

浅谈称重传感器使用中连接件的设计及选用

宁波控泰电气有限公司 杨青锋

【摘要】称重传感器被称为电子称重系统及电子衡器中的心脏部件。称重传感器的准确度和稳定性直接关系到称重系统的准确度。实际使用中，称重传感器在称重系统中必须结合相应的连接件才能确保其系统的稳定可靠工作。连接件的作用在整个称重系统中不容小觑，设计和选用中遵循一定的原则已成为业内共识，科学设计，合理选用连接件会取得事半功倍的效果。

【关键词】称重传感器 称重系统 连接件 设计

一. 前言

称重传感器被称为电子称重系统及电子衡器中的心脏部件。科学技术的飞速发展，由称重传感器制作的电子称重系统及电子衡器也已广泛地应用到各行各业，实现了对物料快速、准确的称量。特别是随着电子微处理技术的出现，工业生产过程自动化程度的不断提高，称重传感器已成为过程控制中的必需的装置，从电子计价秤、电子汽车衡等常用衡器，到混合分配多种原料的配料系统、生产工艺中的自动检测和粉粒体进料量控制等，都应用了称重传感器。

称重传感器的安装介于承载器和基础安装面。如果只做简单的连接就投入使用，不仅达不到预期的称量准确度，还容易造成称重传感器损坏及安全事故。称重传感器连接件作为称重量值测量环节的关键部件直接影响到称重计量结果的准确性。在实际应用中，连接件更起着抵制各种干扰力的作用。

1. 当承载器上加上物料后，承载器的承重梁必然产生扰度使支点会产生一个转角，假如承载器的承载梁与称重传感器的连接不是活络的，则必然产生“误信号”，也可能致使传感器损坏。

2. 被称量的车辆进入承载器台面时进行刹车，将产生相当大的水平冲击力。虽然装有限位装置，但也必须要有合适的称重连接件保证快速复位。尽可能的减少冲击力传递到称重传感器上。

3. 承载器与基础安装面的线膨胀系数在绝大多数情况下是不一致的，环境温度变化产生的横向力会使称重传感器输出与其无关的称重量值。

4. 大型电子衡器在安装时，承载器与安装基础面之间的安装位置必然存在一定的偏差。所以连接件要确保有一定的摆角和位移。

5. 承载器通常采用焊接方式就行连接，随着时间的推移，会由于应力释放产生不规则的扭曲，这也要求连接件在形位上有适当的变动。

二. 连接件设计及加工中应重视的问题

如何解决称重传感器在使用中不可避免的力学干扰，主要依靠合理的连接件来予以削减或消除。连接件结构的同心度、尺寸、表面粗糙度、材料硬度都会影响称重传感器的使用精度，连接件的光洁度要高，否则受力后就要变形。表 1 是钢材料接头在磨削加工和刨削加工后的变形值。表 2 是三种不同材料在相同粗糙度，加载 5MPa 压力情况下的变形情况。当连接件材料越软，光洁度差时，在很小的载荷下就产生很大的变形，连接件的变形会使合力点发生变化，引起称重传感器性能发生变化。

表 1 钢材料接头在磨削加工和刨削加工后的变形值

表面加工类型	柔性 m/N	
	第一次加载	第二次加载
磨削	0.00004	0.00002
刨削 (进给量 $s=0.265$)	0.009	0.007
刨削 (进给量 $s=0.55$)	0.029	0.00046
刨削 (进给量 $s=0.8$)	0.006	0.00034

表 2 三种不同材料在加载 5MPa 压力情况下的变形情况

材料	粗糙度 (Ra)	表面的变形 (μm)	
		第一次加载	第二次加载
钢	6.3	2.2	0.33
铜	6.3	3.6	0.38
铝	6.3	5.4	0.60

称重传感器连接件的设计原则是：要确保称重传感器的称量值能够通过称重传感器的受力轴线传递，连接件设计时能够灵活转动、滑动、摆动；又有一定的刚度、硬度、粗糙度能够满足消除或减弱非计量量值的导入。称重传感器连接件具备的功能及加工质量要求可归纳为：

1. 对需要传递的称重量值保证准确，必须要保证称重传感器的受力与其轴线吻合或控制在允许的误差范围内。
2. 在进行称重计量作业时承载器产生水平方向的位移或冲击，承载器由于应力释放产生的不规则变形，承载器由于线膨胀系数的差异在不同温度下的伸缩，这时需要连接件具有灵活的转动、摆动致使称重传感器所得到的称量值真实有效。
3. 在受力方向，连接件应具有一定的刚度，当施加载荷时，连接件的变形量要求越小越好。
4. 连接件应该具有良好的自动复位功能。
5. 要确保一定的粗糙度，与相应的硬度配合能确保在大载荷作用下接触应力小于允许的接触应力

且不产生凹陷。产生的摩擦力和摩擦力矩都不影响其灵活性。

三. 常用连接件设计及选用的参考尺寸

常见的称重连接件分为压向和拉向。

绝大多数称重传感器压向连接件都采用柱体或球面的结构来实现力值得传递，也就是承载器上所有重物产生的重力都由球面形成的点接触集中传递给称重传感器，使重力线与称重传感器理想受力轴线重合。除此之外，压向连接件的还具有以下功能：1. 具有好的自动复位功能。称重传感器在称重系统中，承载器在接受重物时，总会有轻微的侧向冲击和移动（过大冲击力造成的严重影响需要专门的限位装置来克服），使重力在称重传感器上的作用点偏离轴线而产生称量误差。2. 具有安全保护和经受疲劳的性能。连接件处于承载器和称重传感器之间，并处在可动连接的状态下工作。若没有约束装置，则在外界强烈的冲击下，承载器会摆脱称重传感器而损坏称重系统。一般采用如图所示的钢球和凹球面进行加载。设计和选用原则建议参照表3。

