

国产电子皮带秤校准技术的发展

昆明有色冶金设计研究院 方原柏

【摘要】 电子皮带秤的物料试验、模拟试验等校准技术是用户关心的问题，本文回顾了近十年来国内在这些方面新的进展。并着重对可能取代传统物料试验的几种创新的校验方法，如循环链码、物料棒码叠加法、标准物料与正常输送物料叠加法作了详细的介绍。

【关键词】 电子皮带秤；校准技术；循环链码；物料棒码叠加法；标准物料与正常输送物料叠加法

一、概述

电子皮带秤作为一种动态连续计量仪表来说，其使用的精确度除了与产品质量、安装位置和安装质量有关外，还与周期性的检定和试验制度密切相关。检定和试验方式合理及检定和试验周期较短的制度，有利于提高电子皮带秤的使用的精确度。

在国家计量检定规程 JJG195-2002 中，除了物料试验外，作为运行检验装置可以采用砝码、挂码、标准电信号模拟单位长度恒定载荷的效果，可以采用模拟载荷装置（循环链码、链码、小车码）模拟物料通过皮带秤的效果。

标准电信号、挂码、链码等模拟校准装置是国外厂家常用的，而小车码模拟校准装置是国内皮带秤用户在上世纪八十年代研发的，但应用范围很窄，现在几乎没有再应用的了，而循环链码在写入国家计量检定规程 JJG195-2002 后，北京春海技术开发公司的产品已大量应用在火电行业。

除此之外，铜陵市三爱思电子公司、赛摩电气股份有限公司又开发了物料棒码叠加法、标准物料与正常输送物料叠加法，使国产皮带秤校准技术的发展达到了国际先进水平。

物料试验设施也得到一部分用户的重视，带校验料斗秤的物料标定装置和一些简易的校验设施装备在一些生产现场，完善了物料试验的条件。

由于国内应用电子皮带秤的数量极大，对其校准技术的要求越来越高，因此近年来国产电子皮带秤的校准技术有了很大的发展，其中一部分属于创新性技术。

二、挂码

挂码试验是将一定重量的砝码挂在承载器上的某个部位进行试验的方法，这些部位可以是：试验刀刃、试验吊杆、试验棒安装孔等等。当皮带输送机处于静止状态进行的挂码试验称为静态挂码，在启动皮带输送机情况下进行的挂码试验称为动态挂码，动态挂码的优点是试验结果反映了皮带输送

机运行状态下的部分干扰。挂码试验简单易行，且容易实现砝码加载、卸载的遥控操作或自动操作。挂码试验结果往往与物料试验结果相差较大，即准确性稍差，特别是对安装准直性较差、托辊间距不精确、承载器稳定性较差的单托辊秤或单杠杆秤。但通过与物料试验对照，找出修正系数，其重复性又往往较好，这样也能得到较高的试验精确度。作为一种辅助试验手段，这种方法目前应用较多。

南京三埃工控股份有限公司四年前开始研制，阵列式皮带秤，该秤是将多个称重单元串联安装在皮带输送机上，组成一个阵列，每个称重单元由一只称重传感器支承两组称重托辊，通常采用 8 个称重单元，这样一套阵列式皮带秤就有 16 组称重托辊。在南京三埃工控股份有限公司 QPS 皮带秤试验中心对阵列式皮带秤进行了挂码与物料试验的比对试验，试验在 6° 倾斜皮带与水平皮带输送机上进行，物料试验的流量控制在 10%、50%、100% 额定流量，挂码采用三个量程点，通过试验找出影响挂码标定准确度的因素，研究减少这些影响因素的解决方法，分析挂码标定与实物标定间系统误差。试验的初步结论如下：

