

探讨皮带秤最小累计载荷的选择问题

□山东金钟科技集团股份有限公司 沈立人

【摘要】多年以来，皮带秤物料试验时选择多少物料就是制造商或使用单位探索的问题。单单从最小累计载荷这个角度，从理论上讲这个值选择大了，对皮带秤准确度的试验更加有利，但是会增加大量的人力、物力等资源；这个值选择小了，可能会影响到皮带秤计量准确度。这个参数应该是多大？多年来一直是世界各国皮带秤制造企业和使用单位探索的目标。如果我们拓展思路，综合多种影响因素考虑皮带秤的准确度问题，可能这个最小累计载荷的选择问题就能够解决，而这篇文章仅仅是多考虑了一个“零点稳定性”因素。

【关键词】皮带秤；最小累计载荷；零点稳定性

文献标识码：B

文章编号：1003-1870（2023）11-0005-04

引言

在设计皮带输送系统时，设计部门根据物流的需要，按照皮带输送机的规范选择输送机，基本上都没有考虑皮带秤安装需要考虑的倾角问题、刚度问题、振动问题、长度问题、弯度问题，以及现场环境影响等因素。由于皮带秤是寄生在皮带输送机上的一种计量装置，自然这种不考虑皮带秤的计量性能皮带输送机就不能保证皮带秤的准确度和稳定性。最典型的就是皮带秤的长期稳定性问题，现场安装环境好一点的，皮带秤的计量性能可以保持的稍微长一点；现场安装环境差的，皮带秤计量性能随时都在变化。所以，对于对皮带秤计量性能要求高的使用单位就必须随时进行检测，以了解该皮带秤的瞬时计量性能。皮带秤的试验分为：物料试验和模拟试验，物料试验主要是使用被称量物料和控制衡器进行，模拟试验是主要使用挂码、链码、循环链码等方法。

皮带秤首次必须使用皮带秤实际称量的物料进行物料试验，而模拟试验是物料试验后立即进行（通常不应超过12h）的试验，从而建立起模拟试验与物料试验结果的对应关系，以便在后续的时间内可以随时采用模拟试验的结果对皮带秤进行修正，减少物料试验的次数。

物料试验，就是将大量的物料在皮带秤上称量后然后转运到控制衡器（汽车衡、轨道衡、料斗秤等）上进行重新称量。或者是物料被控制衡器称量后再送入皮带秤称量，从而了解皮带秤的误差并进行修正。这样就带给我们一个应该使用多少物料进行物料试验的问题，这对于大型皮带输送机上的皮带秤来讲就是一个沉重的事情了，因为进行一次物料试验所需要动用的人力、物力将是一个巨大的负担。那么，应该选择多少物料进行每次物料试验呢？物料使用多了劳民伤财，物料使用少了可能得不到理想的结果，这样就引出了“最小累计载荷”的问题。

最小累计载荷：皮带秤的累计值低于该值时就有可能超出规定的相对误差。

从“最小累计载荷”的定义告诉我们“累计值不能低于该值”，那么，这个值到底应该是多少呢？这个值由来的依据来自何处？是我们这次需要讨论的问题。

1 相关的规定

1.1 关于R50国际建议的最小累计载荷量值的问题

在R50《连续累计自动衡器》（2014版）国际建议^[1]中，试验连续累计自动衡器（皮带秤）的称量准

准确度时，关于最少物料量的规定：

最小累计载荷 (Σ_{\min}) 应不小于下列各值的最大者：

- (1) 在最大流量下1小时累计载荷的2%；
- (2) 在最大流量下皮带转动一圈获得的载荷；
- (3) 对应于下表中相应累计分度值数的载荷。

表 最小累计载荷的累计分度数

准确度等级	累计分度数 (d_i)
0.2	2000
0.5	800
1	400
2	200

第(2)种情况：当相同流量时，而皮带输送机长度不同，物料的量值没有可比性。而且输送机长度越长，由于皮带质量、托辊质量、输送机刚度、皮带张紧装置等因素影响，其稳定性相对来讲就越差。

