

影响电子皮带秤计量数据准确的因素及解决方法

□江苏沙钢集团有限公司计量控制室 王勇

【摘 要】电子皮带秤所处工作环境复杂多变，秤计量精度经常受到外界不可控因素干扰，从而易导致电子皮带秤运行的长期稳定性、准确性受影响。本文以实际生产过程中容易被忽略的影响因素为例，给出相应的技术措施及管理措施，减少或避免电子皮带秤对物料最终计量结果准确性的影响，同时依托于自主开发的计量管控平台对电子皮带秤运行数据的全过程管控，达到保持电子皮带秤长期稳定运行效果。

【关键词】电源保障；速度失准；秤架积料；受力失稳；系统应用

文献标识码：A

文章编号：1003-1870（2025）01-0014-06

Factors Affecting Measurement Data Accuracy of Electronic Belt Scale and Solutions

Abstract: The working environment of the electronic belt scale is complex and changeable, and the measurement accuracy of the scale is often influenced by external uncontrollable factors, which easily affects the long-term operation stability and accuracy of the electronic belt scale. Given the influencing factors that are easily ignored in the actual production process, this paper provides the corresponding technical measures and management measures to reduce or avoid the influence of the electronic belt scale on the accuracy of the final measurement results of materials. At the same time, relying on the self-developed measurement control platform to control the whole process of the operation data of the electronic belt scale, the long-term stable operation of the electronic belt scale is maintained.

Keywords: power supply guarantee; speed inaccuracy; material accumulation on weighing frame; stress instability; system application

引言

在提出问题前，先简单了解一下皮带秤的构成及其计量原理^[1]。皮带秤主要由秤架、托辊支架、托辊、称重传感器、测速传感器、信号采集器及计量仪表组成。当物料由皮带运输，经过安装有电子皮带秤的计量段时，称重传感器输出一个重量信号，测速传感器输出一个速度信号，两个信号经过仪表的数据处理，将当前的瞬时流量、瞬时速度、累积量等主要信息进行显示。由于电子皮带秤直接安装于皮带输送机架，安装环境相对恶劣，所以皮带秤计量精度在很大程度上取决于皮带秤初次安装的规范性及安装细节上的处理细致程度。但在实际现场环境使用过程中，仍会存在各种因素影响计量数据的准确性。如计量设备电源的供电保障；测速传感器测量准确度变差；秤架计量本上体物料堆积的量较多；称量单元托辊损坏；维护保养缺失导致电子皮

带秤有效计量段的支架因腐蚀而松动、倾斜、垮塌；电子皮带秤计量区域带料停机等。下文就实际工作中遇到的以上问题进行展开讨论。

1 可能影响皮带秤计量准确性的因素

（1）计量设备电源的供电保障。电子皮带秤在现场使用中，设备本体及显示仪表均安装于较偏远的现场，通过远程数据采集将仪表数据传输至车间主控楼或者集中计量监控中心。计量员在正常工作中均通过对电脑显示的采集画面模块进行计量确认操作。一旦出现现场皮带在正常运输物料过程中仪表电源突然失电的现象，即使失电后及时发现，通常从发现到紧急处理这段时间丢失的物料计量数据不可能再找回，从而会导致整个班产物料计量数据的偏差。

（2）测速传感器测速准确度变差。从前文中提到，仪表将采集到的称重单元的重量信号与速度

信号进行数据处理，最终得到物料瞬时流量和累积量。速度是计量数据准确与否的一项重要技术参数，测速准确度变差会直接导致仪表计算出来的瞬时流量存在误差。一般情况下，皮带机的速度值均在3m/s 以内，如果出现误差超过0.03m/s 的速度变化值，误差即超过1%，可见其影响量是较大的。常见的速度变化主要由测速传感器与测速滚轮连接是否紧固、贴合，测速辊轮是否粘料。还有就是驱动滚筒是否粘料、包胶脱落，检维修更换的驱动辊是否直径完全一致，耦合器是否缺油等。

(3) 秤架计量体上物料堆积的量较多。跟速度一样的原理，称重单元的重量信号输出值，是直接影响到仪表瞬时流量的关键参数，称重信号增大，瞬时流量对应增大。由于天气变化（晴转雨），物料种类变化（湿度、颗粒度），会使皮带表面粘料或者放料不均匀，导致运输过程中皮带跑偏抛洒物料。当粘料、抛洒物料落至秤架受力平衡梁，经过一段时间，物料堆积达到一定程度后，量变引起质变，会超过电子皮带秤允许误差范围。我们曾经做

