

再议 0.2 级皮带秤试验用物料控制衡器的选配方法

□盛伯湛

【摘 要】针对皮带秤技术文件对物料试验所用控制衡器的允差要求，分析了检测0.2级皮带秤宜用检定分度数不少于4500e的Ⅲ级非自动衡器的理由。由于皮带秤用户现场的衡器通常达不到上述分度数，出现了一种以不确定度评价候选控制衡器适用性的方法。然而单纯用不确定度替代准确度作为评价依据，不仅会增大量传过程中误差叠加的风险，而且违背了检定必须遵照规程的法律条文。为摆脱这一困境，提出了一种更为可靠、周全的评价方法：测定衡器在4500e以下载荷时的示值，并结合该示值的不确定度作为判据。认为只要该示值的相对误差不超过被称物料量值的1/3000且有足够的可信性时，就能充当检定0.2级皮带秤时所需的控制衡器。

【关键词】控制衡器；皮带秤物料试验

文献标识码：A

文章编号：1003-1870（2026）05-0016-04

Discussing about selecting methods of control instruments again for product tests of class 0.2 belt weighers

【Abstract】Based on the tolerance requirements for the control instruments used in the product test as stipulated in the technical documents of the belt weighers, the reasons for using a non-automatic weighing instrument of grade(Ⅲ) with a verification interval number of no less than 4500e for the verification of class 0.2 belt weighers were analyzed. However, due to the fact that the weighing instruments at the user sites of the belt weighers are usually not up to the above-mentioned interval numbers, a method for evaluating the suitability of candidate control instruments based on uncertainty has emerged. However, simply using uncertainty to replace accuracy as the evaluation basis not only increases the risk of cumulative errors in the measurement process but also violates the legal provisions that verification must follow the regulations. To get out of this predicament, a more reliable and comprehensive evaluation method is proposed: measuring the indication of the weighing instrument at a load of 4500e or less and combining the uncertainty at this point as the criterion. It is believed that as long as the relative error of this indication does not exceed 1/3000 of the value of the material being weighed and has sufficient credibility, it can serve as the control instruments required for the verification of class 0.2 belt weighers.

【Keywords】control instruments；products test for belt weighers；material test of belt weighers

引言

关于皮带秤的国际建议OIML R76:2014, 我国标准GB/T 7231-2017 及国家检定规程JJG195-2019 均明文规定, 称量皮带秤试验物料的控制衡器, 若是在校准后不久就称量试验物料, 其误差应不超过被检皮带秤自动称量时的最大允许相对误差的1/3。0.2 级皮带秤在型式试验或检定时最大允许误差是 $\pm 0.1\%$, 因此控制衡器的允许误差绝对值应不得大于1/3000。

参考文献^[1]、^[2]和^[3]在对非自动衡器的准确度等级参数指标的分析之后均认为, 在对0.2 级皮带秤进行物料试验时, 若选用Ⅲ级非自动衡器作为控制衡器, 只要其检定分度数不少于4500e, 即可满足皮带秤相关标准规程对控制衡器的准确度要求。

然而, 皮带秤使用现场的非自动衡器的准确度等级大多是Ⅲ级及以下, 且检定分度数通常不超过3000e, 未达到4500e 或更多。有鉴于此, 本刊近期发表的文献^[4]提出, 采用通过对拟用控制衡器的重复性与分辨率等性能进行检测, 推算各称量点的不确定度, 并认为只要算得的扩展不确定度小于被检皮带秤最大允许误差的1/3, 就能作为检定0.2 级皮带秤的检定控制衡器。

怎样利用好皮带秤使用现场的既有衡器来实现合规检定, 无疑是很有现实意义的。但是, 不确定度与准确度是两个不同的概念, 不确定度小于被检皮带秤最大允许误差的1/3 并不等同于准确度优于该误差的1/3。何况检定是一项法制计量工作, 任何新的方法都不仅应符合量值传递的误差原理, 还应当遵照计量法规的要求来实施。我国的《计量法》规定: “计量检定必须按照国家计量检定系统表进行。国家计量检定系统表由国务院计量行政部门制定。计量检定必须执行计量检定规程……” 因此, 各种选配控制衡器的具体方法可以有所不同, 但其基本原则应不得偏离或违背检定规程的底层逻辑。

