

阵列式皮带秤在入厂煤贸易计量中的应用

中化镇江焦化有限公司 卢永才 吴常杰

南京三埃工控股份有限公司 曹新生

【摘 要】 本文概述了南京三埃公司“阵列式皮带秤”的原理、结构及特点，通过在中化镇江焦化公司进厂原料计量上的成功应用，阐述了“阵列式皮带秤”以较低的计量成本和较高的计量效率，实现了以皮带秤方式进行长期稳定计量，减轻了使用汽车衡计量产生的运输、存贮等巨大压力。

【关键词】 阵列式皮带秤 准确性 贸易计量

引 言

在焦化企业中，煤炭是主要生产原料，用量非常大，而煤炭作为一种能源，越来越紧缺，价格也在不断上涨，因而，计量的准确与否，对企业效益影响很大。计量不准确，会产生贸易纠纷；计量效率低，对运输、存贮及成本产生压力，并对生产造成巨大的影响，因此入厂原料的计量问题是焦化企业一个最重要的计量问题。以前企业使用的是皮带秤计量方法，尽管为了可靠，中化镇江焦化公司在一条皮带上装了两台皮带秤，但还是因为皮带秤的稳定性差，造成数据可靠性差。原料供应商对皮带秤的计量数据不信任，要求以汽车衡计量结算，大大增加了成本及运输和存贮的压力。

1 现行入厂煤计量方式与优缺点

1.1 现行的入厂煤计量方法

表 1 现行的入厂煤计量方法及优缺点

	皮带秤	吃水线	汽车衡	轨道衡
计量准确度	一般 稳定性差	低 人为影响大	高 稳定性好	高 稳定性好
计量效率	最高	较高	最低	较高
计量成本	低	低	最高	较高
投 资	少	少	中等	最高

表 1 分析了现行各种计量方式的优缺点，从企业使用角度看，诸多因素中，计量准确度和效率最为重要。

2 皮带秤的应用及限制

通过上述分析，皮带秤具有效率高，成本低的特点，而在焦化企业煤炭运输流程中，又基本采用皮带运输机，因此，采用皮带秤当然成为一种优先的选择。但皮带秤存在下列众所

周知的问题：

2.1 准确度偏低

现行国际法制计量组织的国际建议（OIML）R50 中，对皮带秤的准确度等级分为两级，最高准确度为 0.5 级。

国内的皮带秤国家标准(GB/T 7721—1995)中，皮带秤的最高准确度等级为 0.25 级。但在实际应用中，许多号称 0.25 级的皮带秤几乎没有一个能达到这一准确度水平。因此，即将实施新的皮带秤国家标准(GB/T 7721—2008 草案)将这一准确度等级取消了，等同采用 R50 国际建议，即只有 0.5 级最高准确度等级。

相比较汽车衡（Ⅲ级秤）的计量准确度而言，其准确度下降了近一个数量级。

2.2 长期稳定性差

对大多数用户来说，0.5%的计量准确度虽略显低，但也基本能够满足使用要求。但对于皮带秤来说，保持计量准确度的长期稳定性才是最大的挑战，或者说保持长期稳定性是皮带秤能否用于贸易结算的关键。实际上，能够长期保持称重准确度在 0.5%的皮带秤产品市场上很难见到。大多数能保持一定准确度的皮带秤都是配备了完善的实物标定系统并且经常进行标定的。

2.3 皮带张力影响大

在皮带秤中，物料在皮带上方，秤架在皮带下方，皮带处于两者中间。由于皮带运输的特点，皮带张力的大小随物料量的多少而变化。

显然，皮带张力是客观存在的，无法改变。改变张紧方式（如重锤式张紧）有利于张力平稳但无法消除。因此，传统皮带秤都采用笨重的秤架结构，以提高刚度，减少皮带张力的影响。实际应用中，皮带秤的长期稳定性差与皮带张力的变化是最大的因素。