过几次试验，以皮带速度2m/s 的输送机为例，秤架单元增加1kg 物料，瞬时流量即增加1.87kg/h，实际情况发生粘料时，对瞬时流量的影响值有（5~8）kg/h，对应到实际瞬时流量（300~2000）kg/h，误差波动范围可达0.25%~2.6%。这一数据大部分超过电子皮带秤0.5% 误差范围的要求。举个例子，在实际使用过程中，我公司运输煤的一条皮带，安装有两台同规格电子皮带秤，经过实物标定后，在实际运料过程中出现了两台秤计量数据偏差达2.99% 的情况。2024 年3 月2 日中班（3 月1 日的16 点至24 点），主秤班产累计值3457.666t，对比秤班产累计值3520.972t，误差为1.83%。3 月2 日夜班（3 月2 日的0 点至8 点），主秤班产累计值625.497t，对比秤班产累计值644.221t，误差为2.99%。经现场检查，发现计量数据偏大的对比秤，秤架上水煤抛洒堆积严重。对秤架积料清理后，不进行零点、校准系数的校准操作，继续投入使用，连续跟踪半月（3 月2 日至3 月15 日）的计量对比数据误差均稳定在 $\pm 0.5\%$ 以内。图1 所示为计量管控平台记录的计量对比误差趋势图。

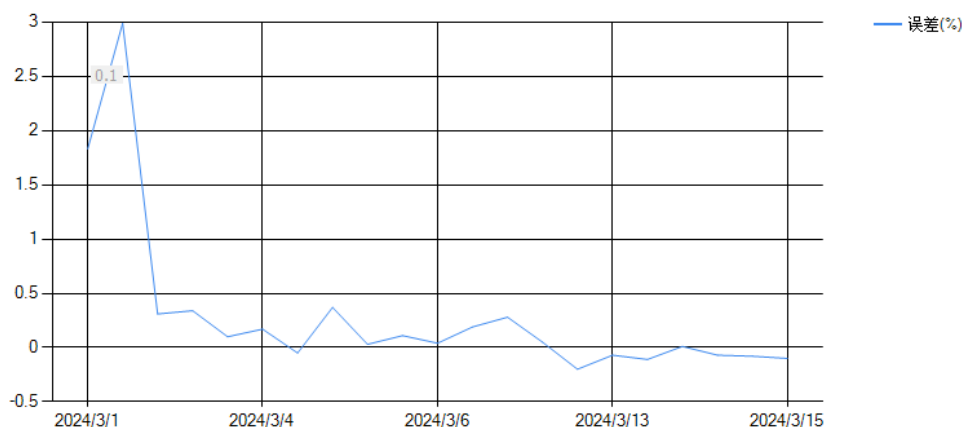


图1 秤架积料清理前后对比秤的误差

(4) 称重单元托辊损坏。皮带秤称重单元安装于皮带支架，通过托辊、托辊架将皮带上的重力传导至称重传感器，从而输出称重信号值。安装过皮带秤的或者使用过电子皮带秤的都知道，在安装皮带秤的时候，要求称量段前三至称量段后三组托辊，所有的托辊架需要两侧加中间均处在同一平面，保证皮带上物料的力传导均衡、稳定。托辊在长期的运行过程中，轴承由于磨损，使托辊与其余正常托辊不再保持统一平面，皮带运输物料经过时会形成一个微不可察的凹陷，使该托辊处的皮带与

前后两组正常托辊间存在一个细微夹角，重力传导时存在一个水平倾斜分量，导致重量检测数据失真。实际工作中，对检修前后零点数据的校准值对比，得出称量段中间区域的底部托辊、侧托辊损坏存在一个0.25% 左右的误差。如果是第一组托辊或最后一组托辊损坏，比刚才那个托辊损坏后的校准数据偏差大一倍以上，即达到甚至超出0.5%。

