

提高固体散货码头电子皮带秤长期稳定性的措施

南京西坝码头有限公司 唐毅平

赛摩电气股份有限公司 吴洪军

【摘要】 本文分析了散货码头计量电子皮带秤精度不易保持的原因,通过在皮带秤选型、选址、安装调试和维护过程中采取的相应措施,提高了电子皮带秤的使用性能,使电子皮带秤在较长时间内保持了性能的稳定。

【关键词】 物料叠加校准技术;双秤架结构;全悬浮结构秤架

一、南京西坝码头有限公司简介



南京西坝码头坐落于南京长江二桥下游约 5 公里处的主航道北岸,是由深圳国际集团、南京化工园区和南京港集团共同投资建设,也是目前南京港长江北岸唯一的万吨级公用散货码头。

西坝码头规划建设 5 万吨级泊位 5 个,项目分两期建设:一期工程建设 7 万吨级公用散货泊位 2 个,岸线长 550 米,配置 4 台 1250 吨/小时的卸船机,1 台 1500 吨/小时装船机,陆域堆场用地 40 万平方米,配置 4 台堆 3000 吨、取 1500 吨/小时的斗轮堆取料机,1 台 1500 吨/小时装车机,一

次性全部堆放煤炭可达 130 万吨，设计能力 800 万吨/年，2010 年建成投产；二期工程拟建设 5 万吨级通用散货泊位 3 座（其中上游 2 个泊位水工结构按 10 万吨级散货船设计）和相应的后方堆场及配套设施，利用岸线总长度 780m，陆域堆场规划用地 130 万平方米，设计能力超过 2000 万吨/年。

作为南京港长江北岸唯一的万吨级公用散货码头，其主要商业模式是固体散货装卸、堆存与中转。通过自动控制的皮带机输送系统，可同时实现散货作业的五大功能：卸船、堆场存储、装船（含卸船直取装船）、装火车和装汽车。

二、散货码头计量存在的问题

由于西坝码头是公用散货码头，主要为客户提供固体散货装卸、中转及堆存服务，在提供服务过程中计量的准确成为决定企业竞争力的关键因素。西坝码头的港口作业大部分为海轮运载煤炭到港后直接转驳到江船或进入陆域堆场，进入堆场的货物存放一定时间后再按客户的要求通过汽车、火车或江船转运。不论是直接转驳或进堆场再转运，作为客户和码头公司都需要对货物准确计量。

根据国际惯例，目前水运散货的结算方式为水尺计重。而影响水尺计量准确性的因素很多，如船舶状况、风浪等，有些码头船舶停靠后甚至无法观测六面水尺。有人做过测算，以一艘内河 2000 吨的驳船计算，如果平均吃水误差为 1 厘米，那货物的误差约为 6~7 吨；而一艘 5 万吨的货轮，平均吃水误差 1 厘米，货物误差就高达 55~60 吨，当风浪较大时误差可能达±(7%~8%)。还有观测者的水平、经验、责任心以及心理状态等人为因素的影响甚至有可能比硬件方面的更大。因此装卸港的水尺计量的不一致往往导致亏吨。在卸船装船皮带上安装有电子皮带秤，但是使用精度和稳定性不好，皮带秤的性能随着外部环境的变化而变化，厂家的技术人员一标就好，一走就变。准确计量是公用散货码头经营中的一个重大问题。

三、影响电子皮带秤使用效果的因素分析

经过两年的实践探索，我们逐步认识到在电子皮带秤选型、安装、校准过程中存在几个误区，主要原因是把电子皮带秤当做普通衡器来使用，没有考虑到电子皮带秤的特殊性。那么，电子皮带秤和普通衡器的主要区别在哪里，我们经过向专业人士请教学习以及和皮带秤专业厂家的共同探讨得出结论如下：

- 合理选择电子皮带秤结构和安装环境，才能有利于电子皮带秤的计量工作。
- 电子皮带秤必须安装在皮带输送机上，不像普通衡器是一个独立的设备，受其他设备的影响较小，电子皮带秤由于受到输送机皮带因素的影响，必须进行周期性校准。
- 电子皮带秤的校准方法必须符合电子皮带秤的特点，校准状态和使用状态必须一致。

1. 电子皮带秤结构的选择

电子皮带秤的秤架结构是将物料重量传递到称重传感器上的装置，其结构是否合理，直接影响皮带秤的精度。皮带秤高精度测量的关键是称重桥架将皮带上的物料重量全部、准确地传递给称重传感器，其中传递过程没有任何干扰力，而且要有较强的抵抗周围环境干扰的能力。目前，皮带秤