1、如果能做到精确测量皮带秤有效称量段长度，那么在绝大多数场合阵列式皮带秤可采用挂码方式对皮带秤进行标定，而无需进行实物标定比对；

2、挂码与实物间系统误差为 0.2% - 0.3% 之间，并且是挂码值小于实物值。

以往国内也曾进行过多托辊式承载器挂码与物料试验的比对试验，往往也能达到较好的效果，因此南京三埃工控股份有限公司的上述试验更增强了采用动态挂码试验局部代替物料试验的信心。

三、链码

滚链是由许多质量相等的滚轮通过间距很近的链板连接成的一整条链子，试验时，把滚链安放在皮带的上方，两端通过固定绳固定在立柱上，当皮带输送机启动后，滚轮即在皮带上原地转动，以模拟物料随皮带的运动。

南京金杰出科技公司生产的可加挂砝码型滚链，在 2 个滚轮的中间可以加挂标准砝码。进行滚链试验时，可通过增减砝码在皮带秤量程范围内的多点进行试验。

浙江乐清新亚机电公司、江苏申大衡器公司等厂家生产链码卷扬装置，可根据链码卷扬装置是否固定为单台皮带秤使用，分为固定式、可移动式链码卷扬装置。固定式链码卷扬装置根据驱动单条链码还是两条链码又可分单卷式卷扬机和双卷式卷扬机。

单卷式卷扬机只使用一条链码来试验，双卷式卷扬机是在同一条皮带输送机上使用了 2 套卷扬装置，并可单独或同时驱动 2 条链码，如果 2 条链码单位长度的重量值不同的话，其组合可模拟量程内的 3 点试验。

可移动式链码卷扬装置由轨道、小车、机架、卷盘、链码、电机及减速机等组成。该装置可供几台平行放置的输送带共同使用。

余姚市通用仪表有限公司 TYLM 自动化标准链码装置采用在皮带秤上方的位置上设储存槽体和变速驱动器的方式，自动收放存储链码，减少链码搬运和拆卸，减轻劳动强度，提高现场标定的工作效率，运行安全可靠。

四、循环链码

循环链码是由若干个标准质量块首尾相接组成的闭合链，随输送机皮带移动，将重力连续、循环地作用于皮带秤上。

2003年5月实施的JJG195-2002皮带秤国家计量检定规程中新增加的内容之一是：“使用中检验应使用实际使用物料进行，对于难以经常使用物料进行使用中检验的皮带秤，使用中检验可以使用模拟载荷装置替代实际物料进行使用中检验”。其条件是模拟载荷装置的试验结果必须是“按模拟载荷试验的要求经物料试验修正后的试验结果”。并明确规定：“通常可用循环链码等重复性达到0.1%的模拟载荷装置对0.5级皮带秤、1级皮带秤和2级皮带秤进行使用中检验；使用其他模拟载荷装置对1级皮带秤和2级皮带秤进行使用中检验。”

这种试验装置于上世纪八十年代初期开始在中国一些工厂使用，湖北大冶有色金属公司研制了我国第一台循环链码，用于解决皮带秤试验难以进行的问题，同期黄石电厂采用3段不同重量的链块组成的一条循环链码，用于解决皮带秤量程内多点试验的问题。上世纪九十年代中期北京市春海技术开发有限责任公司开始研制DCX型循环链码时，为了对其性能进行考核，确定其准确度及稳定性，1999年11月由原电力部热工计量测试中心在安徽省铜陵皮带秤质量检测中心进行循环链码与物料试验的比对。2000年2月至10月又在江苏常熟电厂、河南姚孟电厂进行了比对试验，同年12月以中国计量科学研究院为首的全国质量计量技术委员会电子皮带秤试验方法比对试验小组又在江苏常熟电厂进行皮带秤与循环链码的比对试验。试验小组的基本结论是：皮带秤物料试验装置的“最大误差”小于循环链码；循环链码的“相对误差最大差值”和“相对误差的实验标准差”又优于皮带秤物料试验装置。

2003年，北京春海技术开发有限责任公司又成功开发了一种多点校验循环链码。其主要结构由多组循环链码圈、计数辊及与多组循环链码圈对应的提升机构、分离机构、驱动机构、提升轨道等组成。该装置可以在多个量程点（如40%、80%）上对电子皮带秤进行校验。