(5) 维护保养缺失导致电子皮带秤有效计量段的支架因腐蚀而松动、倾斜、垮塌。皮带秤运输物料种类多，其中煤、焦等带有很强的腐蚀性。另

外，部分电子皮带秤安装环境常年较潮湿，都会导致长期使用后皮带秤所安装的皮带机架支腿腐蚀，发生整体性的倾斜，或者存在支撑刚性缺失，导致皮带秤架整体抖动幅度增大。此类问题会直接导致皮带秤的整个安装平台的失衡，皮带秤正常稳定运行的基本面被破坏，即使频繁校准，都不可能使电子皮带秤的计量数据准确、稳定。

(6) 电子皮带秤计量区域带料停机。由于皮带带料停机再启动时，速度由0开始缓慢增加，从而导致在启动到速度正常这段时间内，运输物料计量数据失真，该数据一定是往偏小方向失真。同样在皮带停时也一样，速度由正常减小至0值，数据同样偏小失真。另外，长期带料停机，导致称量段一直有对应的物料重量压在秤架上，长此以往可能会影响传感器的输出性能，导致后续计量数据产生偏差。同时带料停机还有一个隐患，容易产生假流量信号，从而影响累积量，下文会给出我曾经遇到的例子。

2 针对以上存在的问题采取的应对方法

(1) 电子皮带秤在电源取电时，首先应考虑设置独立电源，保证仪表24小时不间断供电。有条件的安装位置可配置UPS，作为后备保障。考虑电子皮

带秤通廊的环境及成本投入，我们现场并未配置UPS不间断电源。拉绳开关通常安装在皮带输送机的两侧机架上，当发生紧急事故时，拉绳开关可以迅速切断皮带机电源控制回路，使皮带机停止运转。通过对拉绳开关工作原理的了解后，我们修改了仪表电源回路及皮带机的电源回路，如图2所示。KA1 仅作为皮带机控制电源回路上的继电器，KA2 为仪表电源回路上的继电器，同时还作为皮带机电源控制回路上的另一个继电器。当仪表、皮带机控制电源均正常时，继电器KA1、KA2 均闭合，两个回路均导通，仪表及皮带机同时处于正常工作状态。当拉绳开关动作断开，使得皮带机控制回路断开，KA1 处于失电断开状态。由于仪表电源为独立供电，所以此时KA2 仍然处于吸合状态，不影响仪表电源回路，仪表正常供电。当仪表电源故障导致回路断电，KA2 即断开。由于KA2 同时是皮带机控制回路上的一个继电器，它断开后会导致皮带机控制回路断电，皮带机将失电而停止运转。仪表电源恢复后，KA2 吸合，皮带机控制回路及仪表控制回路均恢复正常。从控制原理上来说，相当于将仪表电源改造成了皮带机控制回路上的一个特殊的“拉绳开关”。将仪表

