

# 再论皮带秤的耐久性和稳定度及其评价

南京三埃工控股份有限公司 盛伯湛

**【摘要】** 进一步阐明《皮带秤的两种耐久性试验方法及其不同作用》中的观点，并用“耐久性”与“稳定度”来区分所谓的“两种耐久性”，以纠正原来欠妥的提法。

**【关键词】** 耐久性；稳定度；皮带秤的型式评价

## 引言

拙作《皮带秤的两种耐久性试验方法及其不同作用》<sup>[1]</sup>提出，皮带秤有“两种耐久性”：一是，某种皮带秤型式的耐久性潜能；二是，某台具体在用皮带秤耐久性的实际表现。对于前者，须事先采用实验室试验的型式评价方式，以鉴定该型式皮带秤能以何种准确度等级的名义获得《制造计量器具许可证》，是法制管理计量器具市场准入的必备条件。对于后者，可在售后采用用户现场日常监测和检验的方式，使用中皮带秤性能考核的结果可以作为更加合理地确定个性化校准或检定周期的依据。该文经中国衡器协会技术专家委员会审稿后发表于第十二届称重技术研讨会论文集。与此同时也有专家指出，笔者关于“两种耐久性”的提法欠妥，认为上述第二种耐久性“实际上是长期稳定性”，现场检验实际上是“长期稳定性的考核方法”。本人经过再思考也认识到，虽然对于皮带秤在现场使用中无维持应有性能的测试带有考核检验该秤是否能持久正常工作的意味，但并不符合“耐久性”的定义，把它称之为“耐久性”是不够确切、严谨的。对于专家们的指正，本人深表谢意，愿借此文纠正以往的错误或缺陷，并进一步阐明本人的观点，因为“闻过则喜、知错即改”是一个崇信科学的技术人员应有素质与品行。

## 一、关于耐久性与稳定度的涵义

### 1. 耐久性与稳定度定义的异同

国家计量技术规范JJF1181-2007《衡器计量名词术语及定义》<sup>[2]</sup>在 7.17 条和 7.22 条中分别对耐久性（durability）和稳定度（stability）作了如下的定义：

耐久性——衡器在规定的整个使用周期内保持其性能特征不变的能力。

稳定度——在规定条件下，衡器保持其计量特性恒定不变的能力。

由此可见，两者的相同之处在于都是关于衡器保持其性能不变的能力，相异之处是这两种能力涉及的评价条件是不同的，耐久性所反映的能力关系到衡器的整个使用周期，而稳定度所反映则是在规定的条件下的能力，所测稳定度反映的时间段也可以是预先规定的，而不一定贯穿“整个使用周期”；此外稳定度所反映的能力是计量性能，而耐久性所反映的能力更加广泛，还包括抗干扰性

能等等。鉴于试验的性质，实施耐久性试验或稳定度试验的时机也是不同的，前者主要贯穿于产品的设计和定型过程，后者则往往还需在使用中开展。

## 2. 耐久性与稳定度的评价条件

那么，在这里“规定的整个使用周期”或“规定的条件”指的又是什么呢？

笔者的理解是，“规定的整个使用周期”与“产品使用寿命”有关。对于衡器而言，整个“产品使用寿命”一般涵盖多个检定或校准周期，对任何计量器具而言，在规定的检定或校准周期间隔之内是否总能维持正常工作，能在额定操作条件下不超过最大允许误差，且在受到干扰时不出现显著增差或能检测出显著增差并作出反应，是保证计量结果是否准确、可靠，保持其性能特征不变的前提。因此我们在考核耐久性时，至少不能短于一个检定或校准周期（可以用加速试验方法，参见下文2.1）。而稳定度虽然也与维持计量特性的“寿命”有某种联系，但在考核稳定度时，“规定的条件”往往更侧重于指试验的条件，例如：测量的是零点稳定度，还是量程稳定度；试验载荷的大小定为多少，试验经历多长时间，期间是否允许调整，自动置零装置是否关闭，共做多少次试验，每次试验的累计时间多长等等，从而使稳定度能在统一的标准下获得评价。此外，稳定度虽然也与“产品使用寿命”有关，但在测试稳定度时对于试验所关联的时间的规定比较自由，试验时间可以是几分钟，抑或几小时，也可以是几天、几个月，但往往短于一个检定或校准周期；例如 R50 中的“短期稳定性”是指连续 5 次 3min 的测试结果的离散程度，“长期稳定性”是指在 3h 间隔前后两个“短期稳定性”测试回合的总共 10 次 3min 的测试结果的离散程度。如果我们把试验的时间跨度延长到一个或几个检定或校准周期，无论在现场还是实验室都是难以办到的。

