

浅谈累计料斗秤的分离与集成检定方法

□马以墨 王述诚 宋娜 刘平 张念猛

山东省计量科学研究院

【摘要】本文介绍了非连续累计自动衡器(累计料斗秤)的工作方式和物料检定方法,并对两种物料检定方法进行了比较,提出了检定注意事项,为非连续累计自动衡器的检定工作提供参考。

【关键词】非连续累计自动衡器;累计料斗秤;分离检定法;集成检定法;控制衡器;砝码

文献标识码:A 文章编号:1003-1870(2026)03-0025-04

Discussion on the Separation and Integration Verification Methods for Hopper Scales

【Abstract】This paper introduces the operating mode of and material verification methods for automatic discontinuous totalizing weighing instruments (hopper scales), compares the two material verification methods, and proposes key considerations for verification, providing a reference for the verification of automatic discontinuous totalizing weighing instruments.

【Keywords】automatic discontinuous totalizing weighing instrument; hopper scale; separation verification method; integration verification method; control weighing instrument; weight

引言

累计料斗秤是非连续累计自动衡器应用中最广泛的一种形式,被广泛用于港口、粮油、新能源、化工、冶金等行业。这些行业的散装物料的输送、存储工作中,常常需要在连续料流的情况下测量出物料的重量。这一重量值在企业内部可用来统计库存,实时了解原料消耗情况,实现精益生产管理,在企业外部,可作为贸易结算的依据。非连续累计自动衡器在分离散装物料时相对于称重料斗没有相对运动,这一过程是静态称重,所以其在拥有较高称量精度的同时,也拥有快速高效的称量速率。

1 工作原理及工作流程

累计料斗秤是将一批散料分成若干份质量不等的单独载荷,按照称量程序,依次称量每份载荷的质量,并将这些载荷质量累加求得该批物料总质量的一种衡器。其主要由称重仪表、称重传感器、

上料斗、称量斗、卸料斗以及配套标准砝码组成。物料流入称量斗后,称重传感器的感知到重力的变化,传感器弹性体产生形变后,传感器产生的信号会输入到称重仪表,经内部处理后显示被称物料的重量。累计料斗秤的自动化程序收集这些数据后,会根据称重信号控制上料斗、称量斗以及卸料斗的闸门开、关动作,完成物料的称重累计工作。累计料斗秤工作流程如图1所示。

累计料斗秤的工作流程一般如下:

- (1)判断:当称量斗为空秤时,关闭放料门,记录空秤重量。
- (2)进料:物料由上储料斗经进料门进入称量斗。
- (3)满秤记录:当达到所需的单秤重量时,进料门关闭,记录满秤重量。
- (4)放料:计量完毕后,称量斗放料门打开,

将物料排入卸料斗。

(5) 空秤记录及重量累计：当称量斗放料完毕时放料门关闭，记录空秤重量，计算本次出料量，

并自动累计，进入下一称量循环。

(6) 当累加值达到所需的总设定重量时，整个称量过程自动停止。

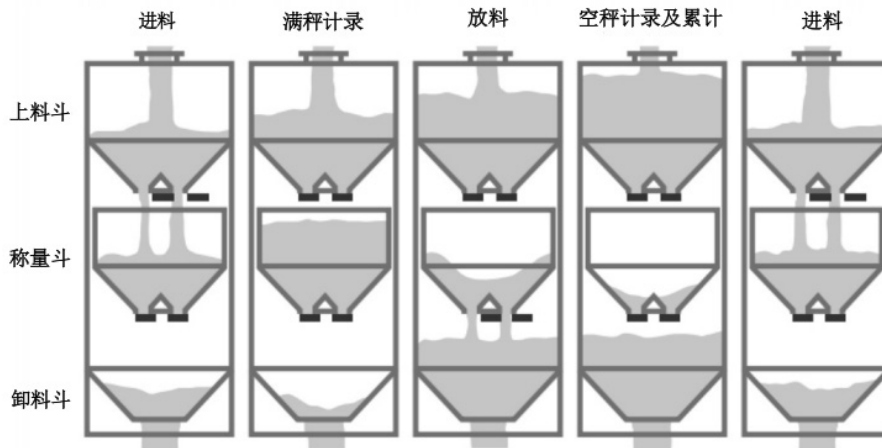


图1 累计料斗秤工作流程

2 非连续累计自动衡器物料检定方法

非连续累计自动衡器的检定需按照JJG 648《非连续累计自动衡器（累计料斗秤）》的要求进行周期检定，目前大部分非连续累计自动衡器一年一检，物料试验使用分离检定法或集成检定法。