秤架结构有单杠杆式、双杠杆式、悬浮式等多种结构形式，对秤架进行受力分析和经过多方比较，我们认为这几种秤架中全悬浮秤架最为合理。该秤架在抗外界干扰力、有效计量长度等方面都具有较强的优势。因此，在精度要求较高的环节我们都选择了 PLR-4 全悬浮结构的皮带秤。



2. 电子皮带秤安装环境的选择

电子皮带秤应具有良好的安装条件。高精度的电子皮带秤，不仅取决于电子皮带秤本身，还取决于电子皮带秤所在输送机，具有良好的运行状况，满足电子皮带秤安装要求的工况，电子皮带秤的准确度和稳定性才有可能长期保持。

由于电子皮带秤安装在皮带输送机上，物料的重量通过物料——皮带——托辊——秤架——传感器这样一个过程进行传力，在这个传力链里，后面的几个环节均为刚性连接，可以有效进行力的传递，唯有皮带这一因素由于受到张力和硬度的影响，从而对皮带秤的计量产生影响，因此选择合理的安装位置，使皮带秤所在的安装位置皮带张力最小，皮带的张力变化最小时，皮带秤使用效果将会最好。因此我们选择了靠近输送机尾部的平直段，使得皮带张力变化对皮带秤计量影响最小。

另外，由于外界的振动等因素也可能对皮带秤的计量产生影响，我们选择了靠近码头的输送机，这条输送机的运行稳定性和皮带状况较好，空间不受限制，便于试验设备的安装和调试。这条输送机安装在地面的基础上，皮带状况也不错，输送过程的振动等因素对皮带秤的影响较小。

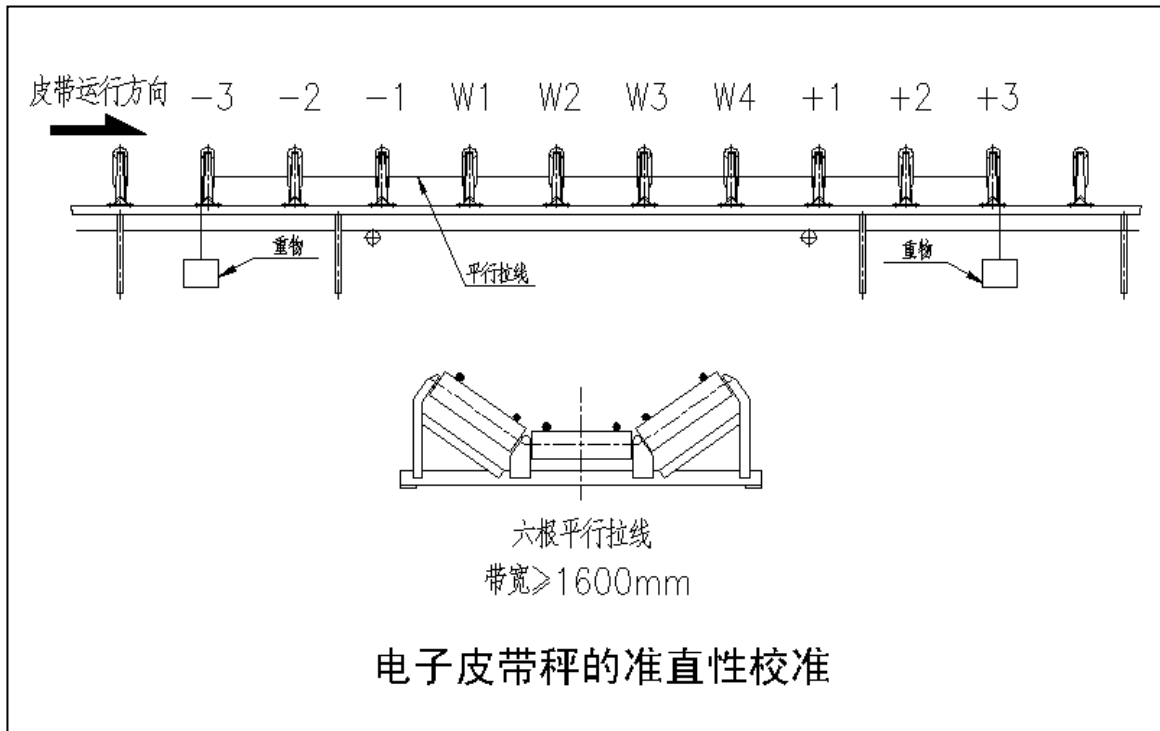
3. 电子皮带秤安装质量的控制

电子皮带秤安装在皮带输送机上，因此安装的质量也非常重要。为了保证电子皮带秤在称重过程中保持稳定，减少振动的可能性。我们采取了以下措施：

首先，我们按照厂家要求对皮带秤的称重区域进行了准直性校准，皮带秤及前后各 4 组托辊进行了精心的找正和找平，使得物料可以十分平稳地通过皮带秤。为了保证这一点，我们对这一区域

