

皮带秤的叠加法试验

(昆明有色冶金设计研究院, 650051) 方原柏

【摘要】电子皮带秤需要定期进行检定和试验,才能确保其称重准确度。试验分模拟试验和物料试验。物料试验费时费事,还有相当一部分皮带秤的使用现场又不具备进行物料试验的条件,而模拟试验虽然简单一点,但往往不能直接确定皮带秤的准确度。国内几个厂家最新研制的皮带秤的叠加法试验能够不用物料试验或者只用很少量的物料进行试验,实现对皮带秤的校准。

【关键词】皮带秤 物料试验 模拟试验 叠加法试验

Superposition Method Test of the Belt Weigher

Fang Yuan-bai

Abstract: The electronic belt weigher require periodic calibration and test, to ensure that the weighing accuracy. The test divide into simulation test and material test. Simulation test include electronic signal test, weight test, weight car test, chain test, cycling chain weight test. Material test is time-consuming and money-consuming, as well as the use of a considerable portion site of the belt weigher do not have the conditions for the material test. Simulation test is simpler, but often can not directly determine the accuracy of the belt weigher. In order to achieve the calibration of belt weigher, several domestic manufacturers of belt weigher newly developed superposition tests that can not material test, or only a small amount of material.

Key words: Belt weigher Material test Simulation test Superposition test

1. 概述

电子皮带秤需要定期进行检定和试验,才能确保其称重准确度。

检定分首次检定、后续检定和使用中检验,试验分模拟试验和物料试验。模拟试验是在皮带秤使用现场,采用模拟载荷装置模拟物料通过皮带秤(具有皮带输送机)的一种试验;物料试验是采用皮带秤预期称量的物料,在皮带秤使用现场或典型的试验场所对完整的皮带秤进行的一种试验。

模拟试验通常分为电信号试验、挂码试验、小车码试验、链码试验、循环链码试验等方式,模拟试验相对物料试验容易实施,且对确定皮带秤的重复性和稳定性很有帮助,但通常不能直接确定皮带秤的准确度。

物料试验是采用皮带秤预期称量的物料,在皮带秤的使用现场或典型的试验场所对完整的皮带秤进行的一种试验。它是对实际通过电子皮带秤的物料进行称重的一种试验方法。由于试验用的物料与实际输送的物料是同一种,物料的性质及其流量大小、均匀程度、在皮带上分布情况都与实际输送时完全一致,所以到目前为止,物料试验是对皮带秤进行试验唯一可靠和权威的方法。由于物料试验的最小累计载荷有严格规定,对于中大流量规格皮带秤来说,每次物料试验的最小累计载荷通常是数十吨甚至数百吨,需要耗费大量的人力物力才能完成一次试验。还有一部分生产现场根本不具备物料试验的条件,所以相当一部分皮带秤的使用现场不能按要

求进行物料试验。

面对皮带秤的使用现场的上述窘态，很多人在思考一个问题：有没有一种办法能够不用物料试验或者只用很少量的物料进行试验，实现对皮带秤的校准，使皮带秤能达到使用要求的准确度？

2. 叠加法的原理

台秤、地秤示值检定时，在标准砝码重量不足（但标准砝码的总重量不少于被检秤的最大秤量的 20%）的情况下，示值检定通常可采用“重量替代”的方法来进行。这种方法是先将已有的标准砝码，放置于无荷重时已调整平衡的被检定秤的台板上，使被检定秤的读数与标准砝码的重量相符；从台板上取下标准砝码，而向台板上放置替代标准砝码用的比较密实重物（如铁锭、钢轨或其他金属物等），直到被检定秤的读数与标准砝码的重量再次相符；再将标准砝码放置在台板上，读取被检定秤的示值；再次取下标准砝码，仍代之以金属重物。如此依次加荷，依次替代，逐点检定，直到被检定秤的最大秤量为止。在这种情况下，如果被检定点的示值在规定的允许误差范围之内，则认为被检定台秤、地秤的示值是正确的^[1]。

这里提到的“重量替代”法可以看成是用重物替代标准砝码后再与标准砝码“叠加”试验一个新的量程点，而对皮带秤来说，没有属于静态秤的台秤、地秤那样好的条件，只能借用“叠加”这一思路，解决皮带秤在试验方面存在的难题。