2.1 分离检定法

分离检定法是使用被检累计料斗秤之外已检定过的控制衡器(分离式控制衡器)确定累计料斗秤称量前后的检定载荷质量的约定真值。其原理是用控制衡器(例如静态汽车衡)对物料进行称量得到的数据，然后将物料输入累计料斗秤，称量后得到的数据进行对比，来计算误差。这个过程也可以反过来，将物料输入累计料斗秤称量后，再将物料接出并运至控制衡器称量做数据对比。这种方法应有专用的控制衡器以保证物料试验的有效性和可操作性，所以分离式控制衡器还应满足以下要求：若控制衡器是在物料检定前立即检定，则控制衡器的最大允许误差不超过表1首次检定的最大允许误差的1/3；若控制衡器是在其他时间检定，则控制衡器的最大允许误差不超过表1首次检定的最大允许误差的1/5。为了证实控制衡器的性能是否已改变，可在称量结束后立即对控制衡器进行复检。在进行复检时，误差和不确定度应按照相应控制衡器的规定。

表1 自动称量的最大允许误差

准确度等级	最大允许误差（以累计载荷质量的百分数表示）	
	首次检定和后续检定	使用中（检查）
0.2级	±0.10%	±0.2%
0.5级	±0.25%	±0.5%
1级	±0.50%	±1.0%
2级	±1.00%	±2.0%

值得注意的是，高准确度等级累计料斗秤精度较高，对控制衡器的要求更加严酷。控制衡器一般在物料试验前现场检定，否则按其他时间检定控制衡器的误差要求很难符合规定。同时在累计料斗秤标志的最小称量和接近最小累计载荷(Σ_{\min})处必须增加称量周期数次数，增大其相对误差，才能使控制衡器满足误差要求。举例说明如下：被检衡器是一台0.2级最大称量28t，最小称量和最小累计载荷都是10t的电子散料秤。分离式控制衡器是一台最大称量为120t、最小称量为400kg、检定分度值为20kg的室内静态汽车衡，按JJG 539—2016《数字指示秤检定规程》的规定，其最大允许误差如表2所示。静态汽车衡在(40~120)t区间内的最大允许误差为30kg，按物料检定前立即检定控制衡器的规定，则首次检定的最大允许误差的不小于90kg，电子散料秤的累计值

不应小于90t。因此，在累计料斗秤标志的最小称量和最小累计载荷处进行物料试验时，称量周期应选取9个以上时才能使控制衡器满足误差要求。

表2 分离控制衡器的最大允许误差

载荷 m	最大允许误差
$0 \leq m \leq 10 \text{ t}$	$\pm 10 \text{ kg}$
$10 \text{ t} < m \leq 40 \text{ t}$	$\pm 20 \text{ kg}$
$40 \text{ t} < m \leq 120 \text{ t}$	$\pm 30 \text{ kg}$

2.2 集成检定法

集成检定法是用集成控制衡器进行动态检定的方法。此方法需按照静态称量检定方法检定集成式控制衡器，通过该装置自动运行中断后的静态称量方式确定检定载荷质量的约定真值。由于集成检定法是将控制衡器作为被检自动衡器整体中的一个组成部分，不需要转移物料至分离式控制衡器，所以只需要保证累计料斗秤的静态称量性能。在自动运行期间，为了试验的目的，应使用一个试验终止程序（该程序是自动称量程序运行至一部分自动中断自动称量操作），使用集成控制衡器静态称量物料试验载荷。

2.2.1 集成检定法的静态称量检定

集成检定法的静态称量检定实际上是将累计料斗秤自身当做集成式控制衡器，并对其进行静态称重检定。作为集成控制衡器使用时，该累计料斗秤应有合适的分度值，配备和使用的标准砝码都应满足JJG 99《砝码》的要求，其承载器放置的标准砝码数量应满足表2的要求。静态称量从零点开始，加载载荷至最大称量，并以同样的方法连续递减卸载至零点，至少要选择5个载荷点，包括最小称量、最

大称量以及常用称量点。在配备的砝码质量内的点位，可通过砝码实现，若标准砝码达不到累计料斗秤的最大称量，则需要物料替代加卸载进行检定。

表3 承载器放置标准砝码的最小量^[1]

最大称量 (Max)	标准砝码的最小量
$Max \leq 5 \text{ t}$	Max
$5 \text{ t} < Max \leq 25 \text{ t}$	5 t
$25 \text{ t} < Max \leq 50 \text{ t}$	20% Max
$50 \text{ t} < Max$	10 t

