

首钢京唐公司采用电子皮带秤计量大宗散装物料的探讨及应用

首钢京唐钢铁联合有限责任公司 马 辉, 付建新, 季贺喜

[摘 要] 电子皮带秤广泛的应用于钢铁冶炼、矿山采集、煤炭开采、码头运输等工业散装物料的计量应用中。物料流量大小、皮带厚薄和松紧度、托辊高度差、皮带输送机上升倾角等诸因素的变化均会对皮带秤计量精度产生影响。本文针对首钢京唐公司电子皮带秤的安装、调试及校验等存在的诸多问题进行探讨。

[关键词] 皮带秤; 料流; 计量精度; 安装; 调试; 校验

[中图分类号] TH715.1*95 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1003-5729(2017)03-0007-05

Discussion and application for bulk material measurement of using electronic belt scale in Shougang Jingtang United Iron and Steel Company

Article abstract: Electronic belt scale is widely used in iron and steel smelting, mining, coal mining, terminal transportation and other industrial applications of bulk materials measurement. Material flow size, belt thickness and tightness, roller height difference, the belt conveyor angle of rise and other factors will change the belt weighing accuracy impact. In this paper, the electronic belt weigher installation, installation and verification of the existence of many problems to explore in Shougang Jingtang Company.

Key words: electronic belt scale; material flow size; weighing accuracy; installation; debugging; verification

1 引言

首钢京唐钢铁联合有限责任公司(以下简称“京唐公司”)部级间采用电子皮带秤计量,主要应用于供料作业部、焦化合资公司、炼铁作业部、炼钢作业部的上料及产品计量中,其中冶金焦炭、球团矿、烧结矿、生矿、喷吹煤、白灰等散装物料在计量、使用过程中存在许多问题,安装位置应选择输送机皮带张力变化最小的地点,安装在输送机的靠尾部的地方,皮带秤应安装在输送机的水平段,称重托辊和称重托辊前后各三组托辊要非常精准地进行尺寸校准。皮带秤称重范围内托辊应在统一平面。皮带的纵向张力应保持不受来自重力张力装置或其它自动张力装置的温度、磨损或载荷的影响。

2 传统电子皮带秤介绍

电子皮带秤一般由秤体、称重传感器、速度传感器、电机、称重控制仪表等组成。如图1所示,详细阐明了电子皮带秤积算器,论述了皮带秤供电电源、激励、信号、补偿以及通讯方式,测速传感器的信号采集方式。

6001B型积算器自身的软件系统能够完成皮带秤重量信号和皮带速度信号的采集、调制、输出等功能。电子皮带秤的电器部件安装必须满足规定的技术要求,保证计量输出信号的稳定。

