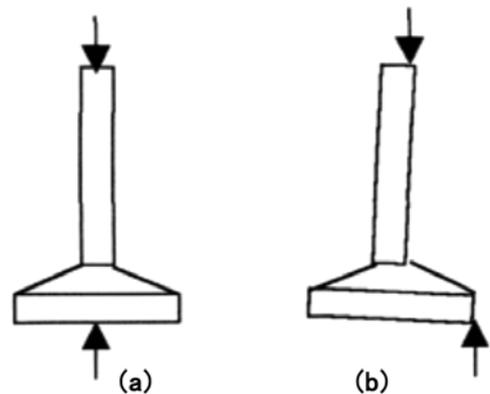


图 4

基础的影响：这里面的基础是指汽车衡或轨道衡的称重传感器的安装基础，如一台载荷为 80 吨的汽车衡，一般使用 6 只或 8 只称重传感器。称重传感器通过底座与基础的预埋件固定。以 QS 为例，单只称重传感器的接触面积约为 150cm^2 ，单位面积的压力达到 $0.40 \sim 0.58\text{kN/cm}^2$ 。如果基础不牢固，使用一段时间后，基础产生变化后，称重传感器的特性则无法完全真实表现出来，与初装标定时条件会有较大的变化。

灰尘和水的影响：这两种因素在保养条件比较好的条件下不会产生影响，但是在室外使用的衡器，如汽车衡，轨道衡等要特别注意。我们以水泥厂或矿山厂的汽车衡为例说明其影响：水泥厂的

环境一般很恶劣，过往全是重型汽车，随车带起来的灰尘大部分属于水泥成分，长时间会沉积在裸露的称重传感器表面及配件间隙内，经过雨季或处在周围环境潮湿的现场，称重传感器表面及配件间隙的灰尘会硬化，使原本活动的配件变成固定式的，如果配件在称重传感器的变形敏感区域，则称重传感器的线性和迟滞性明显变差。另一方面单从水或潮气讲，主要是腐蚀称重传感器表面，使接触点产生变化，特别是含有配件的产品，生锈后会与称重传感器“锈死”在一起，而影响精度。

曾经遇到过一个特殊案件：客户在夏天 6 月左右安装一台 80t 的汽车衡，使用 6 只 30t 的桥式称重传感器，现场在北方。由于在安装过程中，现场人员将称重传感器中间部位的密封条刮破，并没有作相应的改善，标定后交付使用。到 11 月份，用户反映汽车衡数据不准，早晨测试的数据明显低于中午测量的数据 8~10t，开始怀疑称重传感器的温度补偿出现问题，经过多次确认分析，没有找到问题所在。根据问题出现在早上的条件，建议用户用热风机给称重传感器加热，半小时后再次确认问题消失。后来发现密封条刮破的那只称重传感器的变形间隙里面全是水，早晨是固态的冰，中午是水，也就是说在早晨，变形间隙内固态的冰阻止了称重传感器受力后变形，而这只称重传感器的输出很小，影响输出结果。针对灰尘的影响，有经验的厂商会采用适当的防护措施，如增加密封罩，如果是桥式结构，可以改为倒装型式，提高离地尺寸。

从上述分析可以看出，现场安装和环境的诸多条件都会成为电子衡器使用不良的影响因素，或多或少都会影响使用精度，所以我们应该在建造基础和安装过程中尽量避免这些问题，以便称重传感器优良特性的极大表现，从而保证长期使用的稳定性能。当出现问题时需要综合分析，尤其是精度性问题，不能单纯分析称重传感器或仪表的精度是否达到，称重传感器和仪表本身做好只是前提条件，但是安装出现问题，依然会达不到预期结果。所以我们一定要从整体上系统化分析去解决日常所遇到的电子衡器的各项问题。

参考文献

1. 曹立平. 中国衡器实用技术手册.
2. 刘九卿. 称重传感器应用技术, 1989 (2).
3. 王云章. 电阻应变式称重传感器应用
4. 《衡器》杂志

作者简介

姚玉明，男，大学本科学历，中国计量学院计测工程系力学与精密仪器专业，宁波柯力传感科技股份有限公司产品总监。

通讯地址：宁波市江北投资创业园 C 区长兴路 199 号 邮编：315033