多年来，虽然国内应用循环链码的总数达数百条，但仅局限于火电厂。最近几年，北京春海技术开发有限责任公司的循环链码又在首钢京唐、重钢等火电厂以外企业应用，这也可看成是一个新的突破。

五、物料棒码叠加法

铜陵市三爱思电子有限公司经过多年试验推出“物料棒码叠加法”（见图1）校验方法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。

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

完成皮带秤的校验工作。

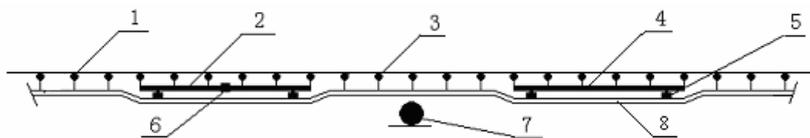


图1 物料棒码叠加法原理图

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

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0.25%的精度，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。但安装铜陵市三爱思电子有限公司的“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铜陵市三爱思电子有限公司校秤用的，只是按铜陵市三爱思电子有限公司的方法校好秤后，再用他来检验铜陵市三爱思电子有限公司的方法行不行。现场试验结果是按铜陵市三爱思电子有限公司的方法校好秤后的物料试验准确度为0.2%。

六、标准物料与正常输送物料叠加法

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，在自校准时将其加入到正常输送物料中。其系统构成如图2所示，即由主计量皮带承载器、多组缓冲托辊、称重料斗、辅助校准皮带承载器、测速传感器、电子称重仪表、物料采样装置及物料输送装置组成，物料输送方向为从左到右。

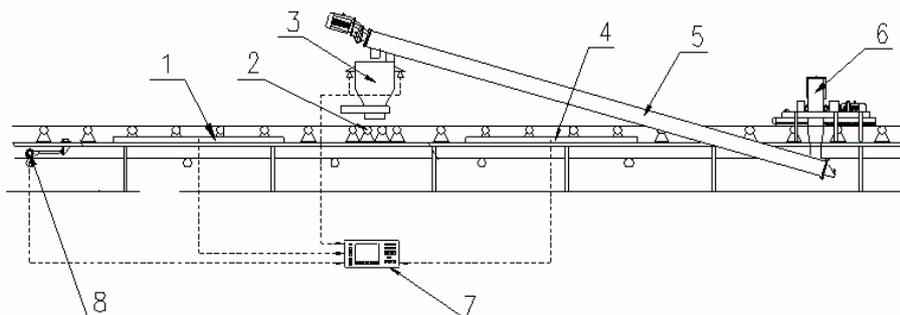


图2 标准物料与正常输送物料叠加法

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所示在江苏南京西坝煤码头使用在线自校准装置。



图3 西坝煤码头在线自校准装置

- 1-物料采样装置；2-主计量皮带承载器安装位置；3-物料输送装置；
4-称重料斗；5-辅助校准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，且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上，确定并累计散状物料质量并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：

(1) 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；

(2) 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通过物料输送装置进入称重料斗并称重；

(3) 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；

(4) 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方式修改辅助校准皮带秤的满值系数，由于两台秤事先已比对校准，所以主计量皮带秤也按同样的满值系数进行修正。

至此就完成在线自校准，解决了多年来皮带秤不容易在线实物校准的难题。

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校验，每次校验煤量为 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%。