(1) 皮带秤仪表应安装在清洁、通风、干燥控制室内。

(2) 拉式称重传感器的拉杆长短合适,应保证皮带空载运转时秤架处于水平状态,拉杆受力应

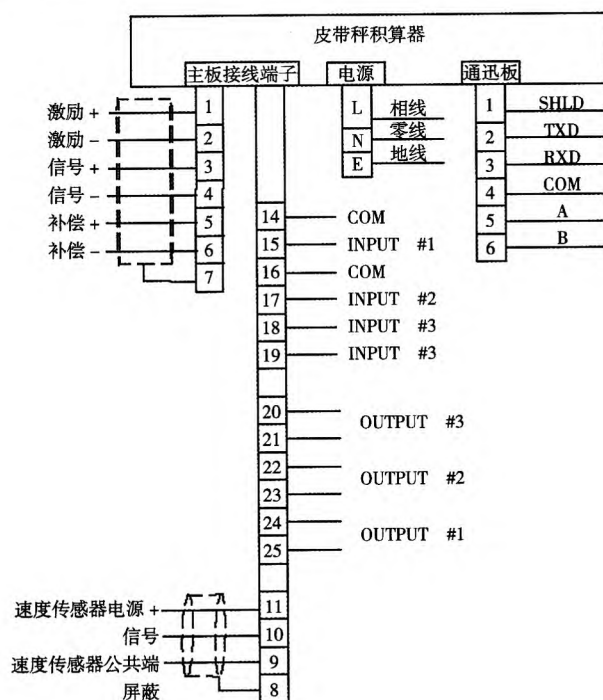


图 1

垂直。

(3) 称重传感器的固定螺栓应紧固。

(4) 测速传感器的固定螺栓应紧固，测速轮磨损不能太严重，应有足够的摩擦力，不能滑动。

(5) 各接线的接头处应焊接牢固，用防水胶带包好。

(6) 传感器接线及总线不能有破损，线路中不能存在与提高计量性能无关的任何设备或电路。

(7) 信号传输线应长短合适，走线合理，位置固定。

(8) 接线盒位置固定，接线盒内各接线端子应紧固，不能有氧化锈蚀现象，各屏蔽线连接牢固。

3 京唐公司部级计量皮带秤的链码检定方法

电子皮带秤的应用受现场影响因素很多，诸如皮带的速度、跑偏、皮带的弹性模量随温度和使用时间的变化、称重段及其前后托辊组的运行状况、承载的结构及安装调试的技术手段以及皮带秤的校准方法、维护管理等，都对皮带秤的准确度产生不同程度的影响。因此，许多电子皮带秤在现场运行过程中达不到生产厂家所保证的准确度。

京唐公司部级计量皮带秤配置了滚动链码和循环链码，部级计量皮带秤全部实现了实物检定、

链码检定、挂码检定，现简单介绍一下链码的检定方式。

3.1 滚动链码校验装置也可称为拖式链码校验装置

滚动链码校验装置是一种模拟负荷标准器，可作为电子皮带秤和称重给料机的校验标定器具，能方便地校准和修正电子皮带秤的记录精准。其工作原理：电子皮带秤调零后，需启动电机减速机运行，把藏箱内的链码缓慢的放到皮带输送机上，然后将钢丝绳固定，则标准重量的链码在皮带运行时，动态模拟物料状态，链码模拟皮带上每米物料的负荷置于运行中的皮带上，两端用钢丝绳呈“八”字型牵连以防走偏或同皮带一起滑行，其长度应能覆盖电子皮带秤的称重托辊以及前后两组托辊。记录皮带一圈的长度和运行的权属，为链码的标称值之积作为基准值。链码通过秤体把重量传给称重传感器，此时的皮带运行速度为恒速，称重仪表的累积量与基准值进行比较，确定电子皮带秤的实际误差是否在要求范围，检定器计量精准度是否合格。校验结束后，启动电机减速机运行，将链码收放到藏箱体内，通过行程开关的控制，则避免了链码与卷扬滚筒之间的碰撞而损坏设备。

滚动链码系统构成及特点：

滚动链码主要由链码、支腿、卷扬滚筒、过度托辊、箱体、钢丝绳等组成，链码主要由滚筒、轴、拉杆、密封圈、链片等组成，一般以米为单位长度，以 200mm 为节距，结构比较灵活，可根据需要进行选取。

设备主要特点：

(1) 链码安装在皮带上方位置，校验过程方便快捷，省时省力，准确可靠；

(2) 当输送机上方有较大空间时，可选用卷扬式收放装置，而当空间较狭窄时，可选用卧式收放装置；

(3) 当量程小选用卷扬式装置时，可将卷扬收放装置固定在输送机框架上，需要一台输送机配一套收放装置；另一种方案是将收放装置固定在输送机上方的皮带廊顶部，并且可以在手动或电控状态下横向移动，以达到一套收放装置标定两

台输送机上皮带秤的目的，可节约成本。

3.2 循环链码校验装置

动态循环链码校验装置安装在皮带输送机上的电子皮带秤进行动态校验的设备，动态循环链码校验装置可以实现对电子皮带秤精度的动态自动校验，通常用于校验准确度等级为 0.5 ~ 2.0 质检的各类电子皮带秤。动态循环链码校验装置安装在电子皮带秤现场附近，位于电子皮带秤秤体处的输送机上方，本装置能在带式输送机空载运转中，自动平稳地落在判断出体上方，由带式皮带输送机拖动通过皮带秤的称量段，闭环的循环链码圈经装置机械传动，由带式输送机的拖动实现周而复始的循环运转，满足模拟输送物料的状态，以完成皮带秤准确度的动态校验。