本来皮带秤的各种模拟试验方法的推出就是为了找出替代物料试验的简易办法，但是由于各种模拟试验方法均不能完全模拟实际物料输送时的状况，所以不能完全达到替代物料试验的目的。

仔细分析实际物料的称重过程，它具有以下 6 个特点：

- （1）物料对秤架施加了实际荷重；
- （2）物料加在皮带上方，物料的重力通过皮带作用在秤架上；
- （3）不仅称量段有物料，邻近称量段的区域也有物料；
- （4）物料在皮带上是连续的；
- （5）物料是随皮带同步移动的；
- （6）物料是施加在整条皮带的承载段上。

各种模拟试验方法中，电信号试验不具备 6 个特点中的任何一个，挂码试验、小车码试验仅具备前面一两个特点，滚链试验具备了前面 3 个特点，而模拟程度最高的循环链码试验虽然具备了前面的 5 个特点，但仍然不具备“物料是施加在整条皮带的承载段上”这一比较重要的特点。

一些具有创新思维的革新者对此有了认识后，提出了在“物料是施加在整条皮带的承载段上”的前提下的“叠加”试验方法，也只有这样才能使模拟试验全面具备实际物料称重过程的 6 个特点。但由于皮带秤是动态秤，静态秤“替代”的试验方法在动态秤中只能通过提供一个“参照系”的方法实现，这个“参照系”就是为动态物料称量提供双秤架，以便在试验时，一台秤作为参照物，而另一台秤“叠加”砝码或经称重后的物料。

从目前的试验和现场应用来看，有两种采用“叠加”的试验方法取得了较好的效果，即安徽铜陵三爱思电子公司、江苏徐州赛摩电气股份有限公司分别开发的物料棒码叠加法、标准物料与正常输送物料叠加法。本文将首先简单介绍这两种“叠加”试验方法的应用过程和实际效果，然后对其特点及应用前景进行探讨。

3. 物料棒码叠加法

安徽铜陵三爱思电子公司经过多年试验推出“物料棒码叠加法”(见图1)的工作原理是这样的:首先进行调零,然后将2台承载器的误差值调整在要求的范围内(如误差值小于0.1%);在进行“物料棒码叠加法”试验时,正常输送物料,并在其中1台承载器(例如承载器2)上人工或远程自动加挂棒状砝码;此时2台承载器的累计器同步累计并获得皮带运行整数圈时累计量的差值 ΔP ;按加挂砝码公式根据差值 ΔP 计算出调整系数 K ,该系数为承载器2的调整系数(由于2台承载器此时的误差相同,因此该系数也等于承载器1的调整系数),试验过程结束。

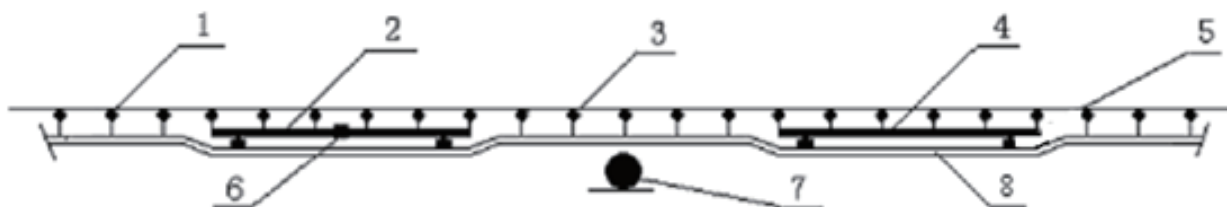


图1 物料棒码叠加法原理图

- 1- 承载器1前的托辊; 2- 承载器1; 3- 承载器间过渡托辊; 4- 承载器2;
5- 承载器2后的托辊; 6- 砝码远程加载系统; 7- 测速滚筒; 8- 皮带输送机纵梁

当现场的皮带输送机满足铜陵三爱思公司的最低要求(包括长度范围为50~100m、平皮带、带皮带自动张紧装置、一个卸料点等条件)及认真完成准直性校准、尺寸校准时,现场运行数据表明:以该调整系数为依据,可以在现场随后进行的物料试验中使皮带秤达到0.2%的准确度,从而初步证实物料棒码叠加法可以在生产现场取代物料试验。如在二汽东风电厂,该厂皮带秤配有物料试验装置,但安装铜陵三爱思公司的“物料棒码叠加法”皮带秤系统时,厂方表态物料试验装置不是给三爱思公司校秤用的,只是按三爱思公司的方法校好秤后,再用他来检验三爱思公司的方法行不行。现场试验结果:按三爱思公司方法校好秤后的物料试验准确度为0.2%。

