

0.2 级皮带秤物料检定控制衡器选择方法探讨

□王婵媛

佛山市南海区质量技术监督检测所

【摘要】针对0.2级皮带秤日常检定物料试验控制衡器难以满足要求的现状，本文根据0.2级皮带秤物料试验的技术参数，分析了控制衡器误差要求，提出了一种通过计算测量不确定度选择控制衡器的方法，为皮带秤的现场检定提供了技术参考。

【关键词】0.2级皮带秤；物料试验；控制衡器；测量不确定度

文献标识码：A 文章编号：1003-1870（2025）12-0022-03

Discussion on Selection of Weighing Instruments for Material Verification and Control of 0.2-class Belt Scales

【Abstract】In view of the current situation where the control weighing instrument for daily material verification and testing of 0.2-class belt scales often fails to meet requirements, this paper analyzes the error requirements of the control weighing instrument based on the technical parameters of material testing for 0.2-class belt scales and proposes a method for selecting the control weighing instrument by calculating measurement uncertainty, thus providing a technical reference for the on-site verification of belt scales.

【Keywords】0.2-class belt scale; material testing; control weighing instrument; measurement uncertainty

引言

连续累计自动衡器（皮带秤）是一种自动衡器，主要用于大宗散装物料的称量。通常安装在输送带下面，输送物料的同时获得物料的重量，广泛应用于港口、码头、煤矿、电厂等各种散状物料运输过程中的计量。

随着传感器技术及硬件技术的不断发展，皮带秤的精度越来越高，0.2级高精度电子皮带秤应用越来越多。国际建议OIML R50-1 2014（E）连续累计自动衡器（皮带秤）中增加了0.2级及相关技术要求。我国也在最新修订的检定规程JJG 195-2019《连续累计自动衡器（皮带秤）检定规程》中增加了0.2级及相关技术要求。由于0.2级皮带秤的精度非常高，因此在检定现场物料试验时控制衡器的选择、

控制衡器的准确度等级、分度值等与其他准确度等级的皮带秤有所不同，本文根据0.2级皮带秤物料试验的技术参数，提出了一种通过计算测量不确定度选择控制衡器的方法，为皮带秤的现场检定提供了技术参考。

1 皮带秤检定物料试验

皮带秤检定物料试验是皮带秤检定中主要的试验项目。其主要目的是，在皮带秤实际使用状态下确定皮带秤的误差。由于皮带秤安装在工业现场而非实验室，故皮带秤检定的关键和要点为选择合适的标准器和确定合适的实施方案。常用的检定方案主要有，汽车衡控制衡器、轨道衡控制衡器及皮带秤实物校验装置（料斗秤）控制衡器方案^[1]。由于汽车衡控制衡器和轨道衡控制衡器方案影响因素较

多, 容易发生抛洒遗失物料, 因此对于0.2级高精度皮带秤一般采用料斗秤控制衡器方案。

2 0.2级皮带秤控制衡器的选择

料斗秤作为皮带秤控制衡器有两种方式: 一种将最小累计载荷的物料量先通过皮带秤称量, 然后放到料斗秤内进行称量, 通过皮带秤的示值和料斗秤示值的比较得出皮带秤的称重误差。另一种是最小累计载荷的物料放入料斗秤中进行称量, 然后将物料卸至运转的皮带上, 物料通过皮带秤称量, 最后

将皮带秤的示值与料斗秤的示值进行比较计算, 得到皮带秤的称重误差。

JJG 195-2019中规定, 对于物料检定采用的控制方法应能确定检定使用物料的重量, 控制衡器是在物料试验之前立即检定其误差不超过自动称量相应最大允许误差的1/3^[2]。针对这一要求, 下表列出了对于不同准确度等级皮带秤检定所要求控制衡器的相对误差。

表 物料试验控制衡器的要求

皮带秤		控制衡器
准确度等级	最大允许误差	符合要求控制衡器最大相对误差
0.2级	0.1%=1/1000	1/3000
0.5级	0.25%=1/400	1/1200
1级	0.5%=1/200	1/600
2级	1.0%=1/100	1/300

检定现场用料斗秤一般都是Ⅲ级非自动衡器, 其最大允许误差是以不同量程段的分度值来表示的。控制衡器的选择如下例所示:

例如: 对一台0.2级、1500t/h流量的皮带秤进行检定, 其最小累计载荷一般为30t, 控制衡器选用最大秤量40t的料斗秤, 料斗秤分度值一般为20kg, 检定分度数2000, 在30t点上最大允许误差为1.0e, 即20kg, 而对于0.2级皮带秤30t物料的最大允许误差为30kg。因此, 料斗秤的最大允许误差就满足不了1/3的要求。