的所有托辊进行了精心的挑选，这些托辊的转动灵活，径向跳动小，而且所有的托辊支架槽形角误差做到了最小。

其次，为了减小皮带张力变化对皮带秤计量的影响，我们秤区托辊进行了垫高处理，所有秤区托辊均垫高了 6mm，而且秤区两边的托辊逐个降低高度，这样不仅物料通过秤区时很平稳，而且当皮带张力发生变化时，主要的受力变化由两边的托辊承担，而称重托辊受到的影响较小。



第三，在称重传感器的安装过程中，为了提高计量效果，我们将四个称重传感器进行了精心的找正，使得称重传感器在不受皮带和其他外力的情况下输出信号一致，这样在正常工作时，皮带秤的抗偏载能力较强。

最后，在皮带秤电气接线时，我们严格按照要求采用了屏蔽电缆和单端接地的做法有效保证了称重信号在传输过程中不受环境的干扰。

4. 电子皮带秤应具有方便有效的校准手段

传统电子皮带秤使用效果不理想，主要原因除了产品设计、制造、安装和维护等方面的原因外，主要原因是缺乏有效且便于操作的校准手段，电子皮带秤传统校准包括电子校准、挂码校准、链码校准和实物校准。除了实物校准方法外，其他三种均为模拟校准，校准时需要皮带输送机为空运转，这时输送皮带的状态和实际输送物料有着很大的不同，因此这种方法校准后的皮带秤在实际使用过程中，准确度仍然有较大的误差。而目前公认的实物校验方法，投资较高，占用空间较大，电子皮带秤配备实物校验的比例较小。而且对于港口码头来说由于输送机带宽大，流量高，输送距离长的特点，在进行实物校验时无法满足相关标准的要求——输送机最大流量下一整数圈的物料量。因此

港口码头电子皮带秤首先应保证皮带秤校验状态和使用状态接近的前提下，还应具有校验方便，使用较少物料进行在线实物校验的条件。

那么，现在的皮带秤技术是否能够解决以上问题呢，经过较长时间的比选，我们最终选择了赛摩电气公司的一项新技术——三桥物料叠加自校准皮带秤来解决这个问题。

PLR 型三桥自校准皮带秤，又称标准物料叠加校准皮带秤，主要由五部分组成：有高精度称重传感器支撑的 PLR 型全悬浮式称重桥架（两组前后各一）、称重传感器支撑的小型计量料斗、取料输送装置、N60 数字式测速传感器、6301-K 积算器及数字转换器。

使用这种叠加校准技术的皮带秤能够在不中断皮带秤正常运行的情况下进行在线物料自校准。二组称重桥架分别形成皮重秤和计量秤，皮重秤和计量秤之间安装有称重料斗，刮板式取料机安装在皮带输送机上，根据称重仪表设置定时取料，校准物料由螺旋输送机送入称重料斗。需要校准时称重仪表控制称重料斗开门放料，此时皮重秤计量的是输送物料重量，计量秤计量的是输送物料重量和称重料斗放下的校准物料重量之和，基于皮重秤与计量秤通过的输送物料量相同，称重仪表将计量秤得到的重量减去皮重秤得到的重量，得到称重料斗放出的校准物料重量值，此校准物料重量值与称重仪表自身显示的物料重量值进行比对，得出修正系数，按此修正系数修正称重仪表量程就完成了皮带秤的物料校准。

这种叠加校准技术皮带秤有如下特点适合散货码头的计量：三桥自校准皮带秤的优点

- 在完全工况状态下带物料校准，校准精度更高，校准更方便

皮带秤校准状态和正常工作状态几乎一致，皮带秤张力的变化极小，因此皮带秤的校准精度更高。

- 校准过程自动化

这种皮带秤计量时可以实现带物料校准皮带秤，不影响设备的正常运行，校准物料由取料装置自动取料，不需人为参与，校准过程不需皮带空运转，不影响生产过程。

- 实时比对，及时发现计量偏差

为了使皮带秤运行时称重控制更可靠，计量秤与毛重秤进行实时比对。如两秤称量值偏差过大，称重仪表将自动检测两秤的称重传感器输出，如某传感器输出异常，则使用该传感器的秤可能有问题，并及时给出报警提示。此时系统将采用传感器输出正常的秤作为计量秤，从而增加了皮带秤运行的可靠性。

