

论皮带秤耐久性

中国计量科学研究院 周祖濂

【摘要】 本文主要指出要确定皮带秤耐久性，应该弄清它的定义，试验项目和目的，可操作的具体方法，由谁来执行等问题。

【关键词】 皮带秤耐久性

一、问题的提出

近些年国内皮带秤厂家的产品质量有明显提高。一些厂家为了使自家的产品能具有一个公认或法定认可的技术和计量的指标。由此提出修改原皮带秤最高级别为 0.2 级的动议，并对皮带秤耐久性的内涵和如何试验也进行了广泛的讨论。下面我想对皮带秤耐久性问题谈一下看法供大家参考。

二、关于耐久性

有关衡器的耐久性的概念是在国际建议 OIML R76（非自动衡器）文本中了解到。现将 1992 年版中有关内容抄录如下：

“术语：T.5.5.7 耐久性误差——衡器在整个使用周期内的固有误差，与其初始固有误差之间的差值。

T.5.5.8 显著耐久性误差——大于 e 的耐久性误差。

注 1：耐久性误差可能来自机械磨损，或来自电子器件的漂移和老化。显著耐久性误差仅适用于电子器件。

2：对于多分度衡器， e 值应与其局部衡量范围相对应。

下述情况不认为是显著耐久性误差，即使它们超过了 e ；

衡器使用一个周期以后所产生的误差，明显地是由于器件和（或）元件失效或由于干扰所致，因而其示值：

——作为测量结果系无法予以解释、存贮或转换，或

——意味着不可能进行任何测量，或

——明显有误，以致必然被所有关注测量结果的人员所察觉。”

“正文：3.9.4.3 由磨损引起的耐久性误差，不应大于最大允许误差的绝对值。

采用这一要求，是假定衡器业已通过附录 A 中 A6 条规定的耐久性测试，该项测试仅限于 $\text{Max} \leq 100\text{kg}$ 的衡器。”

“附录 A（强制性）A6 耐久性测试（仅适用于 $\text{Max} \leq 100$ 的 、 、与 级衡器）

耐久性测试应在做完其它的所有测试后进行。

在正常使用条件下，使衡器经受约为 $50\% \text{Max}$ 载荷的重复加载与卸载。加卸载应达一十万次，其频率的速度，应使衡器在加卸载时达到平衡。加载的作用力，不应超过正常加载条件下达到的力。

在耐久性测试开始之前，应按照 A.4.4.1 条件述方法进行称量测试，以获得衡器的固有误差。在完成上述加载后，再进行称量测试，以确定由磨损引起的耐久性误差。

如果衡器具有自动置零或零点跟踪装置，则在测试期间，它可以处于工作状态，此时零点误差应按 A.4.2.3.2 条所述的方法测定。”

以下是我国皮带秤检定规程中有关耐久性表述。

“术语：T.7.5 耐久性试验 durability test

为检验被测皮带秤（EUT）在经过使用周期后能否保持其性能特征的一种试验。”

应指出的是除此之外，整个规程中再无有表述耐久性的文字。

再下面是一些从术语（标准）中抄录的有关耐久性的表述：

“显著耐久性误差 Significant durability error 指大于 e 的耐久性误差。

下述情况即使它们超出了上面定义的值，也不作为本建议所指的显著耐久性误差；衡器经过一个周期的使用所产生的误差，明显是由于装置/元件损坏，或受到干扰或耐久性保护特性发生故障造成的，其示值如下：

——无法作为一个计量结果来解释，记忆或传送；

——不可能执行任何计量；或

——能引起人们对所有这种计量结果的明显错误的注意。

最后是一些与耐久性有关的术语和定义。

耐久力试验 endurance test：

一种带有破坏性的，或故障性的有时是（在衡器中）由于磨损原因使不准确度增加的试验。通常是在预期结果发生点上重复地施加同一负载，并计算加载的次数寿命的试验。

一种以测试衡器及其部件能够使用的次数或时间为目的的耐久力试验。

破坏试验 breakdown test

一种以测试衡器及其部件机械强度或产生永久性损坏的承受力为目的的耐久力试验。

根据 OMLR60 对传感器的‘耐久性要求’：

Durability（持久性，耐久性）

The load cell be Suitably durable so that the requirements of this Recommendation may be met in accordance with the intended use of the load cell。(该传感器应适合于建议并能满足传感器所预期的使用相一致的要求)。

