

谈电子衡器的“零点”稳定性问题

□沈立人

【摘要】本文将过去工作中遇到的平台式电子秤、电子皮带秤、便携式轮重仪、自动轨道衡等产品在使用中出现的因为“零点”变化，从而影响到称量性能的问题谈谈个人分析产生这个问题的原因，以及介绍解决这种现象的思路。

【关键词】电子衡器；零点；产生原因；解决思路

文献标识码：A 文章编号：1003-1870(2025)10-0005-06

Discussion on "Zero Point" Stability of Electronic Weighing Instruments

【Abstract】This paper discusses the problems encountered in past work with products such as platform electronic scales, electronic belt scales, portable wheel weighers, and automatic rail weighbridges, where changes in "zero point" during use affected weighing performance. It describes the personal analysis of the causes behind this problem and introduces the solutions to this phenomenon.

【Keywords】electronic weighing instrument; zero point; cause; solution

引言

“零点”是电子衡器的生命线。“零点”是电子衡器的基准，表示电子衡器在没有放置任何物品时的初始示值。在电子衡器使用过程中，可能会受到多种因素的影响，如温度、湿度、振动、气流、电磁干扰等，这些因素可能导致电子衡器的示值产生误差。通过将电子衡器的示值调整到零点，可以消除这些误差，保证称量的准确性。电子衡器的稳定性是衡量其性能的重要指标，“零点”的稳定性直接影响电子衡器的称量结果，从而影响被称物品的重量值。

对于“零点”有两个方面的问题需要保证，一个是“零点准确度”，一个是“零点稳定性”。任何电子衡器一旦“零点”出现了问题，这台衡器就无法继续使用了。从上世纪八十年代电子衡器开始在我国发展以来，可以看到许多电子衡器产品计量性能由

于遇到这个问题而徘徊不前。

1 几个关于零点的名词^[1]

1.1 置零装置

当承载器上无载荷时，将示值设置到零的装置。

注：对于电子衡器来讲，包括半自动置零装置、自动置零装置、初始置零装置、零点跟踪装置。

1.2 置零准确度

置零后，零点偏差对称量结果的影响不超过 $\pm 0.25e$ 。

注：这个置零包括开机后的置零操作，也包括除皮后的置零操作。

1.3 零点误差

是指卸载后衡器零点的示值误差，首次检定时的最大允许误差在 $\pm 0.5e$ 范围内。

1.4 零点跟踪装置

自动将零点示值保持在一定范围内的装置，零点跟踪装置是一种自动置零装置。

注：零点跟踪装置可以有四种状态：没有、不运行、运行、超出工作范围。

1.5 初始置零装置

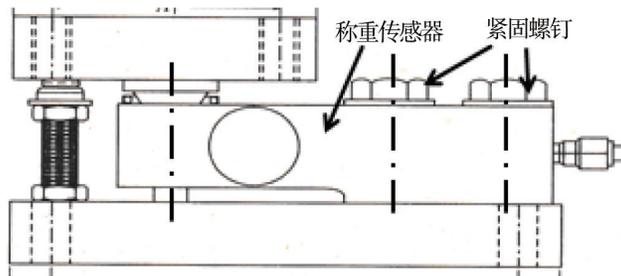
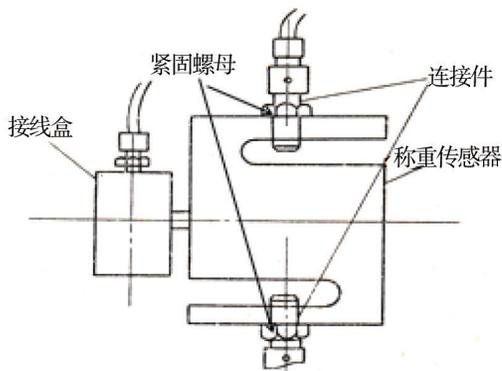