此外，稳定度试验是在额定操作条件下的试验；而耐久性试验不仅要在额定操作条件下，并且要在影响量已超出额定操作范围的干扰条件下进行，试验的严酷度也常会远高于普通状态。要是对于某台具体在用皮带秤的试验用加强严酷度来缩短试验时间，且不说是是否会背离预先“规定的条件”，现场用户又能否接受呢？可见，适合在用户现场开展的通常是稳定度（短期稳定性或历时相当长的长期稳定性）试验。<sup>[3]</sup>

## 3. 耐久性或可靠性试验与型式评价

耐久性是可靠性的基本要素。中国衡协顾问、原中国计量院高工周祖濂先生曾一语中的地指出：“‘耐久性’与‘可靠性’应当属于同一概念”。<sup>[4]</sup> 可靠性是产品固有特性的反映，它是通过设计、生产和管理而实现的，因此是一项先天的特性。在优质产品的设计过程中，可靠性设计是不可或缺的环节。为了预测和验证产品能否在不断经受自身及外界气候环境及机械环境的影响时仍能够正常工作，就需要对产品施行可靠性试验，以此为手段对产品进行可靠性调查、分析和评价。可靠性试验的结果可作为分析故障、制定纠正措施、判断产品是否具有在规定的条件下、在规定的时间内完成规定功能的能力提供依据。既然耐久性属于可靠性的组成要素，那么耐久性试验也当然属于可靠性试验的范畴，两者就必然具有许多共性。

在产品形成的不同阶段可靠性试验的作用是不同的，按试验实施时所处的阶段，可大致将其分为研发试验、试产试验、量产抽检三种，它们起着不可相互替代的作用。研发阶段的可靠性试验，

主要是研发者为了对所设计产品的样机及其选用的零部件是否适用摸底；试产阶段的可靠性试验，主要是生产者用于判断小批量试制产品是否已满足相应的可靠性指标，能否定型并转入量产；批量生产的定型产品在投入市场或继续投入市场前的可靠性试验，常是型式评价（定型鉴定）的一项重要内容，用于确定其能否获得型式批准，须由第三方来完成。

OIML R50 之 5.1.3 条对皮带秤型式评价试验项目作了规定，要求内容涵盖第 2 章计量性能要求、第 3 章技术要求、以及第 4 章对电子皮带秤的要求，而第 4 章的 4.1.3 条正是对耐久性的要求<sup>[5]</sup>。中华人民共和国《计量法实施细则》第十八条规定：凡制造在全国范围内从未生产过的计量器具新产品，必须经过定型鉴定。定型鉴定合格后，应当履行型式批准手续，颁发证书。在全国范围内已经定型，而本单位未生产过的计量器具新产品，应当进行样机试验，样机试验合格后，发给合格证书。凡未经型式批准或者未取得样机试验合格证书的计量器具，不准生产。由是可见，皮带秤作为一种纳入法制管理的重要计量器具，其耐久性试验理所应当列入型式评价程序；凡耐久性不合格的应不予以型式批准，禁止在市场上销售。

## 二、关于皮带秤的耐久性型式评价

### 1. 皮带秤的耐久性型式评价宜以高严酷度试验的方式进行

如果耐久性试验仅是在通常的额定操作条件下进行的，那就需要在皮带秤启用伊始就做环境适应性及性能测试，并在“经过规定的使用周期后”再做一次对比测试。要是所述“使用周期”诚如笔者所理解的那样是指“检定周期”，按皮带秤的旧版检定规程（JJG 650-90）的规定为“一年”，新版检定规程对检定周期（JJG 195-2002：8.2.4）的规定体现了一定程度的弹性，改为“一般不超过 1 年”，但通常也会有好几个月，若要把完成型式评价的时间也拖得如此之久，这显然是不合适的。