2.4 安装维护要求高

由于皮带张力影响大，所以对皮带秤的安装要求很高，各托辊的高度一致性要求在 0.5mm 以内。另外，当托辊因装配或磨损原因造成偏心或由于沾上粉尘导致托辊表面高度发生变化时，对称重影响十分明显。这样，为了保持准确度，就对皮带秤安装和维护提出很高的要求。

2.5 标定困难

皮带秤要保证准确度最好的办法是在实际使用条件下经常进行实物标定，以检验和修正皮带秤。但限于企业实际状况，由于标定过程的复杂，环节多，牵涉部门广，且对企业的连续生产会产生一定的影响，因此，实物标定不可能经常性进行。

综上所述，采用皮带秤虽有优点，但只有解决了称重准确度低、长期稳定性差和维护要求高的三大难题后才能真正实用于入厂原料的（贸易结算级）计量。

3 阵列式皮带秤的原理与结构

南京三埃公司有着一支多年从事皮带称重研发的队伍，并建有国内首创的高仿真 QPS 皮带秤全性能测试中心，2007 年开发出包含三个专利技术的“SA-600 阵列式皮带秤”。

3.1 “阵列式皮带秤”的原理

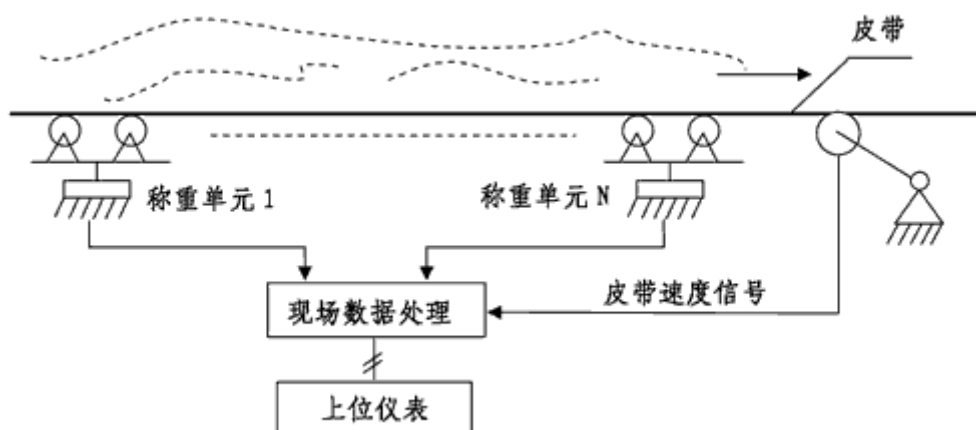


图1 阵列式皮带秤系统框图

通过系统框图可以清楚看到，阵列式皮带秤是将多个称重单元（1—N）顺序串联安装在皮带上，组成一个阵列，并因此得名。在这个系统中包含了三个专利技术：

（1）阵列式皮带秤

如图所示系统，其实现了一个全新的称重误差理论，采用一个专用的数学模型，通过对各单元间重量的计算与比较，达到修正皮带张力对称重影响的目的。在单元数 $N=8$ 的情况下，可有效减少皮带张力影响达到 90% 以上。经过进一步努力，这个比例还可能做到 95—98%。

（2）单点悬浮式称重平台

这是单个称重单元的结构型式。在这个专利中，巧妙的利用了工程力学的基本原理，在结构上采用了薄壁、高梁的结构形式，采用单只称重传感器作为支撑。而称重平台上安装了两组称重托辊。由于只用一只传感器，故称为“单点悬浮式称重平台”。

这一平台设计理念与传统皮带秤大相径庭，其重量只是传统皮带秤的 10—20%，当单元数 $N=8$ 时，总重量与传统皮带秤基本相当。整个力学结构极其合理，排除了皮带秤常见的簧片、橡胶轴承等结构型式，采用了刚性直联的方式，使单元稳定性优异。