循环链码主要由机架、标准链码、升降系统、电控系统等组成。

4 京唐公司部级计量皮带秤陆续改造升级为阵列式皮带秤

京唐公司自 2013 年陆续对部级间计量皮带秤进行技术改造，到 2016 年 9 月更换阵列式皮带秤。

4.1 阵列式皮带秤的原理

如图 2 所示：

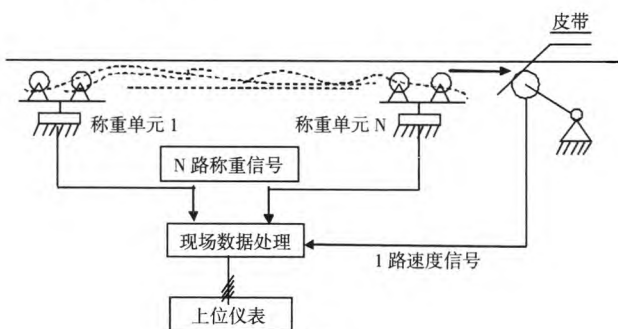


图 2

通过阵列式皮带秤的系统图可以清楚看到，“阵列式皮带秤”是将多个称重单元（N-1）顺序安装在皮带机上，组成一个阵列。

4.1.1 阵列式皮带秤

如图 2 所示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，通过实验皮带张

力影响减少 90% 以上，经过进一步努力，还可达到 95% ~ 98%。

4.1.2 单点悬浮式称重平台

单个称重单元的结构型式，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，称重平台上安装了两组称重托辊，只用一只传感器，称为“单点悬浮式称重平台”。整个力学结构极其合理，传统皮带秤常用的簧片、橡胶轴承等结构型式，采用刚性直联的方式，使单元稳定性极其优异。

4.1.3 工字型称重传感器

工字型称重传感器是单点悬浮式称重平台而设计的一种新型传感器，这种传感器结构形式独特，并且具有较强抗水平力影响的特性；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，使传感器的动态性能大为改善，大大适应皮带秤这种变动负荷的运动特性。

4.2 皮带张力变化对皮带秤响应的模拟试验

皮带秤响应的模拟试验，可通过调节皮带机张紧装置的配重来模拟皮带张力的变化，而该重量是可控可测的。

模拟张力从 42kg ~ 998kg 变化时测得的试验数据，如表 1 所示。

4.3 水平力影响的模拟试验

皮带运行时与托辊间的摩擦力、皮带承载后下垂都会产生水平推力。水平力会使皮带秤秤架产生旋转力矩，引入误差。我们将托辊转动，人为制造水平力的方法来进行水平力影响的试验。

将阵列式皮带秤 1/3 的托辊（共 16 只）堵转前后的试验数据，如表 2 所示。

4.4 沾料、振动及速度变化影响的模拟试验

皮带运行时，托辊的径向跳动、皮带下垂对托辊的冲击都会使皮带秤秤架产生振动，振动产生的力叠加在有用信号上产生误差。我们采取托辊缠铁丝模拟沾料并产生振动来进行振动影响的试验。

在 16 只托辊（每托辊组任选 1 只），沿轴线方向、圆周每 1200 缠一根直径 4mm 铁丝，皮带运行时模拟沾料对振动的影响、并通过改变带速来

改变振动频率后的试验数据。如表 3 所示。

0.2%以内。皮带秤耐久性指标的相关模拟测试办法是一种替代现场运行环境中恶劣的环境的方法，这种测试方法可以模拟现场各种影响因素。

试验看出在各种影响因子的模拟测试中，SA/ICS-ZL 阵列式皮带秤均能满足 OIML 中 R50 关于耐久性指标的规定，系统的精度稳定的控制在

表 1

序号	设定流量(t/h)	带速(m/s)	皮带张力(kg)	皮带秤示值(kg)	控制衡器示值(kg)	误差(%)	备 注
1	200	2.2	346	5814.9	5814	0.01548	
2	500	2.2	346	8221.0	8214	0.08522	
3	800	2.2	346	20784.4	20748	0.17544	张力增加
4	200	2.2	998	6640.6	6641	-0.006	
5	500	2.2	998	9677.0	9680	-0.031	
6	800	2.2	998	20372.5	20348	0.1204	

表 2

序号	设定流量(t/h)	带速(m/s)	皮带张力(kg)	皮带秤示值(kg)	控制衡器示值(kg)	误差(%)	备 注
1	200	2.2	346	7467.1	7464	0.04153	
2	500	2.2	346	9224.4	9229	-0.0498	
3	800	2.2	346	19818.4	19792	0.13339	
4	200	2.2	998	7318.6	7326	-0.101	
5	500	2.2	998	11800.7	11802	-0.011	
6	800	2.2	998	11800.7	11802	-0.011	

表 3

序号	设定流量(t/h)	带速(m/s)	皮带张力(kg)	皮带秤示值(kg)	控制衡器示值(kg)	误差(%)	备注(频率)
1	200	2.2	346	8016	8024	-0.0997	
2	500	2.2	346	1279.1	1278	0.08607	
3	800	2.2	346	21510	21496	0.06513	
		每根托辊	各缠 3 根	4mm 铁丝	试验数据		
1	160	2.2	346	5591.4	5582	0.1684	f≈10HZ
2	200	2.2	346	6488.3	6490	-0.0262	f≈20HZ
3	160	2.2	998	6243.3	6242.54	0.01217	f≈10HZ
4	200	2.2	998	8160.7	8158	0.0331	f≈20HZ