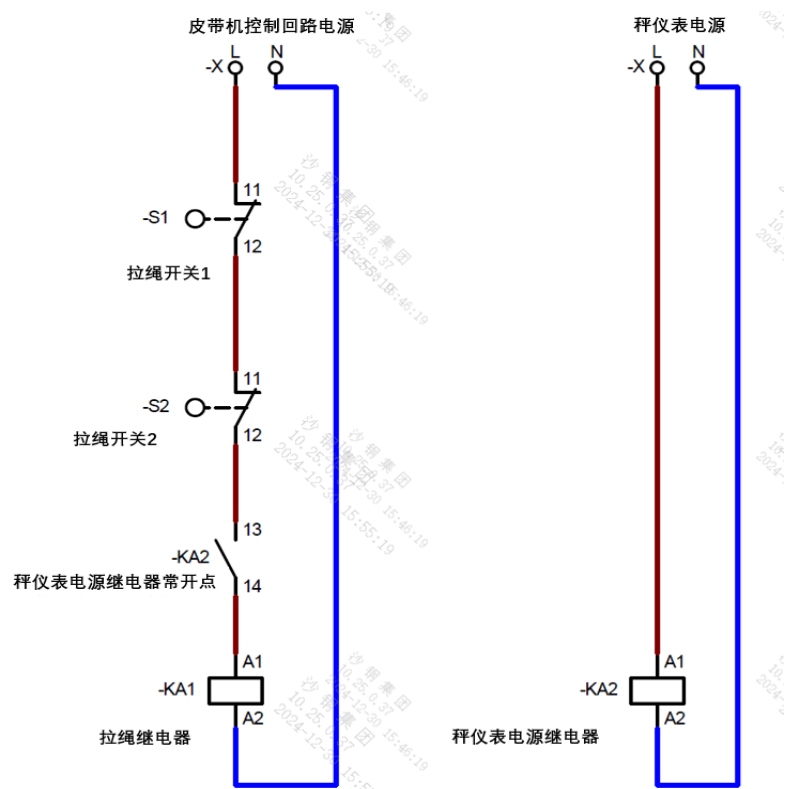


图2 皮带机、仪表的电源联锁示意图

电源如此设计，可以有效防止电子皮带秤仪表突然断电时因皮带机仍然正常运输物料而导致的计量数据丢失。

(2) 司计量皮带秤较多，贸易皮带秤有30多台，厂间计量秤有40多台，配备3名计量员专门负责对这些秤计量数据的管理。虽然上述皮带秤均为恒速，但实际运行过程中仍存在一些不可控因素，导致速度的实际测量值偏离原速度值较大的情况，并且计量员不能及时发现。我们在计量画面上增加一项速度报警功能，逐一核实每台电子皮带秤的空载速度及满载速度，将速度报警限制设置在计量画面

上，超出报警设定值，即弹框报警，能够让计量员在第一时间发现速度问题，从而及时通知有关部门进行现场检查、核实，消除原因后再恢复计量工作，如图3所示。在实际工作中，我们通常遇到引起速度报警的情况有以下几种：①皮带破损带料导致驱动辊、测速辊粘料，直径增大；②驱动辊包胶脱落，辊的直径减小；③日常检维修更换驱动辊或电机时，更换的驱动辊直径、额定功率与原设备有略微差别；④驱动电机与驱动辊连接的耦合器缺油，阻力增加；⑤测速传感器周围有强信号干扰导致信号失真；⑥测速传感器本身设备故障。

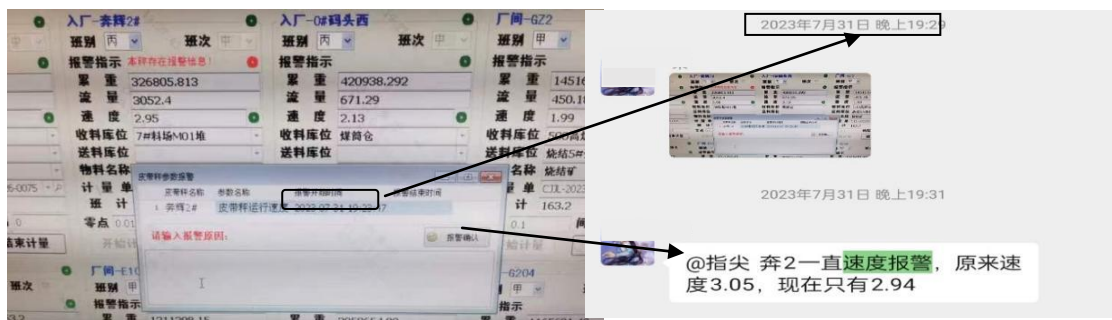


图3 速度报警弹框后工作群及时反馈信息

(3) 电子皮带秤作为一种连续计量设备，与我们日常接触到的平台秤、地磅等有所不同。电子皮带秤的工作原理基于称重传感器和测速传感器的协同作用，将速度信号、重量信号输入计量仪表，即可得出运输物料的瞬时流量和累计量^[2]。当皮带秤受力部分平衡梁在皮带运行过程中被抛洒物料堆积，那么堆积的物料重量在被清理干净或者重新定义零点之前，随着皮带秤的运行，均会累加到累计重量上去，从而导致物料真实累计重量发生偏差。解决此问题可采取两种方法，第一种方法依靠人力，需要现场皮带秤配有专门的岗位人员，时常进行检查，发现较多堆积即进行清理。该方法费人还不能做到实时防护，同时人为频繁操作的过程中，容易产生突发性不可预见的安全风险。第二种方法从堆积的物料着手，在无法避免皮带粘料、带料的情况下，我们可以防止粘料、带料后的抛洒料落在皮带秤的受力平衡梁上。我们对秤架进行评估后，针对运输潮湿、块状物料的皮带，设计了防落料挡板，将电子皮带秤的受力梁与皮带之间进行物理隔离。挡板设计成圆弧拱形，大块物料、粘料抛洒后落、粘在挡板上。由于采用弧形设计，可以使物料自然