图1 部分称重传感器安装结构示意图

过去的时间内，在多个电子衡器制造企业看到不少的电子衡器使用螺（栓）钉（见图1）分别将称重传感器安装在不同结构的衡器产品上，既有平台秤、叉车秤、也有料斗秤。往往由于安装的工艺存在问题，一些电子衡器产品出现称量性能不稳定的现象，特别是出现零点变动的问题。而影响称重传感器零点稳定性的原因主要有以下几点：没有使用高强度螺（栓）钉，使得螺（栓）钉的紧固力矩不足。安装称重传感器的结构件上平面不平整，衡器使用或称量过程中产生的晃动使得称重传感器极有可能偏离初始位置。安装称重传感器的结构件刚度不足，在重力的作用下由于结构件变形，从而使得作用于称重传感器的作用力发生了偏移。

2.1.2 温度补偿问题

在一些日常使用的简易衡器产品为了压缩制造成本，其使用的称重传感器中不进行温度补偿或补偿不能完全符合现场温度的要求，使得此类衡器零点随着环境温度变化而改变，必须在每次使用前首先进行触按置零键（半自动置零）进行清零。

2.1.3 加工应力影响

一些制造企业为了提高生产效率采用了组合专用机床加工称重传感器的弹性体，弹性体的几何尺寸往往都是一次加工成型，这样就不可避免地给弹性体表面带来不同程度的加工残余应力。而一些加

在衡器接通电源和使用前，能将示值自动置零的装置。

2 案例

2.1 称重传感器案例

2.1.1 安装问题

工应力如果没有进行消除残余应力处理，就会在称重传感器随后使用过程中应力不断释放，从而影响到称重传感器零点的稳定性。当弹性体加工残余应力太大，超过衡器的初始置零装置设计范围，即使触按置零键（半自动置零）也无法使衡器清零。

2.2 称重仪表案例

在上世纪八十年代，我们刚刚从机械衡器进入电子衡器时代，当时由于缺乏电子衡器的资料，对于许多相关知识不了解，而且电子衡器的主要零部件基本上是进口的。我们将一台进口称重仪表与称重传感器组成了称量系统，接通电源后按照使用说明书进行调试，结果整个调试过程中出现了两种情况：一是预热时间比较长，在其期间内“零点”发生变化的。二是当工作了几个小时后，由于称重仪表内部热量升高，衡器“零点”又会发生变化。“零点”发生这些变化的原因，主要是当时称重仪表采用的分离元器件比较多，集成度比较低，这样使得调试工作变得非常被动。

2.3 电子皮带秤案例

在上世纪九十年代初，原电力部计量办委托原电力部热工院，组织需要进入电力系统企业的电子皮带秤进行性能试验。其中特别关注零点稳定性，要求所有参加试验的电子皮带秤，在试验场地将电子皮带秤安装在皮带输送机一定位置后马上开启皮

带输送机在空载状态下进行8个小时的试验，凡是不能通过零点稳定性试验的电子皮带秤，都会被淘汰

出局。电子皮带秤结构如图2所示。



图2 电子皮带秤结构示意图

2.4 便携式轮重仪案例

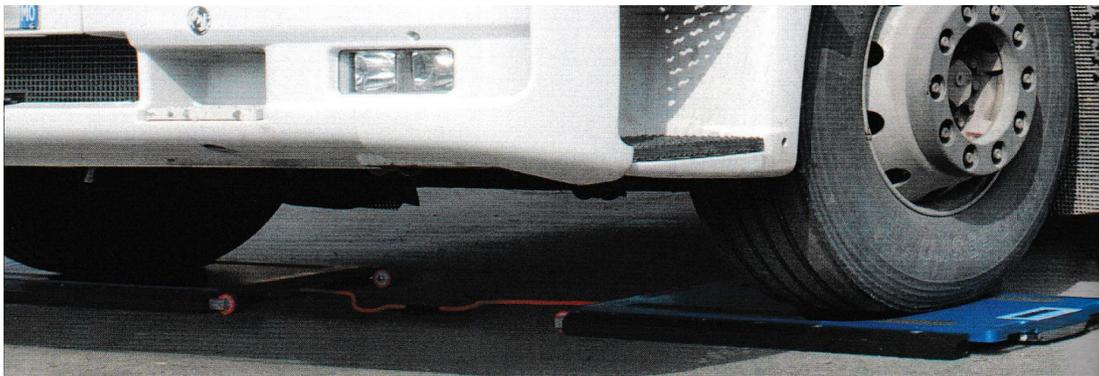


图3 便携式轮重仪使用示意图

便携式轮重仪是一种路政部门或交警部门临时用于道路上检测车辆的一种装置，如图2所示，其可以方便随时放置在道路路面上使用。当使用便携式轮重仪时，一是承载器高于地面，即使承载器两侧加装斜坡，车辆驶上承载器时如图4所示，也会对承载器产生一个侧向的冲击力。二是由于是临时放置于路面上的，如图5所示，这样便携式轮重仪的承载

