

从桥式称重传感器的改进创新 看传感器行业配套发展问题

广州电测仪器厂 孙登林

【摘要】 本文对近几年我国电子衡器中大量使用的应变式双剪切梁型桥式称重传感器的发展和
技术进步进行了比较详细的分析,对其优点和缺点都作了说明,提出了一些共性问题留待以后讨论。

【关键词】 桥式称重传感器; 电阻应变计; 起重力矩限制器; 轴轮重台

一、综述

我国目前的衡器行业发展数量之快,应用领域之广是前所未有的,它带动了不少行业的前进,特别是对应变式称重传感器行业起到了相当大的推动作用,同时也使其技术进步得到了提高,首先从电子地上衡和电子地中衡中普遍采用的以日本久保田公司引进的应变式剪切力桥式称重传感器开始,得到了空前的发展,可以说在全世界称重领域还没有任何一种单一的称重传感器在衡器行业中取得了如此大规模的应用,这是发明者也从未想到的,同时也是我国几个行业配合的结晶,开创了单一品种质优价廉的先例。

说明该结构在我国电子衡器应用当中存在的合理性和优点,适合于普通中等精度级别的电子衡器应用。主要体现在安装简便、钢球承力运动灵活只传递轴向力不传递侧向力、应变计为平面粘贴,其粘接力牢固均匀,比圆弧面易于粘贴、可靠性好。由于数量大,使其配件大量使用标准件,专用机床加工,批量化生产采购销售;带动了钢铁、机械加工、热处理、表面处理、密封胶、激光焊接、等离子切割、等离子焊接、电缆电线等行业的发展。但同时由于是批量化生产,其改进、改型、应用就受到了制约。使人们一味去追求价低质优的同等传感器去替代它,以便达到个性化的目的就难于实现。以 2009 年 5 月份的上海衡器展览会上各厂家所展出的传感器型式看,众多的厂家都有不同程度的改进改型,其目的只有一个就是在空前的低利润情况下寻求以最小的成本获取应有的最大利润空间,不管传感器生产厂家如何宣传产品之好,而作为用户就不敢冒然使用,不愿意承担风险。