（3）工字型称重传感器

工字型称重传感器是专为单点悬浮式称重平台而设计的，因其结构型式如工字形状，故命名。这种传感器结构形式独特，并且具有抗水平力影响的性能，同时，传感器独特的结构形式使得其与称重平台结合后的力学性能大大改善，并且传感器的动态性能大为改善，适应皮带秤这种变动负荷的运动特性。

3.2 阵列式皮带秤的特点

（1）称重准确度高

当单元数 $N=8$ 的情况下，皮带秤的实物标定准确度可以长期稳定的达到 0.25% 水平，实际测试时，可以达到 0.1% 的水平。

下表为三埃公司 2008 年 7 月 18 日在公司自建的 QPS 皮带秤全性能测试中心测试的“SA-600 阵列式皮带秤”的一组数据。

表 2 测试记录

序号	流量 (t/h)	带速 (m/s)	张力 (kg)	料斗秤值 (t)	皮带秤值 (t)	误差 %	备注
1	400	2	452	27.149	27.134	0.055	
2	400	2	912	27.027	27.024	0.011	
3	400	2	912	26.907	26.914	0.026	
4	400	2	912→25→538	26.673	26.655	0.067	变张力
5	400	2	22	26.345	26.319	0.099	
6	400	2	22	25.840	25.824	0.062	
7	300	2	467	25.628	25.627	0.004	
8	500	2	467	25.556	25.543	0.050	

三埃公司的 QPS 皮带秤全性能测试中心具有流量、带速、皮带张力自动调节系统，可高度模拟仿真皮带秤现场使用情况。控制衡器为一台 40t 料斗秤。（详细内容另文介绍）

（2）抗皮带张力影响

从上表中看出，由于采用了全新的误差理论数学模型，可以基本克服皮带张力的影响，使得影响皮带秤长期稳定性最大的因素基本得以消除，因而皮带秤的长期稳定性极好。

（3）安装要求降低

传统皮带秤对称重托辊面的一致性要求很高，一般要求达到高差小于 0.5mm，而实际中基本无法做到。阵列式皮带秤对安装的要求则大为降低，通常用肉眼观察就能满足安装要求，并且对称重准确度影响很小。

由于采用多单元称重，每个单元重量一般在数十公斤，安装时无须动用吊装机械即可轻松安装。因此，阵列式皮带秤的安装不需要专业的安装队伍进行，一般自行安装即可达到要求。

（4）托辊沾料等维护量减小

传统皮带秤中，当托辊沾料时，对称重的影响很大，其影响程度与安装时的要求基本相同。而实际上，托辊沾料很常见，也难以及时清除，从而造成实际使用中的皮带秤准确度受到影响。

阵列式皮带秤在托辊沾料后，一般情况下不需处理，对称重也基本无影响。日常维护主要是清除称重单元积尘和检查托辊转动情况。

通过前面对传统皮带秤的分析和用户对皮带秤的长期使用感受来看，皮带秤的特点是“难伺候，不稳定”。而阵列式皮带秤针对这个特点使皮带秤成为“零维护，高稳定”的计量器具。