表3 钢球和凹球面设计和选用原则建议

额定载荷	0.5t~2t	5t~10t	20t~50t
钢球直径 (mm)	25.4	38.1	76.2
凹球面半径 (mm)	32	45	65

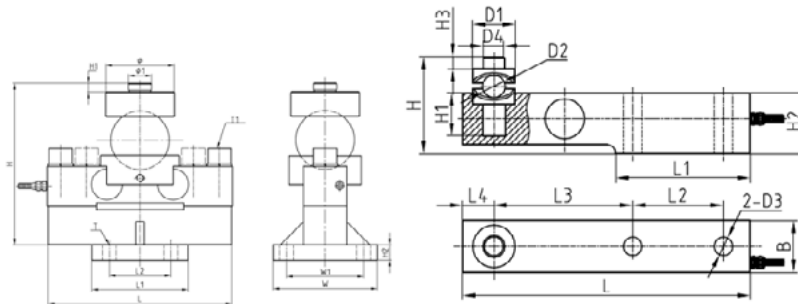


图1 常见的两种压式连接件的示意图

常用的拉向连接件就是各种形式的万向节，它具有十分优良的复位性能，始终使重物的重力线与称重传感器的理想力学轴线重合，能够抵抗任何方向的侧向力干扰。如果同时配置可旋转的装置，则对于重力线上的任何干扰力矩都可以在载荷作用到称重传感器作用点之前被消除。拉向连接件采用螺纹与其连接，为了确保安全性，螺纹尺寸及长度一般参照下表4。图2是常用拉式连接件的示意图。

表4 螺纹尺寸及长度参照表

额定载荷	20kg~100kg	200kg~1t	2t~5t	10t	20t	50t	100t	200t	300t	500t
连接螺纹(mm)	M10*1.25	M12*1.75	M24*2	M39*2	M52*2	M76*3	M100*3	M150*4	M190*4	M240*6
螺纹长度(mm)	15	15	30	50	65	115	150	200	250	300

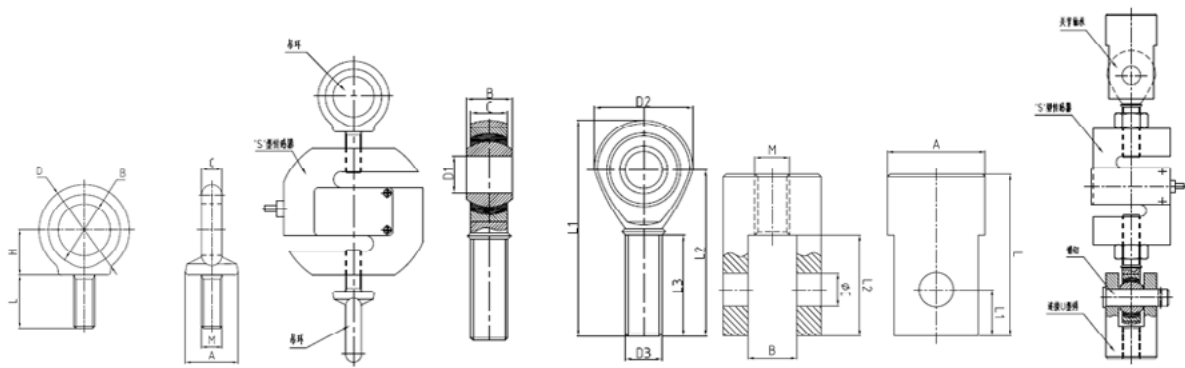


图 2 常用拉式连接件的示意图

四 . 结语

称重传感器的稳定可靠工作离不开合理的连接件配合。根据笔者多年的经验，结合多年来收集的市场反馈信息。绝大部分现场应用中出现的各类问题都是由于安装过程中连接件的选用及安装不合理造成。再好的称重传感器，如果不配合合理的连接件将可能导致整个称重系统的准确度严重超差或无法使用。行业内对称重传感器的设计比较重视，但往往忽视了连接件。本文旨在通过对连接件的阐述，希望能引起设计者和使用者的重视。

【参考文献】

- [1] 刘九卿 . 应变式称重传感器技术现状及创新发展趋势 (续完) [J]. 工业计量 . 2015(03)
- [2] 刘九卿 . 关于称重传感器设计与制造的一些问题 (上篇) [J]. 衡器 . 2008(03)
- [3] 王云章 . 电阻应变式称重传感器应用技术 [M]. 中国计量出版社 . 1991(05)
- [4] 王海洲 . 称重传感器弹性元件的结构设计与加工 [J]. 衡器 . 2012(11)

作者简介：杨青锋（1979- ），男，陕西合阳人，高级工程师，现为中国衡器协会技术专家委员会委员；中国力学学会高级会员；中国衡器协会职业教育工作委员会委员；《衡器》期刊编委；陕西工业职业技术学院客座教授；全国衡器标准化技术委员会观察员；《工业计量》通讯员；长期致力于称重测力传感技术和电子称重系统工程的研究和开发，曾在《中国计量》、《计量技术》、《衡器》、《衡器工业通讯》等期刊发表论文 40 余篇。

作者通讯地址：浙江省宁波市江北区洪塘工业 A 区洪发路 8 号

E_mail: nbuyqf@163.com