1 Ⅲ级非自动衡器的允差域分析

以往在检定0.5 级及以下等级的皮带秤时, Ⅲ级非自动衡器是较为常用的。那么在检定0.2 级皮带秤时能否适用呢? 可根据Ⅲ级非自动衡器的准确度等级技术要求进行深入分析。

OIML R76-2006 对Ⅲ级非自动衡器的准确度等

级的规定为:

当载荷处于 $0 \leq m \leq 500e$ 时, 允许绝对误差 $e \leq |\pm 0.5e|$, 最大相对误差 $\delta = \pm (1/40 \sim 1/1000)$, 其中最小称量按20e 计;

当载荷处于 $500e < m \leq 2000e$ 时, 允许绝对误差 $e \leq |\pm 1.0e|$, 最大相对误差 $\delta = \pm (1/500 \sim 1/2000)$;

当载荷处于 $2000e < m \leq 10000e$ 时, 允许绝对误差 $e \leq |\pm 1.5e|$, 最大相对误差 $\delta = \pm (1.5/2000 \sim 1.5/10000)$ 。

图1 描绘了Ⅲ级非自动衡器的允许误差状况(如下页)。图中: 关于中横轴上下对称的两条阶梯状折线所围绕的区域是Ⅲ级非自动衡器最大允许误差(MPE)的包络限; 从坐标(0, 0) 连接到(4500e, $\pm 1.5e$) 的两条直线的斜率为 $\pm 1/3000$, 该两直线所夹劣角内部以及 $m \geq 4500e$ 的区域(即图中点状底纹部分)是相对误差的绝对值不大于1/3000 那部分, 只有当实际误差不超出这个范围, 方能够满足充当0.2 级皮带秤物料试验中控制衡器的条件。由图1 可见, 称量在不足4500e 时, 有些灰色底纹部分落到了两条斜线所夹劣角之外, 也就是说当 $m < 4500e$ 时, 对于Ⅲ级非自动衡器有时可能出现虽然没有超出准确度等级所规定的最大允许误差, 但已不能满足检测0.2 级皮带秤所要求最大1/3000 相对误差的要求。

皮带秤技术法规虽然明确规定了控制衡器的最大允许相对误差, 但对控制衡器的类型、准确度等级、检定分度数等并没有刻板的规定。因此, 一台Ⅲ级非自动衡器能否胜任0.2 级皮带秤试验物料的控制衡器, 关键在于能否满足下列两个条件之一:

①检定分度数不少于4500e, 此时其相对误差总能够不超出1/3000。

②检定分度数虽然少于4500e, 但实际载荷量范围内的相对误差并未超过1/3000。

对于满足上述条件①的Ⅲ级非自动衡器, 只要经检定合格都能符合要求, 这也是参考文献^[1]、^[2]和^[3]所依据的理由。根据这一结论配备的皮带秤试验物料控制衡器, 已先后在南京江宁滨江经济技术开发区的三埃公司“QPS 皮带秤全性能试验中心”、南京栖霞区仙林的江苏省计量科学研究院“国家自动衡器型式评价实验室”成功应用。通常, 计量技术测试机构或者0.2 级皮带秤的开发制造单位开展动态物料试验所设置的实验室亦宜按此配备控制衡器。