二、机械结构分析

我们从以下几种方式寻找各种已出现的结构的利弊以供参考。

其简易结构图分别如图 1, 图 2, 图 3, 图 4, 图 5 所示。

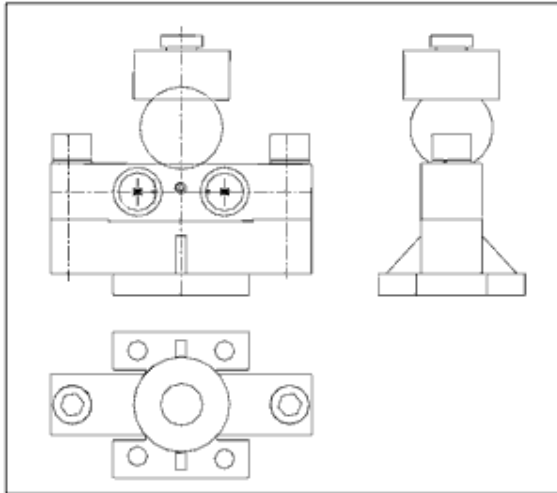


图 1 弹性体与底座常规式结构

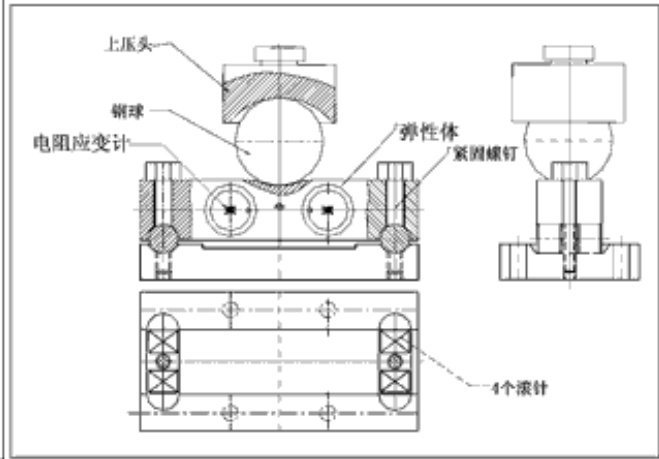


图 2 弹性体与底座采用滚针隔离支撑结构

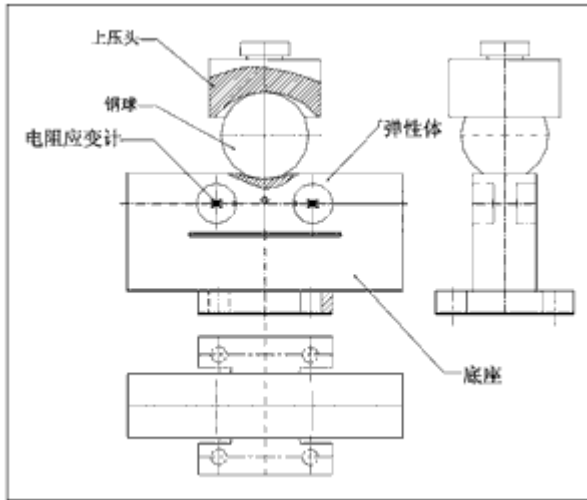


图 3 弹性体与底座一体式结构

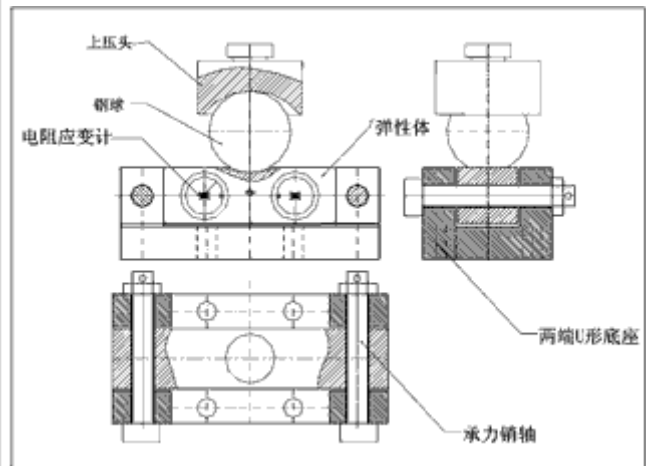


图 4 两端轴销式结构

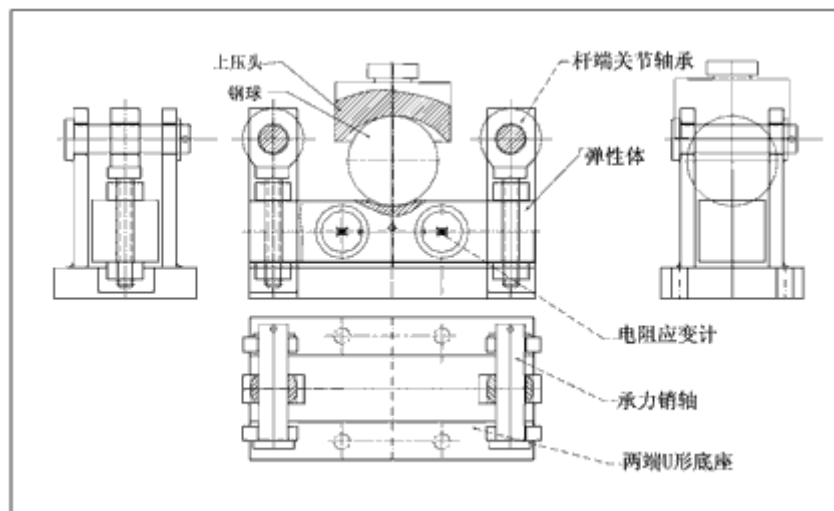


图 5 杆端关节轴承拉式结构

下面将对各种结构的利弊分别作简单分析，但从各厂家的改进情况看，已出现的方式：一、在

原结构形状不变的情况下，改弹性体和底座的材质，二、改两头紧固螺钉的强度等级，三、不改弹性体材质，只改底座材质，普通合金钢焊接改为铸造材质，由于铸造件太脆受力变形易断裂，于是就改变底座的支撑面。而不深入研究的厂家则不变焊接结构，直接将材料一换就用，在应用中也确有断裂的现象。但一是目前的产品销售价低，二是断裂的数量比例不高，从性价比上讲还是合算的，有存在的好处，它可以使秤体结构不变，不用新设计秤体图纸、更改工艺、便于秤的长期稳定生产。而不管怎么看传感器的偷工减料比起秤体来讲还是可以接受的，这种结构图如图 1 所示。三、如图 2、图 3、图 4、图 5 所示，是改变现有结构的弹性体与底座的连接方式，也即是原结构的中心点上下均为中心线受力方式，在正常受力情况下，传感器对偏载有一定的抑制作用，而改变后的结构大多改为底座为整体平面，弹性体两头改用滚轴或轴套，垫片，凸台与底座（也叫底板）相连，不改变上部连接方式，而这种改进的一个共同点就是上下连接螺栓的直径变小了，螺牙松动旋紧力不够，对横向剪切力考虑不周，以为上面有钢球不会造成横向剪力，实际上在车辆上下冲击过程中，这个力是存在的，过去在钢材价格不高的情况下，秤体结构刚度不成问题，不用考虑。而在当今的市场情况下确成为大问题，其秤体变形就不得不考虑，就连地基变形也在不断增大，汽车的载重量越来越大也是一个客观因素。从上海会上看到某些结构是设计人员不到现场，在实验室空想而成。

