

关于电子皮带秤模拟试验问题的商榷

□沈立人

【摘要】电子皮带秤是秤与皮带输送机组成的一个有机系统，R50《连续累计自动衡器（皮带秤）》国际建议中有一些试验项目设置和方法，通过多年来的实践认为，规定的试验内容存在不少问题，特别是几项模拟试验是在脱离皮带输送机的情况下进行的。我认为几项模拟试验由于没有涉及到称量系统的计量性能，所以只是对模块进行试验，还有几项模拟试验应该改为现场连接到皮带输送机上试验，而对于几项模拟试验与产品性能没有意义应该删除。

【关键词】电子皮带秤；模拟试验；问题

文献标识码：A 文章编号：1003-1870（2025）12-0014-05

Discussion on Simulation Test Problems of Electronic Belt Scales

【Abstract】The electronic belt scale is an organic system composed of a scale and a belt conveyor. The international recommendation R50 *Continuous Totalizing Automatic Weighing Instruments (Belt Weigher)* includes some test items and methods. However, after years of practice, it has been found that there are many problems with the prescribed test content, especially since several simulation tests are conducted without the belt conveyor. I believe that the simulation tests only tested the modules because they did not involve the metrological performance of the weighing system; there are several simulation tests should be changed to on-site tests on a belt conveyor; and several simulation tests that are irrelevant to product performance should be deleted.

【Keywords】electronic belt scale; simulation test; problem

引言

连续累计自动衡器（皮带秤）按承载器分为两大类，一类皮带秤为称量台式承载器，承载器只包括部分输送机，此类皮带秤作为皮带输送机的一部分，与皮带输送机一起输送物料。另一类皮带秤是输送机式承载器，承载器包括了一台完整的输送机，此类皮带秤自身具有动力，能独立输送物料。

首先需要说明一点，本文主要针对的是皮带秤，就是“称量台式承载器（亦被称为：计量皮带

秤）”的模拟试验问题进行的探讨。

在国际法制计量组织（OIML）R50《连续累计自动衡器（皮带秤）》国际建议（2014E）^[1]中，模拟试验应进行的项目有：模拟速度偏差的试验、偏载试验、置零试验、影响因子试验、干扰试验、计量性能试验。

在这个国际建议的7.3条模拟试验一节，明确指出是在没有皮带输送机的情况下用静态载荷进行试验（原文见图1）。

| |
|--|
| <p>用于在没有输送机的情况下测试皮带秤上的计量特性，标准砝码和一个位移模拟装置（见3.1.11）可用于模拟皮带的移动。整套不带皮带输送机的皮带秤：</p> <p>a) 典型的承载器，通常为完整的称量台；</p> <p>b) 施加标准砝码的平台或承载器；</p> <p>c) 能够对由位移模拟装置测量的整个皮带长度，和操作者预设的等量皮带长度与恒定载荷积分结果，进行比较的运行检查装置即积算器；</p> <p>d) 位移模拟装置。</p> |
| <p>The standard weights used as reference for the type examination or verification of an instrument shall meet the metrological requirements of OIML R 111 [5].</p> <p>7.3 Simulation tests (test with static load without the belt conveyor)</p> <p>For testing the metrological characteristics on a belt weigher without its conveyor, standard weights and a displacement simulating device (see 3.1.11) may be used to simulate the displacement of the belt. The EUT shall be fitted with a complete belt weigher without the belt conveyor,</p> <p>a) a representative load receptor (normally the complete weigh table),</p> <p>b) a platform (pan) for the standard weights,</p> <p>c) a device enabling the comparison of integrations with a constant load over equal complete belt revolutions predetermined by the operator and measured by the displacement transducer,</p> <p>d) a displacement simulation device.</p> |

图1 国际建议的内容

从以上文字中我们可以看到：

(1) 模拟试验是在没有皮带输送机的情况下采用标准砝码对皮带秤的试验装置进行的一种试验。模拟试验的试验装置应配备承载器（完整的称量台）、施加砝码的承载器、一个能用恒定载荷对由位移模拟装置测量的皮带长度，与恒定载荷积分结果进行累计积分的运行检查装置。在R50国际建议中规定皮带秤模拟试验应进行的项目有：模拟速度偏差的试验、偏载试验、置零试验、影响因子试验、干扰试验、计量性能试验。