- 皮带秤精度可视化

由于皮带秤校准的自动化和不影响生产，我们可以每天对皮带秤进行校准，随时掌握皮带秤的精度，做到皮带秤精度的及时掌握，做到心中有数。



四、安装和试运行



三桥自校准皮带秤在现场安装调试完毕后,首先采用该皮带秤系统自带的5吨小料斗进行校准,然后试运行,为了考察这种校准方法的长期稳定性,从第一次校准后,皮带秤的间隔值保持不变,每天只调零点。发现皮带秤的计量值和多数船的水尺接近,但有部分船的水尺计量和皮带秤计量不符合。为了进一步验证这种新型皮带秤的准确度,皮带秤在使用一年多来我们进行了多次实物比对试验。将皮带秤计量后的物料卸到专用场地后,再装车经过汽车衡称重结果比较。

下面是我们2011年12月2日对三桥皮带秤进行一次实物比对试验,为了检验不同流量下皮带秤的效果,我们保持皮带秤的间隔值不变,试验前只调零点。并且分别以2600t/h、1900t/h、1400t/h、900t/h、2200t/h等五种不同的流量,为了保证结果的可靠性,每个流量进行了两次试验,每次通过物料大约1000t,共生成9堆物料,并用100t的地磅对这9堆物料进行称量,结果如下表1:

表 1

| 时间：2011-12-2 | | 地点：南京西坝码头股份有限公司 | | | 天气：晴 | | | 风速：3级 | | |
|--------------|-------------|-----------------|--------------|------------|---------|--------|--------------|-------------|-----------|--|
| 序号 | 流量 (t/h) | 物料堆放 地点 | 物料堆放 开始时间 | 三桥皮带秤系统自校准 | | | 皮带秤累计 (t) | 地磅累计 (t) | 误差 (%) | |
| | | | | 皮带秤 (t) | 料斗秤 (t) | 误差 (%) | | | | |
| 1 | 2600 | 1# | 20:15 | 4.684 | 4.693 | -0.2 | 854.782 | 858.82 | -0.47 | |
| 2 | 2600 | 2# | 20:51 | — | — | — | 1080.871 | 1085.76 | -0.45 | |
| 3 | 1900 | 3# | 22:54 | 4.373 | 4.390 | -0.39 | 915.243 | 917.26 | -0.22 | |
| 4 | 1900 | 4# | 23:10 | — | — | — | 964.469 | 967.08 | -0.27 | |
| 5 | 1400 | 5# | 23:50 | 4.217 | 4.201 | 0.38 | 631.921 | 634.14 | -0.35 | |
| 6 | 1400 | 6# | 00:35 | — | — | — | 720.998 | 723.24 | -0.31 | |
| 7 | 900 | 7# | 01:30 | 4.222 | 4.214 | 0.19 | 681.197 | 684.62 | -0.5 | |
| 8 | 900 | 8# | 02:30 | — | — | — | 955.671 | 960.28 | -0.48 | |
| 9 | 2200 | 9# | 10:05 | — | — | — | 681.415 | 684.22 | -0.41 | |

后来我们又对皮带秤进行多次实物比对校验，在不调整皮带秤间隔值的情况下，皮带秤的计量结果和汽车衡相比较误差均不超过 0.5%。

五、结论

由于上述计量结果是在皮带秤未进行间隔调整的情况下得到的，而且时间跨度近半年，季节从冬天到春天，气温变化超过 20 度。由此可以得出以下结论：我们对皮带秤选型的方向是正确的，尤其是经过专业人员指导的选址、安装和校准后，皮带秤达到了令人满意的计量精度效果，且精度可以长期保持在 $\pm 0.3\% \sim \pm 0.5\%$ 的范围内。因为三桥自校准皮带秤计量的精度稳定性与重复性远高于水尺计量，目前我们在卸船和装船皮带上都安装了这种叠加校准技术的皮带秤，有了精确的计量数据，使得码头的经营摆脱了以往那种进出货物数目不清的被动局面，有效地提升了码头的管理水平。

参考文献

1. 《贸易结算皮带秤》昆明冶金设计院. 方原柏.
2. 《皮带秤现状和发展趋势》. 赛摩电气有限公司. 厉达.
3. CST.Belt weigher dynamics.CST[EB/OL].[2011-10-28].www.controlsystems.com.au.