众所周知，在气候环境或电磁兼容性的可靠性试验中，惯用的做法是用高严酷度来提高试验的“环境应力”，从而缩短试验时间，例如“高加速寿命试验”、“高加速应力筛选”和“可靠性强化试验”等等；我国的计量技术规范<sup>[6]</sup>也明确指出：为减少实验时间，可作加速实验。”对于皮带秤而言，除气候环境和电磁干扰之外，输送机状态与工况也是影响其能否长期保持应有性能的不容忽视的重要因素。因此，在恶劣的输送机状态与工况下的试验，就应当作为皮带秤型式评价不可或缺的内容。<sup>[7]</sup>

### 2. 皮带秤的耐久性型式评价不应在用户现场进行

笼统地说，可靠性或耐久性试验的场所，可以是实验室，也可以是现场。然而，由于各种条件的限制，在用户现场进行会带来诸多的缺陷。对于以型式批准为目的耐久性型式评价，在用户现场进行显然是不恰当的。因为：

（1）用户现场往往缺乏高严酷度试验条件，若在额定操作条件下试验，需要在“规定的使用周期”前后各做一次对比测试，并要求在此期间不修改校秤参数，这不仅会影响到用户的正常使用，也难以得到切实的监督与控制；

（2）虽然用户现场有时也会出现恶劣的工况，但却往往是不能量化和复现的，难以用预定的试验项目实现定量测试；

（3）型式评价本来应当在产品市场准入之前进行的，把以此为目的的试验放到用户那儿去做，

顺序上完全颠倒了，也是不合法的；

(4) 用户现场千差万别、各不相同，缺乏一致的可比性。

有人认为，皮带秤的性能与使用现场，尤其跟输送机的状况关系很大，实验室试验不能完全反映使用现场的实际情况。这种说法当然不错，但是对某种型式的产品在其市场准入前的评价试验的性质本来就不等同于对某一在用产品的实际检验或考核，有别于承制方或用户进行的工程性试验。型式评价是通过对少量样机的试验来判别和推断该产品总体性能，是在一定的置信度要求下验证产品的可靠性是否达到规定要求的统计性试验，由计量行政部门授权的技术机构在经认可的实验室内完成。至于实验室与用户现场条件的等效性可以这样认定：只要型式评价实验室同用户现场的与皮带秤相连的输送机和皮带秤的安装条件都符合相应的规定（JJG 195-2002 或 GB/T 7721-2007：6.7、6.8），就应当认为实验室的条件与典型用户的条件大体上是一致的。

### 3. 皮带秤耐久性型式评价试验应采用物料试验的方式进行

皮带秤是一种连续累计自动衡器，动态累计误差是用户最关心的性能指标。因此我们认为，在评价皮带秤耐久性时，用物料自动称量试验是最能反映其平时实际状况的；仿照非自动衡器所采用的静态试验方式，对皮带秤并不恰当。

#### 三、关于用户现场的皮带秤示值核查与稳定度监测

##### 1. 有必要在前后相邻两次检定间隔期内监测核查在用皮带秤的示值

“寿命”或“平均无故障时间”等可靠性指标，是根据统计原理得出的，并不等同于某一台产品正常使用的实际无故障时间。如上所述，各家用户现场的输送机会有较大差别，安装和使用条件也各不相同，同一型式的皮带秤在不同的使用场合，其校准时达到的性能指标所能维持的时间会有较大差距，这正是把用户现场作为开展型式评价的地点并不适当的原因。也正因为如此，把不同场合使用的皮带秤的检定周期硬性统一规定为一个划一不变的时间间隔就很不科学。计量器具所能达到的性能是由检定或校准来确认的，而从当前的实际使用状况来看，相当数量的在用皮带秤在未到规定的检定周期之前，其误差已经超标；因此对在用皮带秤的计量数据跟踪监测是十分必要的。