物料棒码叠加法受到用户的普遍关注,因为它不需要单独的物料试验,可以在正常物料输送时完成皮带秤的试验工作。

浙江浙能温州发电有限公司、浙江省计量科学研究院、上海蓝箭称重技术有限公司对电子皮带秤在线远程自动校验与诊断系统进行研究,采用了双秤架及砝码叠加校验法,以便为智能化煤场建设提供经验,试验结论是燃料计量准确度稳定在0.7%范围内。

4. 标准物料与正常输送物料叠加法

江苏徐州赛摩电气股份有限公司采用标准物料与正常输送物料叠加法对皮带秤实施在线自校准,所谓“标准物料”,实际也是被输送物料,只不过是从被输送物料中取出的部分物料经过称重后获知其重量值,在自校准时加入到正常输送物料之中。其系统构成如图2所示,即由主计量皮带承载器1、多组缓冲托辊2、称重料斗3、辅助校准皮带承载器4、测速传感器8、电子称重仪表7、物料采样装置6及物料输送装置5组成(见图2),物料输送方向为从左到右。

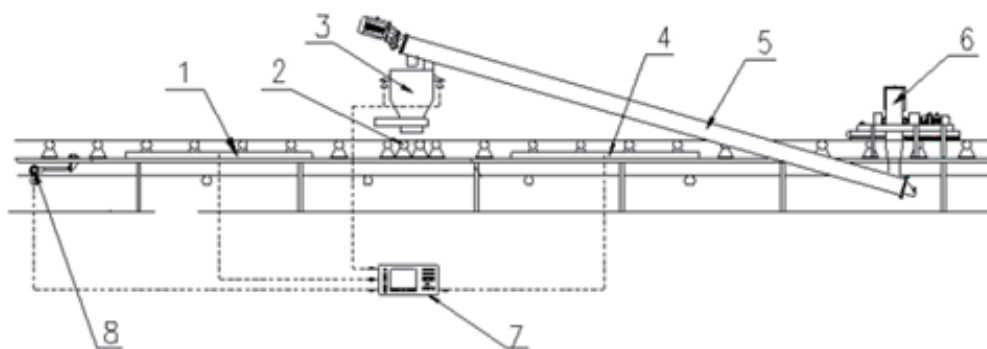


图2 标准物料与正常输送物料叠加法

- 1- 主计量皮带承载器；2- 多组缓冲托辊；3- 称重料斗；
4- 辅助校准皮带承载器；5- 物料输送装置；6- 物料采样装置；
7- 电子称重仪表；8- 测速传感器

这样一套装置能够在正常输送物料的工作状况下实时检测皮带秤计量称重数据，实现在线自校准的功能，图3是在江苏南京西坝煤码头使用的这样一套装置。



图3 西坝煤码头在线自校准装置

- 1- 物料采样装置；2- 辅助校准皮带承载器安装位置；3- 物料输送装置；
4- 称重料斗；5- 主计量皮带承载器安装位置

在线自校准过程是在装有两台皮带秤的系统里，在物料正常输送过程中，以连续称量的方式，采用标准物料叠加到正常输送过程的物料之上，确定并累计散状物料质量，它是具有实时在线自校准功能的计量器具。

具体校准过程是这样完成的：

两台皮带秤安装并准直性校准后，在输送物料过程中将主计量皮带秤和辅助校准皮带秤进行比对校准，仅要求两台秤所显示的物料累积量相等即可，并不要求与实际输送物料量相符（这一点与铜陵三爱思电子公司的做法一致相同）；

在正常输送物料的情况下，启动物料采样装置采集部分物料，再通过物料输送装置进入称重料斗并称重；

开始在线自校准，将称重料斗称量后的物料从两秤之间落入料流，直至称重料斗放空，由于辅助校准皮带秤比主计量皮带秤多承受称重料斗称量后的物料，所以两台皮带秤得到两组称量值；

两组称量值的差值应该反映的是与称重料斗称量后的物料重量值相关的部分，如果不一致，则采用物料试验的修正公式修改主计量皮带秤的满值系数，由于两台秤事先已比对校准，所以辅助校准皮带秤也按同样的满值系数进行修正。