综上所述的有关衡器耐久性的术语和定义。至今 OIML 国际建议,仅对 100kg 以下非自动衡器、传感器和皮带秤提出了耐久性的要求。并且仅对 100kg 以下称量的非自动衡器的耐久性的试验误差提出了可操作的具体要求,而对传感器和皮带秤有耐久性仅提出了概念性不可操作的“定义”。也只有 OIMLR76 号国际建议中提出耐久性试验是强制性的,应理解为法制部门来实现。

三、皮带秤的特征

有三种衡器在实际使用时,与它的使用条件关系很大。动态汽车衡和动态轨道衡的测量结果与其两端“引道(轨)”有着密切联系。所以国外除固定式动态车汽衡外,便携式动汽车衡不能做贸易计量用,仅能用于监测。因为将它放置在不同地点,对同一辆车的测量结果可能有明显的差异。第三种衡器就是皮带秤,它的称重结果不仅与安装条件有关而且受所配用的皮带输送机的状态影响非常明显。几乎所有关于皮带秤的文章在讨论测量误差时都会提到传输皮带的“皮带效应”的影响。这种影响所带来的误差一般而言要比动态汽车衡和动态轨道衡的“引道轨”的影响大得多。这就是为什么在实际使用时的测量结果与皮带秤生产厂家的许诺指标和用户所期待的结果往往有差异。当设计用于物料输送的系统时,做为马后炮再来考虑传输皮带的状态时,其结果是获得一个顺便能称重的,具有不可靠的精度的传输系统。而真正的皮带秤应该是具有一定可靠精度的附带有传输功能输送称重系统。

从物理的角度讲,皮带秤的称重承载器的称重机构并不复杂,与其它衡器的承载器大同小异。但由于皮带传输机的“皮带效应”的影响使得称量过程中干扰力的影响非常复杂,既不能用“滤波”的方式有效清除,也不能写出干扰因素影响解析数字表示式。进期一些厂家推出“带型修正装置”技术,来提高皮带秤的测量精度,这种方法的主导思想是企图通过对皮带秤称重时用一系列的“分段零点”来代替常规的“平均零点法”。该方法是通过软件“同步”对皮带零点进行修正。

皮带秤测量中的另一个难点在于,皮带的自重往往比被称物还重。“皮带效应”的干扰力也明显的对称重结果造成影响。而且皮带秤称重时间很长。往往持续数小时。这样测量仪表的漂移(温漂和时漂)的影响要比其它自动衡器的要求高,除皮带秤外其他衡器在两次相隔称重间均可及时置零。虽然,在皮带秤计量性能试验中对其零点的长期稳定度有明确的试验方法和误差要求。但在现场试验时的零载荷的最大偏差试验,不能反映出实际皮带秤零点的长期稳定性。特别是现今皮带输送机的皮带长度都很长,往往远远超过美国 Hand book 44 中对皮带长度的限制。不仅如此,现今大称量的皮带秤已达每小时万吨的水平。这样皮带的宽度也越来越宽,速度越来越快。随着输送机向大型化方向的发展。对皮带输送机传统的认识和“静态设计”,即认为输送各质点同时被加速或减速,将

输送带视作刚体的假定已不能满足实际要求。现在的认识是：输送带是具有粘弹性特性的粘弹性体，速度，加速度和张力在输送带中的传递需要一定的时间。因此输送机全长上输送带各点的速度、加速度和张力具有动态特征，是时间的函数。这种动态特性对低速、短距离输送机影响不太明显，但对长距离、高速度带式输送机，这种动态特性就会明显表现出来。再加上现场环境温度、湿度的影响，使得皮带秤在实际运行称重时扣出皮带“零点”的实际影响变得很困难，严重影响测量结果。特别是在长距离输送情况下，对皮带需采用双驱动、多个驱动的情况下，皮带的运行状况就更为复杂。