(2) 模拟速度偏差的试验、偏载试验、置零试验、计量性能试验，是在制造企业内为了测试电子皮带秤的模拟性能所进行的试验。

(3) 影响因子试验、干扰试验，是制造企业为了对所设计电子皮带秤产品定型和技术机构对产品型式评价所进行的部分试验。

1 问题的提出

1.1 皮带秤性能问题的根源

电子皮带秤结构的组成：皮带输送机（机架、皮带、托辊、张紧机构等）、皮带秤（称重框架、称重传感器、称重仪表等）、位移模拟装置等。

在静态称量的电子衡器计量性能已经非常稳

定、可靠的情况下，几代皮带秤的设计者和制造者几十年以来，对可能影响皮带秤性能的各个方面和零部件进行了广泛的研究，一直没有将皮带秤的计量稳定性问题解决。究其原因，就是皮带秤是一种寄生在皮带输送机上的计量器具，单单围绕皮带秤寻找解决问题的方法，是无法从根本上找到出路的。

原营口市仪表三厂周德胜通过多年研究，将影响皮带秤计量性能的因素，用鱼刺图方式绘制了一张表^[2]。

从图2中，我们清楚地看到影响电子皮带秤计量性能主要有四个方面原因。

- 一是电子皮带秤本身各个元器件的影响；
- 二是安装电子皮带秤的输送机各个组成部件的影响；
- 三是电子皮带秤使用环境中各种因素的影响；
- 四是电子皮带秤使用和维护问题的影响。

1.2 对皮带秤模拟试验的理解

1.2.1 模拟速度偏差的试验

这个试验的实质是检查位移模拟装置的性能，完全可以按照这种器件的标准单独进行测试。

1.2.6 计量性能试验

在R50 计量性能试验包括：重复性、累计显示器的鉴别力、累计显示器零点累计的鉴别力、零点的短期稳定性和零点长期稳定性。

为了证明我们以上所说的问题，来看看R50-3 部分的几张记录表格。

比如，计量性能中的重复性试验表中，我们就可以清楚地看到一个单词“Pulses”，这个单词的中

文就是“脉冲数”，在电子皮带秤中这个“脉冲数”是由位移模拟装置所发出的。位移模拟装置是测量电子皮带秤皮带运行速度的一种计量器具，并将测量结果与称重传感器测量结果在称重仪表中进行积分运算，从而得到电子皮带秤连续累计物料质量。在模拟试验中的“脉冲数”仅仅替代实际皮带运行速度的一个参数，是不能反映出皮带秤皮带实际运行状态的。

表1 R50 计量性能——重复性试验记录表（英文）

| Load, L | Pulses* | T^{**} | Indicated total | | Difference $I_1 - I_2$ |
|-----------|---------|----------|-----------------|--------------|---------------------------|
| | | | Run 1, I_1 | Run 2, I_2 | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

表2 R50 计量性能——重复性试验记录表（中文）

| 载荷 L | 脉冲数 | T | 累计示值 | | 差值 $I_1 - I_2$ |
|--------|-----|-----|-------------|-------------|-------------------|
| | | | 运行 1, I_1 | 运行 2, I_2 | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

2 几点修改意见

国际法制计量组织指出：国际建议（OIML R）是计量规程的样板，通常规定了有关的测量仪器所必需的计量特征，也规定了检验它们是否合格所需的方法和设备。从以上引用的内容和记录表格整理了一下模拟试验项目，R50 所规定的模拟试验项目中，有部分项目是可以采用模块法进行的，有部分项目是没有必要进行试验的，因为没有现场实际皮带输送机的运行，仅仅针对承载器和位移传感器的测试，对于技术机构来讲，是没有任何实质性试验意义的，这些项目应该是制造商自己企业内部控制产品质量的测试内容。而有的项目是应该强化，特别是皮带秤在安装现场零点稳定性试验，因为皮带秤的零点不稳定了，该皮带秤的称量准确度就基本没有了保障。

2.1 采用模块法试验的项目

2.1.1 模拟速度偏差试验

在R50 国际建议的7.3 条模拟试验是为了对不带

输送机的皮带秤进行试验，使用标准砝码和位移模拟装置（见2.1.11）来模拟皮带的位移。

这仅仅是对位移模拟装置的一项测试，如同称重传感器和称重仪表测试一样，可以单独进行相关性能的试验，没有必要放到电子皮带秤的模拟试验中。

2.1.2 温度试验

这里所说的温度试验也仅仅是将称重传感器、称重仪表和位移模拟装置等模块连接为一套系统，放置于实验室中的试验，是不能完全代表电子皮带秤通过了温度试验，如上所述的温度对皮带的影响因素没有考虑到。实际上皮带输送机上的皮带受到温度变化影响，对皮带张力影响很大，从而也影响了皮带秤的称量性能。

