

如何面对 0.2 级皮带秤

济南金钟电子衡器股份有限公司 沈立人 张加营

【摘要】 皮带秤是一种应用量大面广的自动衡器，但由于影响因素比较多，其长期稳定性不能满足现场使用要求是多年来一直存在的问题。现在通过中国企业的多年努力创新，在技术上得到了突破和发展，这次 0.2 级准确度等级又一次被写入了国际建议。那么，中国的皮带秤在设计、安装、调试等方面是否都可以认为过关了，可以大量推广 0.2 级皮带秤产品了呢？本文就此问题谈了作者个人的一点看法

【关键词】 连续累计自动衡器 皮带秤 0.2 级准确度等级

2014 年 11 月在新西兰的奥克兰 OIML TC9 / SC2（国际法制计量组织自动衡器分技术委员会）召开会议，通过了最新的 R50（连续累计自动衡器的推荐最终草案），将 0.2 级的准确度等级又一次写入了国际建议中，只待国际法制计量组织全体会议正式通过。

这是我国企业在通过对各自研发的新型皮带秤大量辛勤地研究、设计、试验、论证后，向国际法制计量组织（OIML）自动衡器分技术委员会，提出的增加 0.2 级准确度等级建议所得到的认可。这也是我国首次对皮带秤准确度等级的提案上，在国际法制计量组织中争取到了的话语权。

一、历史回顾

1980 年国际建议版本的 R50 只规定了两个准确度等级，即 1 级和 2 级。在 1989 年进行第三次修订时，增加了 0.5 级准确度。虽然在 1988 年第二次修订时否决了增加 0.2 级准确度的提议，在 1994 年在对 R50 进行修订时又将 0.2 级准确度增加到国际建议中。但是，1997 版 R50 国际建议由于考虑到皮带输送机对皮带秤的影响问题比较大，很难保证皮带秤的长期稳定性，而删除了 1994 年版本中的 0.2 级。

我国自 1984 年由当时的机械工业部编制了 ZBY281-1984《电子皮带秤》行业标准，1987 年编制完成了 GB7721-1987《电子皮带秤》国家标准，1989 年编制完成了 JJG650-1990《电子皮带秤》国家计量检定规程，1995 年修订完成了 GB/T7721-1995《电子皮带秤》国家标准，2002 年修订完成了 JJG195-2002《连

续累计自动衡器(皮带秤)》国家计量检定规程。2007年修订完成了GB/T7721-2007《连续累计自动衡器(皮带秤)》国家标准。在这些标准和规程的编制及修订过程中,关于皮带秤0.2级准确度的规定,我国也是紧跟国际建议的修订内容在不断的变化。当然,其中也根据当时国内的一些企业的要求,出现“0.25级”这样的等级。

二、0.2级准确度等级指标

从R50(连续累计自动衡器的推荐最终草案)中给出的0.2级准确度等级的参数,在下表中我们仅仅是看到一个数字的变化,而型式评价试验过程时,必须在温度变化、湿度变化、电源电压变化等影响因子情况下,测试产品性能也是要求达到表格中的指标;在湿热稳态、交流电压暂降、短时中断电压、电快速瞬变脉冲群、浪涌(冲击)、静电放电、射频电磁场辐射抗扰度、射频场感应的传导骚扰抗扰度等情况下进行抗干扰试验。虽然可能有人会讲,这些试验是选择“模块”进行的。实际上不论是采用“整机”进行试验,还是采用“模块”进行试验,想通过是很难很难地。

准确度等级	累计载荷质量的百分数	
	首次检定、后续检定	使用中检查
0.2	0.1	0.2
0.5	0.25	0.5
1	0.5	1.0
2	1.0	2.0

三、实施中存在的问题

从以上R50国际建议中给出的计量技术要求,大家可以看到的仅仅是0.2级皮带秤指标比以前0.5级皮带秤提高了,真正实施起来就不是那么简单了。

1. 产品的结构设计

根据目前几个著名皮带秤制造企业对自己生产的产品检测结果,深深体会到不是一般皮带秤就能够达到0.2级准确度的,这里不仅仅是一个结构设计的问题,还与皮带秤紧密联系的皮带输送机结构、皮带秤使用环境条件、皮带秤安装情况等等一系列问题是紧密关联的。