而另一种情况是结构较为先进合理，但未必被市场认可，企业的知名度不高，销售推广能力上不去，仍然无用。典型的如图 3 所示，而在其中用的应变计几乎是多年一贯制，它的结构方法、组合方式、传递理论还有没有需要改进的地方又如何变革都还是无人下功夫研究的领域。我厂申请了一种方法的专利暂时不便公开。

桥式剪切力传感器在中国已形成了强大的产业链，不经过重大的创新改进，满足现状，进入低价倾销，其技术含量已完全进入到劳动密集型行业，竞争已是必然，其好处是普及了电子地中衡和地上衡，带动了相关的仪表行业发展。同时也反过来限制了产业的发展，无利润空间就无创新跟进，给人们的印象是：年年如此衡器展览会，衡器展览会年年如此，无新颖性，创新性。

三、目前产业的现状

针对此情况也说明我们衡器和传感器行业的一些标准需要针对国情进行适时更新改进，就像小轿车一样有高档和低档适应性之分，不能用一台秤来秤所有的东西，也不能所有的桥式传感器既能在北方使用，又能在南方使用，能耐高温的不一定耐低温，反之能耐低温的不一定能耐高温，在能源上也是一种浪费，不符合节约性社会，不分应用场合和环境一味要求一样的品质，达不到的就必然要作假，给腐败造成可乘之机，而使诚实的企业受害。而且由于衡器和传感器，仪表几大行业都是小行业，产值都不大，协作能力差，无任何一家能得到国家大力支持，整体产业技术水平相对落后，几乎都进入到了劳动密集型行业，企业无钱，无能力，无动力研制新产品，也无像样的技术机构来协作支持发展，整体行业举步为艰。

而反观传感器行业的发展历程，近 10 年来是在产业化发展方面取得了长远的发展，特别是长江三角洲在钢制弹性体传感器方面从常州的弹性体加工到宁波余姚杭州等地的成品生产，带动了全国的产业化发展；而珠三角则是在低档次的家庭用品秤（人体健康秤厨房秤）用传感器方面率先进入产业化，规模化，也同时率先进入恶性竞争区间（即无利润区间），而技术的原创性无任何新的进展，新原理、新材料、新结构、特别是利用其它行业技术创新成果等等都无明显成功典范，使整个行业感到困难重重。

在无法突围之时，个别企业借助于其它行业的例子，打出数字传感器这张新牌，把它宣传得比

现有的模拟式如何如何好的言论，但真正在市场上使用中又有多少是能够彻底将模拟式的弊病改掉的？精度又能够达到多少？有多少又是能严格按照标准检测的，所使用的小功率贴片元器件在高温潮湿日晒雨淋的露天环境中使用其可靠性能达到什么程度？都是未知数。其中的一些电路参数，电路图所用器件又不公开，软件设置了重重密码，而且装秤的人和做传感器的人又有多少能读懂程序的？何谈修改。不规范的市场造就了不规范的作法，也就形成了无序的竞争。