器与道路路面之间缺乏一种连接以便阻止承载器的移动。三是便携式轮重仪所放置的地面没有经过处理，每一段道路的平整度是不同的。被称量车辆由于上述因素影响必然对称量结果产生附加影响，会改变此台便携式轮重仪的“零点”，将会使称量结果引起较大误差。

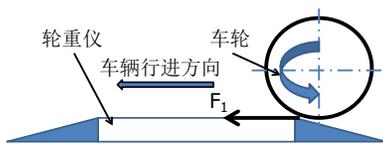


图4 车辆车轮进入便携式轮重仪时的示意图

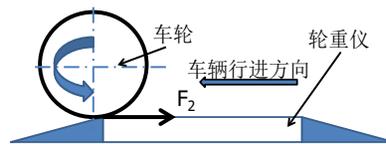


图5 车辆车轮驶下便携式轮重仪时的示意图

2.5 无基础自动轨道衡案例

这里所说的“无基础轨道衡”是指没有制作钢筋混凝土的安装基础，直接将板式双剪切梁称重传感器等模块安装在轨枕上，而轨枕埋设在渣石道床



图6 渣石道床超偏载轨道衡

中。这种结构的特点就是施工速度快，可以在一个比较短的封线时间间隔内完成轨道衡的安装工作（见图6、图7）。



图7 渣石道床轨道式称重传感器

但是，这种“无基础轨道衡”在实际使用中，由于渣石道床就是一种为了消除火车车辆运行时产生振动，会出现如图8所示的现象。当火车在这个线路通过时，随着火车车轮运行，钢轨会产生波浪形

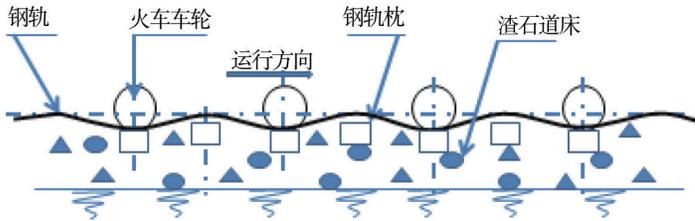


图8 渣石道床轨道衡运行示意图

的变形，轨枕也会随着车轮的碾压而上下起伏。这样安装在钢轨轨枕上的板式双剪切梁称重传感器（图9），如果高强度螺栓的紧固力矩不足也会产生位移，从而影响了整个系统的“零点”性能。

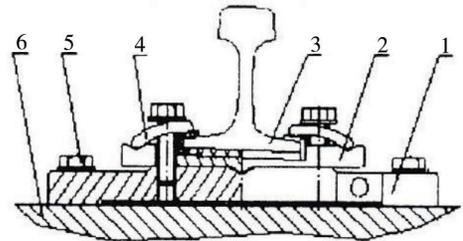


图9 板式双剪切梁称重传感器安装示意图

3 解决问题的方法

3.1 称重传感器的解决方法

3.1.1 为了防止称重传感器因为安装不当产生的零点变化。

首先必须使称重传感器的安装位置在不同结构中做到“横平竖直”。一是保证被称量物品通过承载器垂直作用到称重传感器上；二是保证称重传感器安装完成后无论何种外力作用下称重传感器固定底座与安装面不会产生相对移动；三是称重传感器本体在这个称量系统中能够有足够的刚度不产生塑性形变。