为了解决这个问题, 有学者研究得出: 料斗秤检定分度数不少于4500检定合格的料斗秤就能满足检测0.2级皮带秤的需要^[3]。但是, 大多数电厂、码头、煤矿等现场使用的料斗秤检定分度数很难超过3000, 因此难以满足0.2级皮带秤控制衡器的要求。

由于料斗秤的检定结果只是判断其误差不超过最大允许误差, 但不能精确反应出其误差情况, 可以通过测量不确定度的方法来确定料斗秤的误差来判断是否满足0.2级皮带秤控制衡器的要求。

3 通过测量不确定度选择控制衡器

通过测量不确定度选择控制衡器, 是对于一台检定合格的料斗秤进行相应称量点的校准, 测量结果的不确定度小于最大允许误差的1/3即可以作为0.2级皮带秤的控制衡器使用。

3.1 料斗秤测量结果的不确定度

例如上面例子中0.2级、1500t/h流量的皮带秤检定时采用的控制衡器, 即使通过了检定也无法确认是否能够满足控制衡器的要求。因此, 对料斗秤30t的称量点进行校准, 需计算其误差的不确定度。

依据JJG539-2016《数字指示秤》检定规程, 其测量数学模型为:

$$E=P-M$$

式中: E ——料斗秤的示指误差;

P ——料斗秤的示指;

M ——加载的标准质量值。

料斗秤的标准不确定度主要来源于测量重复性 $u_1(I)$ 和料斗秤分辨率的影响。

3.2 测量重复性 $u_1(I)$

料斗秤示指测量重复性引入的不确定度 $u_1(I)$ ，采用A类不确定评定方法。由于料斗秤做重复性测试流程比较复杂，因此采用极差法计算 $u_1(I)$ 。料斗秤30t的称量点在相同条件下重复测量3次得到测量值（采用“闪变点”法），3次料斗秤的测量值为30.002t，30.004t，30.006t。

采用极差法计算极差，根据测量次数 n 查极差系数 $C_n=1.69$ ，计算 $u_1(I)$ ，即：

$$R=P_{\max}-P_{\min}=30.006-30.002=4\text{kg}$$
$$u_1(I)=\frac{R^n}{C}=\frac{4}{1.69}=2.36\text{kg}$$

因此，重复性测量引入的标准不确定度分量 $u_1(I)=2.36\text{kg}$

3.3 由料斗秤分辨力引入的不确定度 $u_2(I)$

料斗秤分辨力引入的不确定度 $u_2(I)$ ，采用B类不确定评定方法进行评定。料斗秤采用闪变点法分度值为2kg，则：

$$u_2(I)=\frac{2}{2\sqrt{3}}=0.58\text{kg}$$

在考虑分辨力引入的不确定度时，JJF1059.1-2019《测量不确定度评定与表示》明确规定，重复性和分辨力引入的标准不确定度取其较大者^[4]，由于 $u_1(I) > u_2(I)$ ，因此选用料斗秤重复性引入的标准不确定度 $u_1(I)$ 。

3.4 扩展不确定度计算

各输入量互相独立不相关，因此计算合成标准不确定度：

$$u_c = \sqrt{u_1^2(I)}=2.36\text{kg}$$

取包含因子 $k=2$ ，料斗秤在30t称量点的扩展不确定度为：

$$U=k \times u_c=2 \times 2.36=4.72\text{kg}$$

3.5 结果判定

由于料斗秤30t称量点的扩展不确定度 $U < 10\text{kg}$ ，即小于此皮带秤最大误差的1/3。因此满足1500t/h，0.2级皮带秤的控制衡器要求，此料斗秤可以作为此

次皮带秤检定的控制衡器。

4 结语

本文针对0.2级皮带秤控制衡器的选择，对料斗秤的测量不确定进行计算分析，为0.2级皮带秤现场检定控制衡器的选择提供了技术参考。

参考文献

- [1] 韦宣, 王志浩, 周陈龙等. 电子皮带秤检定方法研究与展望[J]. 工业计量, 2023, 33(6): 21-25.
- [2] JJG 195-2019 连续累计自动衡器（皮带秤）检定规程.
- [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] JJF 1059.1-2016. 测量不确定度评定与表示[S].

作者简介

王婵媛，硕士，计量工程师。研究方向：计量检测技术、衡器性能优化与检定方法研究（聚焦皮带秤等工业衡器领域）。