称重传感器所用的电阻应变计也同样处于低水平徘徊，有的厂家公布技术上有这样那样的突破，而目前所能见到的比较常用的只是几种如酚醛—缩醛，酚醛—环氧，酚醛玻璃丝布增强，聚酰亚胺，聚醚醚酮（PEEK）等等应变计基底胶。而在目前这种市场环境条件下，大量使用的仍然是借助于漆包线行业的酚醛缩醛胶粘剂体系，它的优点是生产工艺成熟，对操作者要求低，成本也低，因此被电阻应变计和传感器生产厂家大量采用，仍然占主流地位。但它的缺点也是相当明显，由于片子基底柔软，易受潮湿水气影响，用它是难以制做出精度高，长期稳定性好的传感器。但它在中低档传感器市场中占有绝对优势，也难于提升；另一个是它在制作过程中散发的气味也相当大，不符合国家的环保要求，由于它的粘度过大，在固化过程中很难进行收集和分解，加上应变计生产厂家都是小规模小批量生产，就更难进行集中收集和分解处理，几乎都是直排方式。尽管目前是低价倾销占领市场，但环保这个欠帐迟早是要还的，大自然是不会容忍的，所以压在应变计这个行业的大山是环保、胶的创新、批量生产。不论目前各个厂家采用这样那样的措施进行创新，但仍然改变不了主流生产模式，除非是新的胶和工艺与此相匹配，否则就只能是作作样机而已，不能投入实际生产中，目前的情况是感觉稍微好一点的基底胶，但价格是无法被市场接受，而市场能接受价格的胶又无人研究，本人认为目前我国传感器行业最为迫切的问题不是数字化如何推进问题，而是小小的应变计基底胶的研制才是行业走出困境的关键，它的缺点是全行业用量太少，不被任何一个化工厂或化工研究单位重视，经济效益又上不去。值得高兴的是应变计的箔材国内近几年还是进步很快，依赖进口的局面就降低了不少，也使国外的箔材价格大幅降低，交货期大大缩短。

四、行业的专业化发展前景和期望

近些年来，随着国民经济各行业的发展，带动传感器衡器行业的专业化发展并促进各种产品的模块化，配套化，给后续生产带来了便利条件，如弹性体加工，热处理，表面处理，钢厂，铝厂提供专用的型材，应变计，补偿片，粘接剂配套共用，传感器附件，电缆，电线，密封胶，测试仪表可以说是样样齐全，所以投资不大就可以进行传感器的生产，各个厂家制做出的传感器所能达到的性能在短期内几项常规性能是相差不大的，像稳定性方面和综合性能方面又不能进行长期监督，而且保修期又只有一年，加之许多电子衡器使用很短时间就报废不用了，其原因是工程结束了，搬运费又很高，所以就体现不出来优势好坏之分，有些也确实不需要达到所谓的3级秤标准，相当于工艺秤，因此就使全行业都在向低价进军，追求数量大，规模化生产，大量投资测力机，高低温调温调湿设备，检测试验设备，相互之间比占地面积，比占用厂房比投资规模，比产值，比数量，比拥有客户多少，但就是无人对前述的几个小问题进行研究，重复投资，重复建设，以侵占农民土地利益为荣，尽量为子孙后代不留青山绿水，多留钢筋水泥砖头瓦块以及大量工业垃圾。在国家整体经济利益中看不准我们是个小行业，拼命向大而全进军，而忘记了这个小而全，品种多，小批量个体差异非常大的行业本质。不应看不起小企业，而往往创新就在小企业，就小小的应变计而言，上海一个小企业就走在了几个专业大厂的前面，我相信这样一个小企业在目前的条件下也不会得到国家的任何一个行政部门的所谓优惠政策扶持，可他就实实在在为我们行业的前进做出了贡献，传感器也同样需要这样的企业，如果我们

的政策是将行业内的小企业消灭光，那么大一点的企业也离死不远了。

由于大企业有强大的宣传攻势，即使是错误的也能形成短期内的真理，任何一个中国的企业都想象两大石油集团一样走向垄断地位，但我们要自知之明，留点竞争对手也好为行业的发展增加活力。

五、传感器扩展应用的几个典型领域

1、起重力矩限制器行业

我国的起重机行业发展相对较慢，技术也相对落后，加之企业之间竞争无序，产品事故常出，所以国家相关部门发出文件，指定设备上必须加装力矩限制器，防止超载出现事故。过去该行业也采取过相关措施，使用过不同类型的方法进行测量，如机械弹簧法，应变式传感器称重法等，经过几年的发展，大家觉得还是应变式称重法比较可靠，造价也低，生产技术成熟，所以从 2007 年开始就大量使用，走在行业前端的是常州常欣和安徽高灵两个厂，在传感器行业那是两个非常小的厂，可产值和销售收入现在已经发展成为在传感器行业内的前几名，它的技术含量并不高，但却找准了应用行业，取得了发展，但这种应用行业随时间变化快，吃政策饭，若不注重跟进，就很容易被淘汰。自 2008 年下半年以来，传感器行业同仁们看到了这个商机，蜂涌而致，于是价格大战，结构大战，材料大战，行内各个企业都纷纷下决心大上，由于它对精度要求不高，只对可靠性，断裂性能要求高一点，适合于企业生产，引起了行业内的重视，但也同时给起重机行业压价的可乘之机，在不到一年的时间里，传感器生产厂家已有不少无利可图退出市场，由于该产品应用时间短又没有经过一个整年的春夏秋冬的野外和安装实地作业实践，整个起重机行业都还没有完全适应的情况下，市场已经占领得相差无几了，这说明传感器行业的低值生产能力多么的过剩和可怕，反过来那个企业能在这样的急功近利的环境下静下心来研究创新呢？