2.1.3 湿热试验

如温度试验一样，这里的湿热试验仅仅是对部分模块的试验，没有考虑到湿热对皮带输送机的皮带的影响因素。

2.1.4 电压变化试验

如温度试验一样，电压变化试验也仅仅是考核了称重传感器、称重仪表和位移模拟装置等模块组成的系统，考核在受到电压变化的情况。

2.1.5 抗扰度试验

按照传统的方法，将几个电子模块组成系统放置于相应实验室中所进行的抗扰度试验。皮带秤使用现场电磁干扰情况是非常复杂的，不但“射频电磁场辐射”的磁场场强可能大于10V/m，而且还可能有“工频磁场”等的干扰。

实际上，以上五项试验项目都是新产品设计制造后进行型式评价试验的内容，在平常生产和使用过程中是不需要的，除非所制造电子皮带秤选用的模块有所改变。但是这些进行模拟试验的项目，因为脱离现场皮带输送机影响因素，许多情况下是不能反映出皮带秤的真实使用情况。

2.2 建议删除的项目

如上所述，偏载试验、累计显示器的鉴别力、累计显示器零点的鉴别力、零点的短期稳定性、零点的长期稳定性五项试验都是在没有皮带输送机的状态下进行的试验，所有皮带可能对性能影响的情况都没有考虑到，所以进行这些试验是一种摆设，许多制造企业在电子皮带秤出厂前基本不进行这些试验。

2.3 需要保留的项目

模拟重复性试验是对每台皮带秤出厂前所进行的一次静态性能测试，此项试验主要针对称重传感器、称重仪表、位移模拟装置与承载器组合后的一次联合性能测试，这个项目应该是制造商出厂前的测试，应该保留。

2.4 建议加强的项目

在20世纪90年代，原电力部计量办委托电力部热工院组织需要进入电力系统生产企业的电子皮带秤进行性能试验。其主要是关注零点稳定性，要求所有参加试验的电子皮带秤，在试验场地安装好后，马上进行8个小时的零点试验，凡是不能通过8小时零点稳定性试验的电子皮带秤都会被淘汰出局。也就是通过这次试验，我们发现电子皮带秤的零点稳定性试验必须结合皮带输送机系统进行才能体现出来。

当脱离皮带输送机的情况下，在静态放置的承载器上加加载荷，让位移模拟装置单独发出脉冲

数，在没有任何机械运动的状态下而对电子皮带秤进行零点稳定性试验是没有任何意义的，因为影响皮带秤称量性能的主要因素包括皮带输送机的运行状态。就如同一台静态电子台秤，在其承载器上加加载荷，当没有外力作用时，除了会因为蠕变和外界干扰等因素影响，示值也会产生改变。

综合以上的分析，建议将电子皮带秤的零点短期稳定性试验和零点长期稳定性试验合并，并将零点稳定性试验转移到使用现场，与整个皮带输送机系统一起进行。至于试验方法和试验所采用的时间，由于带式输送机设计手册根据物料输送情况规定的，没有考虑安装了皮带秤使用情况，虽然后经皮带秤的安装需求进行了改装，情况依然千差万别，很难拿出一个标准的数据，请有兴趣的专家和机构进行研究和试验。

3 结语

从R50《连续累计自动衡器》国际建议规定的模拟试验项目，基本上是将电子皮带秤各个部件连接在一起的电路测试，没有与其动态称量性能有什么关系，与其这样，还不如进行挂码模拟试验。虽然挂码模拟试验与现场设备有较大差别，起码能够得此台电子皮带秤的静态称量性能。

模拟试验应该还包括“模拟载荷试验”，主要有：挂码法、链码法、循环链码法等。模拟载荷试验是为了减少实物试验的次数，在实物试验之后的短时间内，使用模拟载荷装置模拟物料通过皮带秤的效果所完成的一个完整的试验，以便对模拟载荷试验的重复性做出评价。

参考文献

- [1] OIML R50《连续累计自动衡器（皮带秤）》（2014E）[S].
- [2] 周德胜. 电子皮带秤使用误差的原因分析与对策. 首届全国称重技术研讨会论文集[C].
- [3] 袁延强. 皮带秤误差理论与耐久性讨论. 第十一届称重技术研讨会论文集[C].

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。