七、物料试验

物料试验仍是最权威的检定和试验方法，由于试验过程物料的称重要耗费大量的人力物力，因此对皮带秤精确度要求高的行业，如电厂、部分冶金化工厂采用了带校验料斗秤的物料标定装置。作为商品提供的物料试验装置是一个高精度度的电子料斗秤，可以安装在皮带输送机物料输送的流程中间，以作为物料称重用的控制衡器。为了保证电子料斗秤的使用精确度，配有一套四等标准砝码，标准砝码的加载、卸载均由电动机构完成，通过量值的传递，保证系统的检测准确度。这样的系统在火电厂及部分冶炼厂、化工厂等资金雄厚的企业或部分新建企业可以这样做，但这样一套物料试验装置投资仅设备本身就高达数十万元，再加上因配置需要厂房高度增加等所耗费的资金就更多了，其投资不是一般企业所能承受的。而且随着企业规模的扩大、皮带秤量程日趋加大，采用物料试验装置就越来越不现实了，大多数企业不可能采用这样的物料试验装置。

利用企业现有的称重设备来完成皮带秤检定和试验时的物料称重任务，需要设计方便物料试验的一些设施，如卸料犁、卸料管、检定门等。笔者在云南某铜冶炼厂参观时拍到这样两张照片（见图 4、图 5），分别是皮带秤后面安装的卸料犁、下料溜槽和卸料管。有了这样的设施，只要将翻斗车开到卸料管的下方，则通过皮带秤称量过的物料经过卸料犁、下料溜槽和卸料管，就可以直接卸到翻斗车中再送去称重，这样皮带秤要进行物料试验就方便快捷得多。选用皮带秤的设计人员和维护皮带秤的现场技术人员有这样的理念是很可喜的，也希望能有更多的使用皮带秤的现场能装有这类花钱不多、简单适用的设施，为使用中的皮带秤提供物料试验的方便条件。



图 4 皮带秤后面安装的卸料犁

1-卸料犁；2-下料溜槽



图 5 卸料犁下方安装的卸料管

1-皮带秤安装位置；2-卸料管

在一部分现场，企业没有称重设备可以利用，此时试验物料又怎样完成称重呢？

在重庆大唐测控技术有限公司的矿产品监控计量的实施方案中，由于皮带秤计量点数多（针对一个县接近 100 点）计量点分散（相互间距离为几公里到数十公里），计量吨位不大（皮带秤的量

程仅每小时几吨到三四十吨)所以该公司推出移动式计量车的方式解决试验物料称重的难题。图6中移动式计量车是由一辆小型货车改装而成,在车厢上安装了一台电子料斗秤,当某台皮带秤需要进行物料试验时,可以将移动式计量车直接开到现场接料并进行称重,这种移动式计量车也可作为检衡车提供给用户。

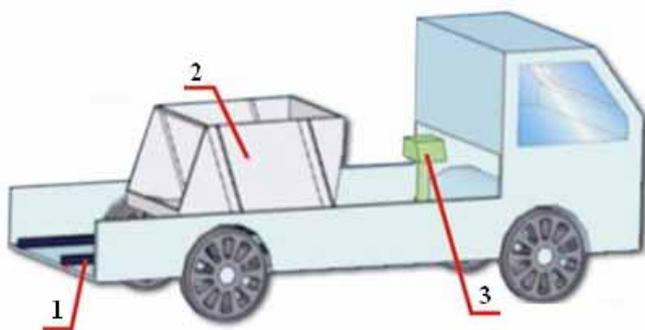


图6 移动式计量车

1-平台称重装置;2-称量料斗;3-仪表箱

参考资料

1. Portable weighbridge hire service. CST 公司网站资料。
2. 方原柏. 高精度计量皮带秤和贸易结算皮带秤[J]. 工业计量, 2009, 5。
3. 方原柏. 生产现场皮带秤的检定和试验[J]. 工业计量, 2007, 6。

作者简介

方原柏, 1942年生, 男, 汉族, 湖北黄冈人, 教授级高级工程师, 主要从事衡器的实际应用研究, 特别关注电子皮带秤的设计选型及应用。由冶金工业出版社出版了“电子皮带秤的原理及应用”(1994年)、“电子皮带秤”(2007年)两本专著。

电话: 0871-3163755-430 13078787502

地址: 昆明白塔路 208#昆明有色冶金设计研究院, 650051

E-mail: Fangyb42@sina.com