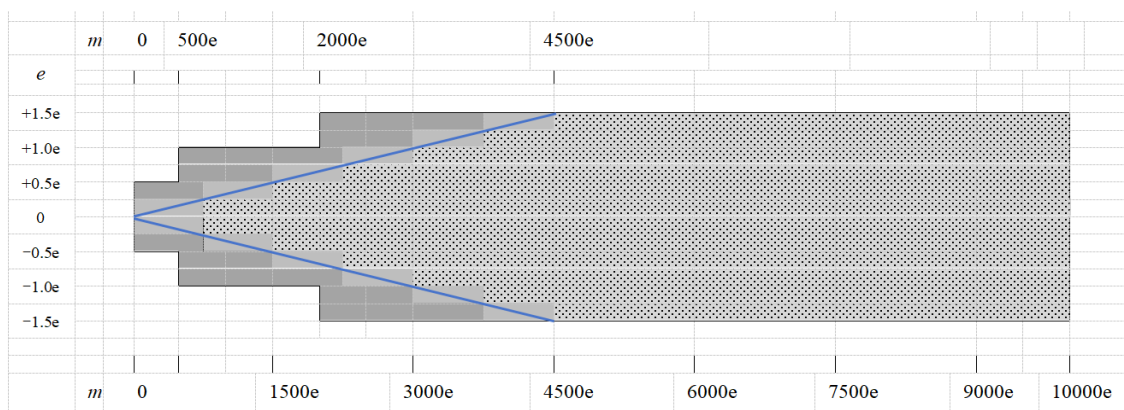


图1 Ⅲ级非自动衡器的允差域

而对于仅满足条件②的Ⅲ级非自动衡器，则需要对所称试验物料质量的称量段的实际误差予以验证，只有当称量的物料量程范围内的实际相对误差未超出 $1/3000$ （即实际误差处于图中两条斜线所夹劣角包含的区域之内），方能判断其能否满足检定 0.2 级皮带秤的要求。

2 不能单纯用不确定度替代准确度

10多年前，目标内定为 0.2 级的阵列式皮带秤尚处在研发验证时期，参考文献^[5]也曾提出过采用不确定度来考核计量产品性能的意见。然而正如众所周知，准确度与不确定度是评价计量器具性能的两大核心指标，两者既相互关联，又有着本质的区别。准确度反映的是计量器具本身的固有偏差，也就是测量结果跟（约定）真值之间的偏离程度，通常以最大允许误差(MPE)的大小来量化。而不确定度反映的是计量器具的重复性和稳定性等多方面的系统误差及各种随机误差的综合影响，以给定置信水平下测量波动范围的概率为表现形式，是表征测量数据值分散程度的参数。因此在对计量器具溯源性评价时，前者的作用主要是性能符合性判别，而后者作用主要是数据可靠性评估，两者相辅相成。可以用不确定度对准确度予以补充，但不能仅用不确定度来替代准确度。要是实际相对误差的绝对值大于 $1/3000$ ，即使按Ⅲ级非自动衡器要求已检定合格了，也不能认为其已满足检定 0.2 级皮带秤的最大允差要求。

例如，参考文献^[4]选作控制衡器（料斗秤）检定分度数仅为 $3000e$ ，其实际相对误差究竟处于图1所示的两条斜线所夹的劣角之内还是之外，是需要事先验证的。要是没有对其实际相对误差核实，仅通

过分析与计算出其扩展不确定度小于待检皮带秤最大误差的 $1/3$ ，仍不足以认定该料斗秤就能够适用于作为检定 0.2 级皮带秤的控制衡器。

3 低分度数控制衡器适用性的验证

在皮带秤物料试验中，判断皮带秤是否合格的依据是其示值是否同物料质量的偏差在允许范围之内。也就是说，物料量值起了质量标准的作用。在国家《质量计量器具检定系统表》^[6]中，物料是相当于“砝码”的“质量量具”，而控制衡器的地位则是“质量比较仪器”，是用来确认质量量具是否满足相应准确度的“配套设备”，其本身并非是“标准器”。因此，判断控制衡器能否适用的核心点是其称得的试验物料质量是否准确可信，不必强求该衡器在全量程都能满足要求，尤其对于分度数较少的拟用衡器。

在对控制衡器的适用性验证时，首先应确定试验物料的需要量，再按所需称量的物料质量就近选取实际相对误差的核验点。如条件许可，拟用控制衡器的最大称量尽可能不要比核验称量大许多。例如，拟称量的试验物料大约为 $25t$ 时，可选用一台 $Max=30t$ ， $e=10kg$ ， $n=3000$ 的非自动衡器作为候选控制衡器。按照Ⅲ级衡器的准确度等级的最大允许绝对误差要求，载荷在 $20t < m \leq 30t$ 时，若最大允许绝对误差不超过 $15kg$ ，均能符合。然而，若要满足在检定 0.2 级皮带秤时能充当控制衡器的要求，只有在载荷为 $21t$ 时实际误差不超过 $7kg$ 、载荷为 $24t$ 时实际误差不超过 $8kg$ 、载荷为 $27t$ 时实际误差不超过 $9kg$ ……