南京三埃工控股份有限公司提出了一个“内力理论”,即:在一个连续安装

的称重阵列中，皮带张力的影响力转化为一种“内力”，相邻单元皮带张力的影响相互抵消，内部各单元总的影响量为零，仅首、尾单元受其影响；一个“皮带效应理论”，即：皮带的硬度、弹性等物理特性对称重产生的影响；在张力的作用下皮带呈半刚性，当托辊面不在同一准直面时，皮带运行产生波浪影响称重，从而研发出“阵列式皮带秤”，使该厂生产的皮带秤通过了英国计量院 0.2 级准确度等级的型式评价试验。

江苏赛摩电气公司从美国的皮带秤误差分析经典公式：

$$E\% = \frac{24DKT \cos^2 \theta}{nL^2Q} \times 100\%$$

中得到启发，确认皮带张力“T”是影响皮带秤

稳定性的关键指标，从而研发出“浮衡”，据其公司介绍的皮带秤计量性能也跨入了 0.2 级准确度等级的行列。

2. 产品的安装

对于那些在设计皮带输送机时没有考虑安装皮带秤的用户，随后又临时起意要求安装的，不要跟风要求安装一台具有 0.2 级准确度等级的皮带秤。这主要有几方面的原因：

(1) 皮带输送机的长度

国际建议 R50 的 1980 年版本规定皮带未卷绕的长度不得超过 100m，而美国 44 号手册限定皮带长度不长于 300m，不短于 12m。

(2) 皮带秤安装的倾角

国际建议 R50 的 1980 年版本规定皮带输送机的 1 级皮带秤倾角不得超过 6° ，2 级皮带秤倾角不得超过 12° ；1988 年版本规定 0.5 级、1 级皮带秤倾角不得超过 6° ，2 级皮带秤倾角不得超过 12° 。美国 44 号手册规定，如果是倾斜的，其角度应保证物料在皮带上不至于出现滑动现象。

从而可以清楚地看出，皮带输送机安装的倾角大小不是矛盾的要点，皮带上不能出现物料的滑动才是关键，只有这样才不会影响皮带秤的称量性能。那么，0.2 级皮带秤的安装倾角应该如何多少也就不言而喻了。

(3) 皮带秤的槽形角

由于输送皮带的槽形角大小直接影响皮带的刚性，影响到皮带与称量托辊的接触力度，从而影响到皮带秤的计量准确度。对于高准确度等级的皮带秤推荐槽

形角最好为 20° (或者更小), 如果必须采用 35° 的槽形角皮带输送机, 其皮带秤的准确度等级也需要相应的降低。不论采用什么样的槽形角, 首先一条就是皮带与托辊必须贴合度良好。

(4) 皮带秤的安装

①由于皮带输送机头部因牵引力产生的张力变化比较大, 而尾轮位置处又易受到落料的动态冲击, 安装皮带秤会引入很大的附加误差, 所以皮带秤的安装位置也是应该认真考虑的问题。美国 44 号手册规定, 称量托辊离加载点、边缘、主动皮带轮、或尾部皮带轮、或者输送机上的凸状曲线等至少为 6m 或 5 个托辊的距离。

②称量托辊安装准直度是影响皮带秤计量性能的一个重要因素。

(5) 环境因素的影响

环境影响的因素主要有: 温度、湿度、空气流动、振动和电磁干扰。

《电子皮带秤使用误差的原因与对策》(见参考文献[2])一文中, 利用误差原因鱼刺图详细分析了影响皮带秤使用的“人”、“机”、“料”、“法”、“环”五个方面的因素。要想得到一台稳定、可靠、准确度高的皮带秤, 必须解决的是一个综合问题。