第(3)种情况：当相同流量时，不同的皮带秤所使用累计显示器的累计分度值是不同的，各个制造企业选择的随机性比较大，在进行物料试验时不被经常采用。所以我们在为火力发电厂设计皮带秤物料校准装置时，大部分企业执行的一般都是“最大流量下1小时累计载荷的2%”参数。

1.2 这个“最小累计载荷”值的变化问题

(1) 在R50(1980版)国际建议^[2]是这样规定的：对Ⅰ级秤（相当于现在的0.5级）为最大流量下1小时累计载荷2%或200个累计分度数。

对Ⅱ级秤（相当于现在的1级）为最大流量下1小时累计载荷1%或100个累计分度数。

(2) 在JJG650-90《电子皮带秤》检定规程^[3]是这样规定的：

对Ⅰ、Ⅱ级秤（相当于现在的0.25级、0.5级）为最大流量下累计载荷4%或最大流量下皮带运行两圈的量；

对Ⅲ、Ⅳ级秤（相当于现在的1级、2级）为最大流量下累计载荷2%或最大流量下皮带运行一圈的量。

1.3 美国44号手册的规定

2.21节皮带秤（2017版）^[4]是这样规定的：

最小累计载荷不能小于下列值中的最大值：800

个累计分度数；最大流量下皮带转动一圈获得的载荷；最大流量下1分钟的累计载荷（相当于1.67%）。

例如，对每小时最大流量1000t/h的皮带秤，按照最大流量下1小时累计载荷2%的物料是20t，而按照最大流量下1小时累计载荷4%的物料是40t。

1.4 最小累计载荷参数

从理论上讲，用于物料试验的物料越多，皮带秤检测的结果越准确，越接近实际使用时的称量性能。但是，在没有在线检测装置的情况下进行一次物料试验是非常麻烦的，不但需要大量的物料进行周转，需要大量的人力进行操作，而且占用大量的设备，耗用大量时间。

那么，以上例所举的规范中的参数是怎么来的呢？是否可以再少使用一些物料也能准确地了解被检测皮带秤的准确度等级？在这个问题上，如果单靠我们自己进行试验摸索所投入的精力和物力将是庞大的，今后应该加强与国外发达国家的交流，了解所选定参数的依据，如果能够得到编写的测试报告就更加完美了。

1.5 确定最小累计载荷值的试验报告

随着我国加入国际法制计量组织的活动，从上世纪80年代出版的R50国际建议，到2014年出版的正式文本，我们只是看到最小累计载荷值在多个版本中的变化，没有看到关于这个变化的有关依据和论述。因为任何参数的变化必须有一定的科学理论基础，不是由编辑人员拍脑袋得出的。

2 我们的实践

2.1 皮带秤物料校验装置

在90年代期间，是我国火力发电大量发展时期，由于煤炭消耗占火力发电成本的70%以上，皮带秤作为称量煤炭的主要计量装置，直接影响到发电成本的统计。为了控制皮带秤的称量准确度，当时在许多火力发电厂的输煤系统中安装“皮带秤物料校验系统”，这些装置有效地串联到输煤系统中，将皮带秤的检验工作简单化，在不需调动人力、物力的情况下，很轻松地按电钮，在几个小时内完成皮带秤的检验工作，可以使皮带秤始终保持稳定运行在较高准确度等级范围内。对于新建的火力发电厂来讲，只要投入较高的资金，在整个输煤系统中设计一套“皮带秤物料校验系统”，包括转运

站、储料仓、进料出料皮带机、称料斗、控制装置等，就能够保证达到要求。但是，对于已经使用中的输煤系统，每一套物料校验装置就必须对现场反复考察，与使用单位反复协商，在保证装置使用性能的情况下，尽可能简化制造、安装的结构。因为要保证校验用的煤炭在通过物料校验装置和皮带秤之后又能回到输煤系统中去，还要减少输送过程中的跑、冒、滴、漏。