4 阵列式皮带秤在中化镇江焦化公司的应用

获知南京三埃公司研发出高准确度的贸易计量级的阵列式皮带秤，2007 年 6 月中化镇

江焦化公司及时引进并在原料进厂的 19#高架皮带进行了安装试用。为考察“阵列式皮带秤”的准确度及长期稳定性，试用期间对“阵列式皮带秤”的数据与汽车衡进行比对。

4.1 皮带秤安装位置

皮带秤安装于原料进厂的运输流程中。原料自码头下船后，经 19#皮带后进入料场。19#皮带机参数如下：皮带周长：804m；皮带速度：2m/s；皮带宽度：1m。

从图 2 中可以看出，皮带秤的安装位置距尾轮约 45 米，整条皮带长度较长，且尾部具有斜坡段，从传统的皮带秤安装规范来看，这条皮带状况并不太理想。

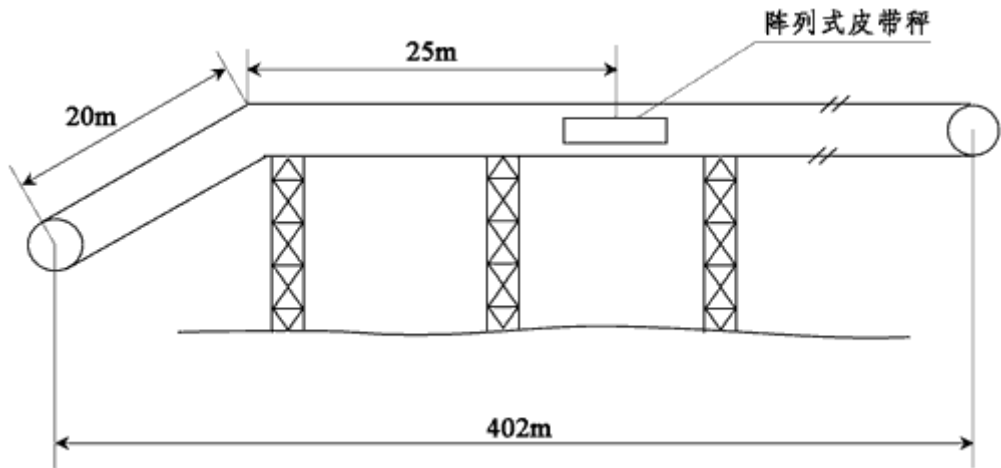


图 2 19#原料皮带秤位置图

4.2 实际使用效果

(1) 皮带秤皮重检测

自 2007 年 10 月 17 日至 11 月 13 日，每天检测一次皮重值，共检测皮重值 30 次，平均皮重值为 0.1252，最大值为 0.1257，最小值为 0.1246。这里的数值是仪表的一种显示方式。但和同期其它皮带秤的皮重值数据相比，数值变化量减小 4 倍。从数据本身来看，阵列式皮带秤的空秤稳定性有很大的提高。

(2) 实物比对数据

表 3 实物比对数据

标定日期	汽车衡量 (t)	皮带秤量 (t)	误差 (%)	比对物料
2007.10.20	325.30	324.85	-0.14	煤
2007.11.12	662.68	661.08	-0.24	煤
2008.3.6	101.95	102.12	+0.17	煤

由于实物比对量较大，比对过程中影响环节多、控制不够严谨，因而测试出来的准确度误差未必就是“阵列式皮带秤”的真实水平。但是在前后四个多月的使用过程中的三次比对测试，校秤系数均未作修改，尚能保持如此准确度，镇江焦化公司已经是非常满意，同时该秤也获得了煤炭供应商的认同。

5 存在问题

皮带秤的准确度有赖于产品本身的技术先进性和产品的质量,日常的标定对于检查或认定其准确度十分重要。但由于现场条件有限,大规模实物标定不宜频繁进行,而且其带来的工作量对生产的影响亦不容忽视。陈列式皮带秤由于其对皮带张力的补偿原理,使得模拟方法和实物标定的差距减小,因此,找到一种可行的很接近的实用模拟方法去替代实物标定。对皮带秤运行维护是很有好处的。

6 结束语

19#皮带秤作为中化镇江焦化公司进厂原料的计量装置,直接和客户进行贸易结算,其准确度对企业和原料供应商都影响重大,在阵列式皮带秤投入运行后,企业投入大量人力、物力进行皮带秤的长期稳定性跟踪试验,验证了阵列式皮带秤的准确性和长期稳定性。并使之成为供需双方共同认可的放心计量装置。这一应用实例的成功,为阵列式皮带秤以后在其他如焦炭、煤等散状物料的贸易结算计量上的应用起到的很好的示范作用。