2、高等级公路计重收费称重传感器

我国最近 5 年在计重收费上也做过不少改进，大车重型车计重收费逐步被人们认同，也基本合理，按车型收费人们总是不能理解。而到现在就是这个称重的轴重台和道路的关系就很难协调明白，道路施工者要求是开挖量，安装量越少越好，可这又是作轴重台的人难于实现的，秤体越薄精度和寿命以及可靠性都难于保证，变形也大，加之这种工程要求交货期非常短，价格又不高，又不能过高存货，现买现卖，它的可靠性可想而知。另外我国大型货运车超载现象为普遍现象，对秤体的损坏也相当大，传感器不论放在路面下，而还是路面上面的两侧，其损坏程度是一样的，加之道路的排水系统被雨水泥浆堵塞的活，传感器浸泡，污损严重，秤体变形扭曲，传感器难达到生产厂家所指定的使用环境，其测试精度可想而知，且不论以一定的瞬时速度通过所测试的结果准确性，就像人们所吹捧的弯板式轴轮重台板如何如何称量准确可靠，但真正的实际使用情况是否满足我国道路轴重台实际称量要求，恐怕无人敢打保票。一个便携式弯板轮重台，在车辆通过时要求速度均匀，限制方向正确，地平等等都还误差较大，重复性都不一定满足要求，而埋入道路里的不受限制的轴重台就能很准确计量，这在某种情况下是不能服人的，加之这种台板整体加工外表硫化橡胶，一旦出故障，维修是难上加难，现场只能是更换新的，旧的返回工厂，而工厂收到这样一块旧的进行返修与制做一块新的几乎无差别 来回运费都是可观的费用。

而采用单只称重传感器的组合轴重台，虽然台体重，尺寸大，高度高，道路开挖量大，施工周期长，但维修方便，而且维修成本低，适合于我国一些具体国情，称量准确性也要高许多，但我国目前制做的这种轴重台的技术综合考虑不周，给使用者的印象不好，从材质选用，热处理，表面处

理，美观适用，维护的简便性，防冲击，防雨水泥浆的堵塞情况等都不是人性化设计，由于道路招标者是轴重台制造者的上帝，而轴重台的制造者又是传感器制造者的上帝，而且仪表，电控系统则是另外一套制造者。相互很难协调配合，所以几年下来，互相推卸责任，不能在一起共同研究改进，只是在价格上压价各自都承受了一些不白之冤，尤其传感器行业受打压的情况最为严重，自身的责任一是结构不合理，二是连接导线电缆断裂，鼠害无保护，防水不好，绝缘电阻下降，三是与台体的结构相连部位与他们的设计不能很好配合，所以无偿更换，蒙受损失也就成自然的事了。

六、期望

综上所述应变式称重传感器制造企业作为衡器行业中的一员有责任创新改进，同时也要扩充应用领域协调发展，借鉴其它行业的发展思路，充实企业，使行业内每个企业都能各有所长，共同前进，步入良性循环的轨道。

参考文献

1. 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，2006年12月。
2. 王云章，应变式传感器故障分析与修理。北京：中国计量出版社，1995年4月。
3. 电阻应变计产品样本。上海一灵电测仪器有限公司，2009年。
4. 广州电测仪器厂产品样本。2008年。
5. GB/T7551-2008 称重传感器。中华人民共和国国家标准，北京：中国标准出版社。

作者简介

孙登林，男，1955年9月出生，高级工程师，毕业于北京航空航天大学自动控制系航空仪表与传感器专业，主要从事于力学量传感器与仪表方面的研究工作，在国际TC3会议上发表论文一篇，在国内各类相关杂志和专业会议上发表论文20多篇，在航空，石油钻探，汽车检测，建筑基础，医学测试等领域都取得了一些研究成果。

通讯地址：广州市海珠区沥窖大道南1号之3，广州电测仪器厂；邮编：510290

电子邮箱：sdlin0906@163.com