皮带秤的第三个特点，是影响皮带张力的因素实在太多。很多学者从物理（力学）的角度出发，试图给出皮带张力的数学解析表达式都未成功。从某种程度上讲，带式输送机设计计算的基本点就是输送带张力的计算。为了规范设计和使设计简化。国际标准化组织和一些国家都颁布了带式输送机的标准。如国际标准 ISO5048，美国标准 CEMA，德国标准 DIN22101，以及国标 GB/T171。这些标准给出了皮带输送机张力工程数学表示式。与我接触的一些国外皮带秤厂家的工程师在设计皮带秤时，都要事先根据实际的皮带输送机的情况用这些计算张力的工程表示式，估算其张力的。但在国内在安装皮带秤时，不少人是几乎不考虑皮带张力的变化和变化。随着我国经济的发展，长距离、大运量、高带速的带式输送机得到越来越多的运用，例如在天津港煤炭长廊带式输送机，其中就有一台带式输送单条输送带长 8980m。

第四个特点是由于皮带秤的秤量很大，称量为每小时上万吨的皮带秤在很多港口已是常见的计量装置。到目前为止，国际上仍公认对皮带秤现场的物料试验是唯一可溯源的校验方法。现场的物料试验是非常费时、费力、费钱的试验，特别是对大秤量的皮带秤更是如此。为了使物料试验方便、可靠、往往应在设置皮带秤之先，就要认真考验到校验装置。如斗秤、轨道衡、汽车衡的相对位置和误差间的配合，以保证校验的可靠性。否则会使校验时带来很多不便，应避免校验地与皮带秤之间距离过长而造的物料的抛撒带来的校验误差。

众所周知，一台新安装的皮带秤，经过首次检定（Initial Verification）后即可成为一台。得到认可的衡器。除特殊情况外，皮带秤的首次检定都必需是物料试验。为了保证皮带秤使用，除首次检定外，在皮带秤使中还规定了由法定计量机构执行的后续检定和使用中检验。

四、我对耐久性的认识

我从大家对皮带秤耐久性的文章中，发现大家对皮带秤耐久性的定义理解并不相同。而且也很少在文章给出对皮带秤耐久性的定义，从对皮带秤耐久性试验中也未明显给出需通过什么样的试验来检验皮带秤的耐久性。从我在第二部分引出的有关耐久性表述中，除对 $Max \leq 100kg$ 的非自动衡耐久性的讲述中给出比较明确说明而且可以操作，即“耐久性测试应在做完其它的所有测试后进行”（来自 OIML R76. 1992 中译版），并且给出了具体可操作测试方法和误差要求。对测试的目的也有说明，“以不确定由磨损引起的耐久性误差。”并明确规定“由磨损引起的耐久性误差，不应大于最

大允许误差的绝对值。”

第二个问题：耐久性试验与后续检定及使用中检验间的关系有待讨论。甚至包括与用户在关心所使用的皮带秤的精度有怀疑时，自行对皮带秤计量误差的试验。后者是属于使用中的检查，后续检定一般是指“强制性周期检定。”而根据皮带秤的检定规程，耐久性试验与之不同仅在于耐久性试验是“在经过规定的使用周期后能否保持其性能特征的一种试验。”是一条无法具体操作的条款，首先不属周期检定，另外与使用中检验所规定的“……以及其示值误差是否超过使用中最大允许误差所进行的一种检查”也不符合。这种检查操作正是用户为了保证皮带秤的正常使用在检定周期内或周期检定后的经常使用的模拟载荷试验，所以这些试验间的关系也待说明。

第三，非自动衡器的耐久性试验，可以告知使用者一个明确的信息，即该衡器经过十万次试验后误差能保证在“最大允许误差的绝对值”之内。而在众多讨论皮带秤耐久性文章中，几乎未能告知使用者对它所用皮带秤的有用信息。

第四，如何看待经过耐久测试的产品，即使是非自动衡器，在对其后续计量管理中，仍规定需做随后检定和使用中检定。随后检定往往是我们所指的周期检定。在实际中无论在随后检定和使用中检定时，发现如果衡器的示值超差，而且衡器的使用还没有达到耐久试验要求的十万次。但经重新校准，使误差达到允差之内，该衡器仍可满足法定使用。这样的实际操作，显示的信息与耐久性试验的信息是有矛盾。这种对一台经调节，重新校准后仍能使用的皮带秤，该如何定义耐久性。

最后，耐久性试验由谁来执行，是法定的计量部门，还是用户？何时？用何种方式进行。

我认为以上提出的五个方面是在检定规程中写入实际可操作和给出有用信息的耐久性定义和耐久性试验应考虑的问题。