对于累计料斗秤配备的砝码，一般有两种，一是整体式的大质量砝码，二是可分拆的增坩式砝码，无论配备哪一种，其误差应不超过表3规定的相应载荷最大允许误差的1/3，同时用来确定控制衡器化整误差的附加砝码的误差，应不超过累计料斗秤最大允许误差的1/5。需要注意的是，每个称量段所需砝码等级并不一定相同，往往越大的称量点，使用的砝码最大允许误差越小。以一台粮食行业常用的最大称量28t，累计分度值10kg的电子散料秤为例，配备砝码误差要求见表4。根据JJG 99《砝码》要求，标称值为一吨的标准砝码在 M_{23} 等级和 M_2 等级的最大允许误差分别为300g和160g，对应表5可知该电子散料秤在5t以内的称量点， M_{23} 等级的砝码便可满足要求，但称量范围高于5t后，需要 M_2 等级的标准砝码才可以满足要求，故其应配备 M_2 及 M_2 以上等级的标准砝码。

表4 集成式控制衡器静态称量的最大允许误差

载荷 m	最大允许误差
$0 \leq m \leq 500 \text{ dt}$	$\pm 0.5 \text{ dt}$
$500 \text{ dt} < m \leq 2000 \text{ dt}$	$\pm 1.0 \text{ dt}$
$2000 \text{ dt} < m \leq 10000 \text{ dt}$	$\pm 1.5 \text{ dt}$

表5 电子散料秤（例）配备砝码误差要求

载荷 m	最大允许误差	最大允许误差的1/3	配备砝码误差要求最高时 m 取值	配备砝码每1t所允许的最大误差
$0 \leq m \leq 5 \text{ t}$	$\pm 5 \text{ kg}$	1.67 kg	5 t	333 g
$5 \text{ t} < m \leq 20 \text{ t}$	$\pm 10 \text{ kg}$	3.33 kg	20 t	167 g
$20 \text{ t} < m \leq 28 \text{ t}$	$\pm 15 \text{ kg}$	5 kg	28 t	179 g

累计料斗秤所处的环境因为散料的流转，往往有较多的粉尘，尤其是部分处于露天环境，所配备砝码容易遭到侵蚀，所以砝码的检定周期最好与累计料斗秤一致，在使用集成检定法进行静态称量检

定前进行砝码检定。

2.2.2 集成检定法的物料称量检定

物料试验应进行至少三次物料检定，即在累计料斗秤标志的最大称量、最小称量以及接近最小累

计载荷(Σ_{\min})处各进行一次检定,每次物料检定不能少于5个称量周期。我们要注意的,在保证检定物料量不能小于最小累计载荷(Σ_{\min})配料的前提下,只需接近这几个称量值即可,不需要和这些称量值完全一致,尤其是进行最大称量处的检定时,由于物料密度的不同,使用的物料密度较低时,有可能装满料斗也无法打到最大称量,过于接近最大称量有可能发生冒顶事故,导致运行故障。

当承载器不能放置用于验证和确定控制衡器指示装置或部分累计指示装置化整误差所使用的足够的标准砝码时,则累计料斗秤应采用分离检定法进行物料试验。集成控制衡器,使用一个作为自动称量程序一部分的试验停止程序,在每一个称量周期中根据试验运行期间的自动称量的中断的规定,自动中断自动称量操作2次,以用来称量和卸出细分试验载荷。

最后还需要注意,使用集成检定法时,设备的震动会对检定结果造成较大的影响,如除尘设备、粮食企业所使用的筛子等辅助设施在检定时都应关闭。最后计算误差时,控制衡器静态检定误差在物料检定时不要遗漏,应作为计算误差。

3 结语

非连续累计自动衡器被广泛应用于大宗散料计量中,其计量准确性对贸易双方具有重要意义。使用分离检定法,对累计料斗秤自身的静态称量检定

没有要求,但要配备人员、车辆以及静态汽车衡这样的控制衡器,保证分离式控制衡器的准确,同时避免在车辆装卸、皮带输送过程中发生漏料撒料。进行这些作业时,需要大量的人员协调进行,甚至还要停止一部分生产工作,耗费成本较高。使用集成检定法时,可以避免使用分离式控制衡器,但难点在于其静态称重检定前,对配备标准砝码的检测较为繁琐。由于现有的检定方法各有利弊,因此,在实际检定过程中,当准确性与检定效率无法兼顾时,应根据检定对象及检定目的选择合适的方法。

参考文献

- [1] JJG 648-2017《非连续累计自动衡器(累计料斗秤)检定规程》[S].
- [2] JJG 539-2016《数字指示秤检定规程》[S].
- [3] JJG 99-2022《砝码检定规程》[S].
- [4] 王述诚. 非连续累计自动衡器检定方法的选择及误差计算[J]. 计量与测试技术,2024,02:29-36.
- [5] 曹季,王均国,李朝阳. 自动衡器的分离检定法和集成检定法——衡器检定中非常规的方法之二[J]. 衡器,2006,05:29-31.

作者简介

马以墨,男,一级注册计量师,从事衡器计量检定工作。