通过以下步骤验证控制衡器的适用性。

（1）计算皮带秤的最小累计载荷

OIML R76 与 NIST-HB44 等文件给出了以皮带秤累计器的分度值 d_i 、最大质量流量 $Q_{\max}$ 、皮带秤运行持续时间或皮带运转的圈数等不同参数为已知条件,计算皮带秤最小累计载荷的各个公式。虽然文件规定,最终选定的最小累计载荷应为按不同计算公式所得各量值中的最大一个。但考虑到多次称量的结果会在一定的范围之内波动,并尽可能削弱拟用衡器的非线性误差影响,待验称量点应至少选定两点,其中较小称量点宜小于算得的各最小累计载荷值中的最小值,较大称量点须大于算得的各最小累计载荷值中的最大值,并涵盖实际称量的试验物料质量范围。

(2) 选定控制衡器的最大称量与待验称量点

控制衡器的最大称量值应不小于算得的各皮带秤最小累计载荷的最大值。相对误差的待验称量点要选两个或更多个。

例如,多次称量的试验物料量在22.8t~25.3t之间,可选最大称量30t的衡器作为候选控制衡器,而实际相对误差验证点可选21t与27t。

(3) 测定待验称量点的实际误差

用相当于验证点质量的标准砝码,并配合若干适量的小砝码,采用“闪变点法”多次重复读取候选控制衡器的示值。

例如,用21t标准砝码测得的衡器示值偏差 $\leq \pm 7\text{kg}$,用27t标准砝码测得的衡器示值偏差 $\leq \pm 9\text{kg}$ 时,可判定初步合格,但还需进一步验证其可信性。

(4) 验证测得误差值的可信性

求出由上所得的两个验证点示值的扩展不确定度,计算方法可参考文献^[4]。

(5) 结果判定

结果判定的依据与参考文献^[4]有所不同,并非看称量点的扩展不确定度是否小于皮带秤最大允许相对误差的1/3,而是看两个验证点的示值叠加不确定度后是否仍小于皮带秤最大允许相对误差的1/3。

例如,在21t验证点测得衡器的3次示值分别为:21.004t、20.997t、21.003t,实际绝对误差分别为+4kg、-3kg、+3kg,并测得其在预期置信水平条件下的扩展不确定度为2.63kg,则实际误差允许范围为:最大示值误差+不确定度,即4kg+2.63kg<7kg。同时27t验证点所测得的最大示值误差+不确定度不超出

9kg时,即可判断该衡器可作为0.2级皮带秤的控制衡器。

4 结语

准确度反映的是测量结果跟约定真值之间的偏差大小,而不确定度表征的是多次测量值的重复性、稳定性或分散程度。前者主要跟测量值的正确性有关,后者主要跟测量值的精密性有关,两者是虽然相互关联却又含义迥异的不同计量性能,两者可以互相补充却不可相互替代。

当选择0.2级皮带秤物料试验的控制衡器时,一般的计量技术机构与皮带秤制造商所设置的实验室宜配置检定分度数 $\geq 4500e$ 的Ⅲ级非自动衡器。皮带秤用户现场的Ⅲ级非自动衡器,若检定分度数 $< 4500e$,应增加适用性验证试验。只有当涵盖试验物料载荷量范围内的实际相对误差 $\leq 1/3000$ 时,方能用于检定0.2级皮带秤。否则,既不符合准确度要求,也违背检定规程。

参考文献

- [1] 盛伯湛. 刍议皮带秤量值的校准和检验[J]. 衡器, 2012, 41(4):28-31.
- [2] 盛伯湛. 皮带秤控制衡器选择法剖析[J]. 衡器, 2012, 41(5):33-36.
- [3] 胡强. 连续累计自动衡器动态物料试验控制衡器的研究和应用[J]. 计量学报, 2017, 38(6A):122-126.
- [4] 王婵媛. 0.2级皮带秤物料检定控制衡器选择方法探讨[J]. 衡器, 2025, 54(12):22-24.
- [5] 盛伯湛. 也谈关于0.2级皮带秤[J]. 衡器, 2011, 40(6):45-48.
- [6] JJG 2053-2016 质量计量器具检定系统表[S].

作者简介

盛伯湛(1946—),高级工程师。冶金自动化专业,自50年前起从事电子秤技术、涉足计量管理,现为《衡器》期刊编辑委员。