3. 产品的检定

对于 0.2 级皮带秤进行检定时, 必须使用专门的在线检测控制衡器。因为首次检定是 0.1% 最大允许误差, 而控制衡器必须要求近期检定的, 可以为皮带秤准确度的 $1/3$, 即 0.033% (需要注意的是这个 0.033% 是皮带秤最小累计载荷示值与控制衡器示值的相对误差)。而其他情况下, 要求控制衡器的误差至少不大于相应最大允许误差的 $1/5$, 即 0.02%。这些指标不是一般衡器能够达到的。如果再考虑到是离线检测, 物料的抛撒问题也是影响称量准确度的因素, 这些离线检测的控制衡器就基本很难满足检测的要求了。所以, 对于 0.2 级皮带秤准确度的检测, 最好使用在线的料斗秤作为控制衡器。

例如, 一台最大流量是 1100t/h 的皮带秤, 当带速 2.2m/s 时, 最小累计载荷如果按照 $2\%Q_{\max}$ 的规定应该是 22t。当控制衡器最大秤量是 22t, 分度值为 5kg, 那么这时的最大允许误差应该是 7.5kg, 对于控制衡器最大秤量的相对误差为 0.034%, 大于 0.033%。也就是说, 这台控制衡器不能满足检定 0.2 级皮带秤的

要求。

既然是按照 $2\%Q_{\max}$ 规定的“最小累计载荷”，为什么我们就不能将其扩大一些呢？如果将控制衡器的最大秤量改为 30t，同样分度值为 5kg，那么相对误差就是 0.025%，小于 0.033%。

在实物进行检定时，物料都是按照“最小累计载荷”的量值使用的，是不考虑该皮带秤在不同线速度时的给料流量的大小，只是将每次控制衡器的物料示值与皮带秤累计显示器的示值进行比较计算。

因为根据公式：
$$\text{相对误差} = \frac{(\text{皮带秤示值}I - \text{控制衡器示值}P) \times 100\%}{\text{控制衡器示值}P}$$

四、结束语

1. 我们国内在采购设备时有一种不正常的现象，即：使用单位不考虑自身条件的情况下，一味追求高端产品，制造单位不论自身产品性能是否能够达到使用单位的指标而一味迎合。此篇文章的目的就是针对的就是这种现象。因为担心一旦皮带秤的 0.2 级产品写入标准和检定规程，一些皮带秤制造企业跟风吹嘘自己产品也能达到这种水平，一些皮带秤使用单位不顾自身情况也跟风，要求采购这个等级的产品。

2. 为了杜绝以上现象的出现，建议在制修订我国的皮带秤产品标准和检定规程时，应该对 0.2 级皮带秤的使用条件进行严格规定：一是现场安装条件，一是现场的检定条件。

3. 实际上，对于皮带秤这个产品来讲，由于其结构的特殊性，一般都是称量一些价值相对低的物品，企业应根据本身计量精度要求选择相应等级的产品，没有必要刻意去追求高准确度等级的皮带秤。因为较高等级的皮带秤产品其销售价格也比较高的，对于皮带秤来讲，应该看重的是产品的长期稳定性和可靠性。

参考文献

- [1]周祖镰 关于 0.2 级皮带秤 三十年历届称重技术研讨会优秀论文汇编
- [2]周德胜 电子皮带秤使用误差的原因与对策 三十年历届称重技术研讨会优秀论文汇编
- [3]罗才生等 质量计量丛书《皮带秤》 中国计量出版社
- [4]R50 《连续累计自动衡器》国际法制计量组织

[5]NIST Handbook 44 2.21 Belt-Conveyor Scale Systems (2013)

[6]美国《Weighing and Porportioning of Bulk Solid》1983年第二版