##### 2. 现行检定规程对皮带秤的示值核查的若干规定

显然，对皮带秤频繁地进行物料试验并非妙法，那么如何合理地化解这一矛盾呢？现行皮带秤国家检定规程 JJG 195-2002 附录 D（对皮带秤用户的强制性要求）之 D5 具有较好的可操作性。该条款提出，为确保皮带秤的称量准确、可靠，用户应在前后两次的皮带秤检定之间对使用中的示值进行核查。具体规定如下：

- 使用中示值的核查可使用模拟载荷装置或其它运行检验装置进行；
- 以模拟载荷装置的示值或运行检验装置的计算值作为约定真值求得皮带秤示值的相对误差，算出的相对误差可以用模拟载荷试验得出的修正值进行修正；
- 当皮带秤的示值误差不大于相应准确度等级使用中允许误差的 1.2 倍（0.5 级、1 级）或 1.25 倍（2 级）时可以继续使用，此时不应对皮带秤进行调整；
- 当皮带秤的示值误差大于相应准确度等级使用中允许误差的 1.2 或 1.25 倍时，应进行调整，

调整后不能立即使用，应先报请法定计量技术机构重新检定。

建议可把某一台具体在用皮带秤在示值核查中的现实情况和历史表现，作为法定计量机构确定该台秤检定周期的依据。

### 3. 对示值超差的在用皮带秤处理时应注意的问题

对于使用中的皮带秤示值应该时隔多久核查一次呢？JJG 195-2002 并没有规定，只是说应“定期”进行。事实上，也难以对皮带秤示值核查的频度作出统一的规定。比较保险有效的办法是一台皮带秤设有多个称重单元，利用“实时比对”对皮带秤的称重数据进行“在线监测”，发现可能异常时就开展示值核查。这一技术已在国内的几种皮带秤产品中获得应用，为保障称量结果的准确可靠提供了支持。但是应当注意的是，有些产品在运用该技术侦测到皮带秤示值超差时，径直利用模拟载荷试验得到结果对皮带秤进行调整，进行所谓的“实时校准”，既没有做物料试验，也没有重新检定。这是违背量值传递原则和法制计量要求的。

### 四、结论

耐久性试验属于可靠性试验的范畴，产品的耐久性基本上由产品的可靠性设计所决定的。耐久性试验因其不同的性质和目的可以在实验室或用户现场开展，可采用工程试验或统计试验方式。然而，以型式批准为目的的耐久性样机试验必须在其取得市场准入资格之前，在获得认可的实验室进行。皮带秤的耐久性型式评价应当包含反映现场可能出现的恶劣工况下的物料试验，试验的条件和方法须能再现和量化。建议在新版皮带秤技术法规的型式评价程序之中，应包含具体的、可操作的实验室耐久性试验。

对于具体的某台在用皮带秤可能正常工作的实际时间，可在用户现场以使用中检验的方式来监控，根据使用中皮带秤示值的检测结果作为调整校准或检定周期的依据。

### 参考文献

1. 盛伯湛：皮带秤的两种耐久性试验方法及其不同作用[G]称重科技（中国衡器协会：第十二届称重技术研讨会论文集）107～111
2. 全国衡器计量技术委员会：JJF1181-2007 衡器计量名词术语及定义[S] 25
3. 沈立人：大型衡器建议采用“长期稳定性试验方法”[J]衡器 2013（8）28～31
4. 周祖濂：有关皮带秤的几个问题 [J] 衡器 2013（5）30～31、41
5. OIML R50-1:1997（E）Continuous totalizing automatic weighing instruments（belt weighers）[S] 23、21
6. 全国法制计量管理计量技术委员会：JJF 1024-2006 测量仪器可靠性分析[S] 4
7. 袁延强等：模拟恶劣工况下的物料试验——介绍一种皮带秤耐久性试验方法[G]称重科技（中国衡器协会：第九届称重技术研讨会论文集）106～110