2.2 提高皮带秤自身的稳定性

南京三埃公司为了提高皮带秤的称量稳定性、准确度，自筹2000多万资金建设了有两条称量皮带的输送系统、两个大型称量料斗的物料循环系统。通过近千次反复试验，不断修改设计方案，建立了“内力理论”和“弹力波理论”^[5]，设计出具有独特风格的“阵列式皮带秤”。这种皮带秤可以随皮带的硬度、物料流量、环境温度等因素变化而变化，通过随时检测、分析各个称重单元的数值，建立“皮带效应”影响的数学模型，并进行补偿修正。这样解决了皮带秤的长期稳定性问题，只要在初次安装时进行一次物料试验，以后就不再需要经常使用物料进行计量性能的校验。

3 试验方法的探讨

实际上目前的物料试验的方法不能有效地进行实施，其原因主要有两个：第一个原因是不方便，无论是将已知量值的物料向皮带秤上施加，还是将通过皮带秤称量过的物料取出来核查，都是不能轻易做到的。特别是第二个原因，需要的物料量值太大。

从上文中可以清晰地看到“最小累计载荷”这个值在过去的年代中都在变化，最大曾经达到最大流量下1小时累计载荷的4%。到底应该选择多少物料进行试验才能保证一台皮带秤的称量性能？我们至今没有看到相关资料对这个问题的说明。

3.1 一次探讨性试验

在上世纪90年代，我曾经在一台1000t/h流量的皮带秤上进行过物料试验，就是将该皮带秤最小累计载荷20t的物料校验装置中的物料分两次加载到皮带秤上称量，尝试着用1%最大流量的累计载荷进行校验，结果发现两次数据比较接近，校验效果还是可以的。但是，由于没有思想上的紧迫感，没有能

够积极抓紧将试验推广，因为没有大量的试验数据支撑，我的初步探讨没有继续下去。

3.2 赛摩公司的试验

江苏赛摩公司也是在探讨用少量物料完成物料校准的问题，他们研发了一种装置，三桥自校准系统是采用两套称量装置加一套采集加料装置^[6]，而采集加料装置只能加载“最大流量下1小时累计载荷0.2%”的物料，根据该公司的试验对皮带秤的校准，大大提高了方便程度和准确性。

3.3 皮带秤零点稳定性

在研究了皮带秤多个版本的R50《连续累计自动衡器（皮带秤）》国际建议的基础上，结合现场皮带秤的使用情况发现，如同其他电子衡器的性能受到零点稳定性因素的影响一样，皮带秤的零点性能也会极大影响其计量性能。所以R50中无论是模拟试验还是现场试验，提出了许多的零点性能试验要求，特别是零点稳定性试验要求，我个人认为，这个“稳定性试验”存在两个问题。

3.3.1 零点稳定性试验应该是在现场进行

R50国际建议中规定的皮带秤处于自动称量状态，但不必在皮带秤使用现场进行，也没有使用皮带秤称量的物料，模拟性能试验包括“重复性”“累计显示器的鉴别力”“累计显示器零点累计的鉴别力”“零点短期稳定性”“零点长期稳定性”等。这些试验是把承载器、称重传感器、称重显示器、位移传感器连接在一起，在承载器的规定位置施加模拟载荷。在前面我们就提到“皮带秤是寄生在皮带输送机上的一种计量装置”，如果“零点长期稳定性试验”的皮带秤不是安装在皮带输送机中，那么皮带输送机所有对皮带秤产生的影响都不可能反应出来的。

3.3.2 零点稳定性试验的时间短

还是因为皮带输送机所带来的影响量，皮带输送机的“机架晃动”“托辊的跳动、串动”“皮带的张力变化”等因素，都会随时影响到皮带秤稳定性，应该在现场条件允许的情况下尽可能地增加。

记得在上世纪90年代，当时电力部计量办委托电力部热工院组织需要进入电力系统生产企业的皮带秤进行性能检测。其主要是关注零点稳定性，要求所有参加检测的皮带秤，在试验场地安装在皮带