其次采用悬臂梁式称重传感器和平行梁式称重传感器的衡器，除了必须保证紧固螺栓（钉）按照规

定的力矩紧固，还应该保证称重传感器安装结构的接触面平整，在任何外力下不能出现松动现象。

再次对于大型电子衡器的称重传感器，由于其直接安装钢筋混凝土结构的基础上，在进行二次灌浆时，应该保证灌注的混凝土充实，不产生空隙。

3.1.2 为了防止温度对称重传感器零点的影响问题。考虑到衡器使用环境的温度变化对称量准确度的影响，称重传感器必须进行温度性能的补偿。

3.1.3 为了防止加工应力对称重传感器零点的影响问题。称重传感器由于弹性体在加工过程中不可避免地产生残余应力，而消除残余应力的稳定性处理方法主要有热处理法和机械法。常用的热处理法工艺是反淬火法、冷热循环法和恒温时效法；常用

的机械法工艺是脉动疲劳法、超载静压法、振动时效法。

3.2 称重仪表解决方法

3.2.1 称量系统所选择的称重仪表必须要有良好的耐温度变化能力，尽可能不要在基本温度范围的上下限使用，避免环境的温度变化使仪表在基本要素之外的状况下工作，影响仪表的计量性能、功能。目前，由于集成电路发展迅速，称重仪表使用的元器件集成度提高后，称重仪表内部热量的生成自然得到了改善，性能稳定性得到了提高。

3.2.2 称重仪表应该有良好的接地装置，避免被称物品与承载器产生的静电干扰和周围电磁设备的干扰而造成称量系统零点不稳定。

3.3 电子皮带秤解决方法

3.3.1 当前，影响皮带秤零点稳定性的原因除了皮带秤自身的称重传感器、称重仪表、称重框架等因素之外，还有输送机结构件、皮带张力、环境温度与湿度的变化、输送机长期运行后的磨损、皮带的老化对皮带秤的干扰，以及环境电磁干扰等。

3.3.2 OIML R50 国际建议^[2]中列出的带型修正装置是指：皮带（空载）运转一圈期间，可以对承载

器上变化的载荷进行修正的装置。此装置利用软件维护储存的皮带（空载）运转一圈的数据并对带型进行同步修正。

带型修正装置是在数据存储中存储空皮带的一系列零点，当皮带秤在相应的区域经过称重区域运行时，系统从存储中调出相应区域存储的零点值，然后从称重的重量中减去这个相应的零点值，显然，在非整数圈的试验中采用带型修正装置应该会有更好的效果。

3.4 便携式轮重仪解决方法

3.4.1 实际上在OIML R76 国际建议的4.19 条明确指出：只有当所有轮子同时承重，可以使用轴组或轮重秤来确定车辆的总质量。所以当使用便携式轮重仪时，车辆与承载器相互作用引起的侧向力，建议在称量台两端各增加一段便携式过渡板（见图10），将便携式过渡板与轮重仪连接为一体，这样既解决了路面与承载器的高度差问题，也解决了承载器与道路路面的连接问题，即使道路路面有一些不平整问题，也可以使被称量车辆平缓通过便携式轮重仪。

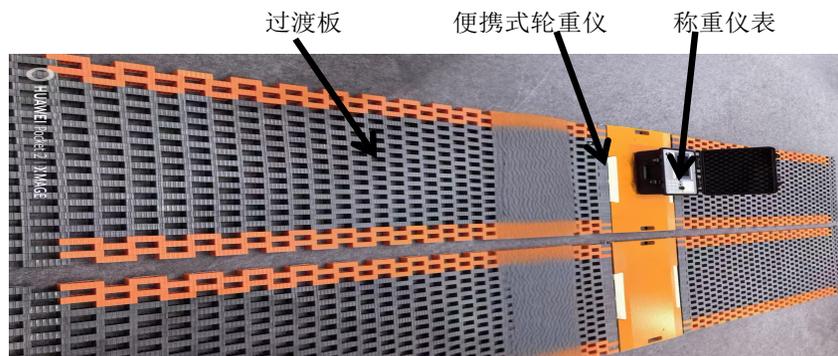


图10 便携式轮重仪防移动装置示意图



图11 一种电容式轮重仪使用中的示意图

3.4.2 为了解决便携式轮重仪的高度问题，可以采用更加低且薄的产品。图11就是一种厚度只有10mm左右的，由橡胶制作的电容式便携式轮重仪。不但被称车辆上下轮重仪减少了冲击，而且由于材质是橡胶从而增强了与安装地面的摩擦力。