在南京西坝煤码头在线自校准装置的皮带秤最大输送能力为 3500t/h，皮带速度为 3.5m/s，皮带带宽为 1600mm，输送皮带周长为 2800m，托辊间距为 1200mm，主计量皮带秤和辅助校准皮带秤分别采用 4 组、3 组称量托辊的全悬浮式承载器，称重料斗量程为 5000kg，分度值为 1kg。系统要求的准确度为 0.5 级。经过上述步骤的校准后，用户还是担心皮带秤是否真的校准了，所以他们进行了 9 次 5 个不同量程点的实煤试验，每次试验煤量为 600t~1100t，从皮带输送机上卸下的煤送到不同的堆场，并立即用大型载货汽车将煤运到 100t 汽车衡进行称量，试验结果：最大误差 0.5%，平均误差约 0.38%。据西坝码头负责人介绍，近期内某客户一艘船海运单上标出的是 12400 t 煤，经皮带秤计量为 12100t 煤，告知客户后，客户已将差值 300 t 煤返回码头，这样的事例以往是不可能的。

5. “叠加法”的特点及应用前景

综上所述，传统的模拟试验方法之所以试验结果与物料试验相差较大，主要原因是模拟试验方法不能完全模拟实际物料的称重过程的 6 个特点。而“叠加法”的特点则是在实际物料输送过程中进行叠加试验，因为叠加的棒码或物料相对于实际输送过程中的物料流量来说所占比例较小，实际物料称重过程的基本状态没有改变或改变很小，因此在这种条件下叠加进行的模拟试验（棒码试验）或物料试验，就有可能与真正的物料试验结果相差无几，也就有可能取代真正的物料试验。

“叠加法”试验是在输送物料的前提下进行试验，因此对一些不允许中断物料输送过程的现场来说，“叠加法”试验是可提供的唯一可行试验方法。而且这样的试验简单易行，还可随时进行，不受太多的限制。而较短的试验周期，对提高皮带秤的使用准确度也是有好处的。

相对于试验准确度较高的传统的模拟试验方法（如链码试验、循环链码试验）和物料试验方法所需要的设施和大量投资，“叠加法”试验要简单一些，如物料棒码叠加法只多一台承载器，标准物料与正常输送物料叠加法多一台承载器、物料取样系统和很小容量的料斗秤。

“叠加法”试验必须采用双承载器，我们都知道，双承载器的另一个优点是可以在线自诊断，因此，研制物料棒码叠加法、标准物料与正常输送物料叠加法的厂家在设计时就考虑了与双承载器配用的双通道或三通道电子称重仪表，自诊断是其功能之一。徐州赛摩电气股份有限公司的三通道电子称重仪表（该公司称为“三计”技术）不仅可以接入 2 个通道的皮带秤信号，还可以接入料斗秤的信号，当诊断出某一承载器出现故障时，如果该承载器的信号参与最终计量，则可以自动剔除，而将无故障的承载器的信号作为计量信号，确保物料计量继续进行。

但由于目前的“叠加法”试验的时间不长，应用面有限，因此还需要有更多的理论分析、更多的试验数据、更多的实际应用现场来证实“叠加法”试验可以取代物料试验。

【参考资料】

- [1] 张士相. 案秤台秤地秤. 北京: 中国计量出版社 [M], 1982 年. P254-255.
- [2] 杨明花, 余松青, 陈慧云等. 电子皮带秤在线远程自动校验与诊断系统的研究 [C]. 2016 年中国发电自动化技术论坛论文集. 北京: 中国自动化学会发电自动化专业委员会, . 2016: 33-38.

方原柏, 1942 年生, 男, 湖北黄冈人, 昆明有色冶金设计研究院电气自动化分院教授级高级工程师, 昆明仪器仪表学会理事长, 中国衡器协会技术专家委员会顾问, 衡器、冶金自动化、仪表世界、仪器仪表与自动化等杂志编委, 主要从事仪器仪表、控制系统的应用研究, 曾出版“电子皮带秤的原理及应用”(1994 年, 冶金工业出版社)、“电子皮带秤”(2007 年, 冶金工业出版社)“工业无线通信技术及应用”(2015 年化学工业出版社)、“有色金属生产过程自动化”(2015 年, 人民邮电出版社)四本专著, 发表论文 310 篇。

电话: 0871-3163755-430 13078787502

地址: 650051, 昆明白塔路 208# 昆明有色冶金设计研究院

E-mail: Fangyb42@sina.com