输送机上，马上开动皮带输送机进行8个小时的零点试验，凡是不能通过8小时零点稳定性检测的皮带秤，都会被淘汰出局。

3.4 建议

我们是否可以这样考虑：在充分提高皮带秤零点稳定性的基础上尽可能减少最小累计载荷的量值。

3.4.1 修改皮带秤的产品标准

将3个小时前后的两个短期稳定性试验改为一次长期零点稳定性试验。这个长期稳定性试验的时间暂定为“皮带秤安装在使用现场的皮带输送机上，连续运行“3个小时（皮带转动必须是整数圈）”，要求“最小累计示值与最大累计示值之差应不能超过相应准确度等级皮带秤最大流量下1小时累计载荷的百分数”。

3.4.2 修改皮带秤最小累计载荷

对于“最小累计载荷”这个参数的修改工作，制定一个试验计划，应该采用循序渐进的方式，结合零点稳定性试验，逐步减少载荷的量值。

对于3小时长期零点稳定性在“零点累计的最大允许误差”范围之内的，“最小累计载荷”的量值可以缩小到现在过的指标的一半。

对于6小时长期零点稳定性在“零点累计的最大允许误差”范围之内的，“最小累计载荷”的量值可以缩小到现在过的指标的十分之一。

对于8小时长期零点稳定性在“零点累计的最大允许误差”范围之内的，“最小累计载荷”的量值可以缩小到现在过的指标的二十分之一。

3.5 应该重视模拟载荷试验

在GB/T7721《连续累计自动衡器（皮带秤）》国家标准^[7]的9.3.3条，针对模拟载荷试验及措施中规定了三种指标：一种是可以继续使用的；一种是需要技术机构管控下进行量程校准的；一种是应该由计量管理部门重新进行检定的。对于这种模拟载荷的试验结果处理方法，建议添加到相关的检定规程中，可以节约大量的人力、物力和时间。

4 结语

4.1 充分发挥我国试验系统的作用

山东省计量科学研究院和江苏省计量科学研究院各建设了一套皮带秤试验的系统，建议国家有关部门筹集部分资金，组织有关专家在这些装置上进

行一系列的试验，拿出一个比较科学的数据，填补这个世界难题。

4.2 循环链码装置是否能够替代物料校验装置？

与挂码装置、链码装置不同，循环链码装置是比较接近物料试验的一种模拟试验，当使用一条链码时不能模拟实际物料试验。如果在这套装置上再增加二条链码呢？是否就可以接近实物对皮带的作用力了，也就可以替代实际物料校验装置进行试验。是否可以在零点稳定性比较好的皮带秤上替代物料试验？我认为也是应该探讨的课题。

参考文献

- [1] OIML R50《连续累计自动衡器（皮带秤）》国际建议（2014版）[S].
- [2] OIML R50《连续累计自动衡器（皮带秤）》国际建议（1980版）[S].
- [3] JJG650-90《电子皮带秤》检定规程[S].
- [4] 美国44号手册2.21节皮带秤（2017版）[S].
- [5] 袁延强. 阵列式皮带秤[M].
- [6] 方原柏. 皮带秤的叠加法试验. 第十六届称重技术研讨会论文集[C].
- [7] GB/T7721-2017《连续累计自动衡器（皮带秤）》国家标准[S].

作者简介

沈立人，1947年出生，高级工程师，原山东金钟科技集团股份有限公司员工。1968年参加工作，在金钟公司从事各种机械衡器和电子衡器设计、制造、标准和规程编写等工作50余年。曾主持公司汽车衡、轨道衡、台案秤，多种自动电子衡器的设计与生产、安装、检定工作；研发并申报了多项专利技术；参加了目前衡器行业全部产品标准、计量检定规程、型式评价大纲的编写和审定工作；主持制订多种电子衡器标准；参加中国衡器协会组织的《衡器实用技术手册》《衡器装配调试工》培训教材；在国内相关计量技术的杂志上发表了百余篇论文。