3.5 无基础自动轨道衡解决方法

3.5.1 也正是制造厂商通过多年的实践摸索发

现了渣石道床基础对轨道衡性能的影响问题，在随后的产品上进行了改进。一是采用一种预先焊接的钢铁框架结构（见图12），一是采用预制钢筋混凝土结构将多个轨枕连接成一体，不但能够提高安装速度，还可以让整个框架整体上下移动，减少其上安装的称重传感器的变动，减少对“零点”性能的影响（见图13）。



图12 改进型安装的自动轨道衡



图13 改进型安装的轨道式称重传感器

从图14所示的示意图可以看出，由于轨枕下面的基础由渣石道床改为整体钢筋混凝土基础，用模

拟示意图14表示以上两种基础结构，由于增强了整个系统的稳定性，就会提高这种轨道衡的性能。

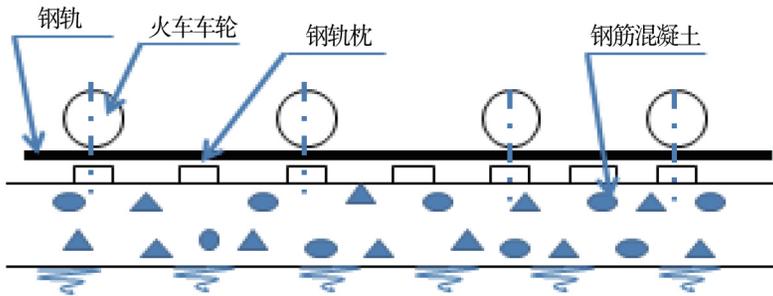


图14 以上两种改进型轨道衡基础运行时的模拟示意图

3.5.2 自动置零装置的控制。在多个自动衡器的国际建议中都提到了自动置零的控制问题，指出：自动置零装置可以在自动称量开始时运行，作为自动称量循环的一部分，或者在一个设定的时间间隔之后运行。

对于“自动分检衡器”“连续累计自动衡器（皮带秤）”“自动轨道衡”“非连续累计自动衡器（累计料斗秤）”“重力式自动装料衡器”等自动衡器，在其各自的国际建议提出了一种自动置零的装置，指出这个自动置零装置在一个设定的时间间隔后运行，但是，没有明确这个装置中必须是空载时运行。如果是在称量过程中运行，那么将严重影响该

衡器的性能，这样这个自动置零装置将是不能做到的。因为包括使用单位、制造商都无法知道每批物品（或车辆）的称量时间，所以就无法对自动置零装置设定时间间隔。如果在某个设定的时间间隔中，一批物料正在通过（或加入）承载器，此时进行自动置零，就会影响这批物料的称量结果。那么自动置零装置的最佳工作时间就是当自动衡器停止工作，也就是处于零点稳定平衡时。

4 结语

4.1 零点性能稳定是电子衡器的必须

本文列举了几种电子衡器影响零点性能的典型现象，而许多出现零点不稳定问题的现象，主要还

是设计者对产品使用情况不清楚所致。从以上几种产品的不断改进情况就可以看出设计者通过对产品使用现场的观察，找出了问题的症结所在，通过一次次的改进而解决了问题。

4.2 影响电子衡器零点性能的因素

影响电子衡器零点性能的因素，既有内在因素也有外在因素。内在原因应该从电子衡器的设计、制造、安装，到元器件采购等方面进行考虑，因为只有电子衡器所使用的各项指标稳定了，其零点性能才能得到保障。影响电子衡器外在的因素，主要是使用环境的各种干扰影响，这样使用中的电子衡器必须有针对性地、采用不同设计特点，以满足电子衡器在现场具有较强的防护能力。

参考文献

[1] 国际法制计量组织 (OIML) R76《非自动衡器》(2006E) [S].

[2] 国际法制计量组织 (OIML) R50《连续累计自动衡器 (皮带秤)》(2014E) [S].

作者简介

沈立人，1947年出生，高级工程师。现为中国衡器协会发展战略咨询委员会委员。