通过前面对传统皮带秤的分析，传统皮带秤的特点是“准确度偏低、不稳定”，阵列式皮带秤成为“低维护、高稳定性”的动态散料计量器具，其中京唐公司和西山焦化合资公司间冶金焦炭计量皮带秤采用阵列式皮带秤，采用斗秤的实物检定方式，采用实物检定的方式、方法来验证阵列式皮带秤的运行、检定精度。

(1) 标准衡器选用料斗秤，斗秤量程 40t，采用 20t 标准砝码进行标定，规定每三个月检定一次。

(2) 正确去皮操作，检定阵列式皮带秤前，对阵列式皮带秤进行去皮操作 2 次~3 次，去皮操作过程中不得触碰秤架、皮带上不得有余料，几次去皮皮重值误差要在允差之内。

(3) 冶金焦炭实物检定

1) 先输送一批物料，检查各转运环节有无积料、漏料、撒料；

2) 料流控制在 500t/h，持续时间 30s，保证溜槽和斗秤间翻板有足够的积料，斗秤从新标零；

3) 计算皮带秤称量误差： $\Delta=(WS-WB)/WB$

式中：WS——检定物料通过皮带秤称量的重量；

WB——检定物料斗秤的称量重量。

实物标定记录，如表 4 所示。

表 4

单位：吨

序号	三埃	焦化(传统皮带秤)	料斗秤	三埃误差率	焦化误差率	料流	备注	时间
1	9.65	9.50	9.28	3.987%	2.371%	500	填缝	2014 年 2 月 20 日
2	23.73	23.92	23.70	0.127%	0.928%	500		2014 年 2 月 20 日
3	25.57	25.55	25.6	-0.117%	-0.195%	500		2014 年 2 月 20 日
1	3.01	3.00	2.70	11.481%	11.111%	470	填缝	2015 年 1 月 15 日
2	9.07	9.00	9.03	0.443%	-0.332%	470		2015 年 1 月 15 日
3	21.52	21.60	21.60	-0.370%	0.000%	500		2015 年 1 月 15 日
4	20.98	20.97	21.08	-0.474%	-0.522%	400		2015 年 1 月 15 日
1	3.83	3.77	3.63	5.510%	3.857%	520	填缝	2016 年 2 月 15 日
2	20.67	20.47	20.72	-0.241%	-1.207%	530		2016 年 2 月 15 日
3	26.44	26.32	26.47	-0.113%	-0.567%	530		2016 年 2 月 15 日

4.5 注意事项

检定物料量必须满足以下要求的最大值：

(1) 最大流量下输送一小时物料量的 2% (如 $Q_{\max}=1000\text{t/h}$ ，检定用料量为 20t)；

(2) 最大流量下皮带机运行一整圈运送的物料量。

京唐公司使用的阵列式皮带秤采用实物检定方式误差控制在 0.25% 以内，设备运行良好，皮带秤计量精度高、稳定。

5 实施及应用效果

京唐公司是临港靠海的大型钢铁企业，在散状物料的运输和生产配料中大量应用电子皮带秤，电子皮带秤采用实物校验的检定方式提高了皮带秤对散状大宗物料的计量精度，阵列式皮带秤正在逐步应用在公司部级计量中，避免公司供料作业部、炼铁作业部和焦化合资公司间计量异议，对公司高炉降低冶炼成本、降本增效起到较好的推动作用，逐步细化研究散装物料计量衡器，锻

炼了专业人才队伍，提高了专业技术人员业务素养和技术能力。

参考文献：

- [1] 电子皮带秤的原理及应用[M].冶金工业出版社,1994.
- [2] OIML INTERNATIONAL RECOMMENDATION[S]. 1997.
- [3] 李金海.衡器计量[M].中国计量出版社,200408.
- [4] 连续累积计量衡器检定规程[S].2002.

作者简介：

马辉 (1981 年~)，男，河北秦皇岛人，工程师，主要从事自动化及设备、仪器仪表管理方面的工作。

(作者通讯地址：河北省唐山市曹妃甸工业区
3 加蓝海佳苑 104 号楼 401 室
邮 政 编 码：063200
收 稿 日 期：2017-02-08)

[编辑 殷志虹]