滑落，可保持电子皮带秤的零点长期稳定运行。针对运输粉状易扬尘物料，可在秤架受力梁与固定支架处设置风刀，风口紧贴平行于受力梁。通过对控制程序的设定，每班定期进行三次喷吹，可确保电子皮带秤秤架长时间清洁无尘。

(4) 秤架托辊好坏程度。目前只能通过人工进行检查，才能发现其可能存在的问题，甚至托辊在损坏前检查都不能发现异常。随着科技的不断进步，曾经试想过，对托辊水平、角度设电子围栏，当托辊损坏后，其高度、倾斜角度均会与其健康托辊发生偏差，损坏后触碰红外或者激光信号，发出警报。或者通过智能听觉系统，正常托辊与损坏托辊运转时的声音不同，损坏后运转时会发出较刺耳的摩擦声，识别到突出声音进行报警。管理人员接受到报警信息后，可安排人员立即到现场核实，找出有问题的托辊进行及时更换。以上目前还存在与理论假设的状态，未能落到实处。以我司目前的能力，可以依托于双秤班产的比对数据，在比对误差超过控制要求 $\pm 0.5\%$ 范围时，车间责任人对现场托辊运行状况进行详细检查，存在一定的滞后性。所以，在当前技术条件不太成熟的情况下，通过规

范岗位职责，明确岗位人员的点巡检项目、频次及质量要求，被动性的预防该类故障的发生。

(5) 对每一条电子皮带秤划定责任部门、责任人员，定期对皮带秤安装的皮带机支架钢结构进行检查，周期性做好防腐工作。针对运行时间较长、运行环境较差的电子皮带秤，需要进行大修维护，对电子皮带秤安装支架及皮带秤安装的水平进行测量，定期调整。确保电子皮带秤在安装上不存在影响计量准确性的因素。

(6) 从我们试验的统计数据来说，频繁的带料停机，对累积量偏差的大小影响因样本大小而不同。当运输样本总量较小时，产生的误差比例较大。当运输的样本总量足够大时，该影响的误差比例可忽略不计。但在这里存在一个风险点，如图4所示。这是我们使用的计量管控平台的一个速度历史曲线的调查记录截图。该车间的这条皮带带宽为1600mm，设计流量为5000t/h，速度为3.2m/s的运输皮带，正常载荷流量达3000~4000t/h。在2024年6月1日6点左右，皮带秤上带料停机，但是当时正好不巧地出现了速度信号的假信号值，从6点02分开始至6点14分后消除。由于此时间段内，计量员因其他事务未及时观察到速度报警的弹框信息，后期经核查发现，该段时间内累积量共累计344t。当班累计量数据从6点的19980.578t至白班结束时39169.777t，时间段内合计重量19189.199t，则可以计算出该班的计量误差为1.79%。在未上计量管控平台前，对于这一类型的误差数据，根本无从察觉

并且追溯。一般规模较小、皮带秤数量较少的公司，可能软件配套相对欠缺。但是，只要将引起此种随机误差的因素扼杀掉，也可以对风险进行防范。针对图4所显示的假信号值，我们进行了多次排查，未发现附近有大功率的动力设备及高频震动源，将测速传感器信号接地线接地、线路屏蔽措施做到位，仍偶尔出现该情况。因出现频率较低，在第三次出现该情况后，我们更换了测速传感器的采集板，后续未再出现该情况。由于这类情况的出现不可预料且不可控，为此，我们要求原料供应部门，严禁在安装电子皮带秤的皮带机带料停机，至少不能在计量段内有料，除非发生紧急突发事件。

(7) 在此特别提一下双秤计量模式。我司在部分重要物料如焦炭、煤、铁矿粉的计量上，在同一条皮带的合适部位分别装有同品牌、同规格的两台电子皮带秤，或者当同一条皮带不具备安装两台秤的条件下，在流程最靠近的合适部位分别安装。计量数据同时接入计量管控平台，每半小时软件会对两台秤的数据进行采集并比对。通过每日关注系统内的数据比对误差，我们发现了上述的皮带秤积料引起的计量偏差情况。在2024年7月14日，一码头的两台秤对比误差值为0.57%，计量员白班结束后核对系统数据发现，立即给我们进行反馈，现场检查发现对比秤中间计量段一侧托辊的下端轴损坏，更换后投入使用，对比误差范围处于 $\pm 0.5\%$ 范围内。2024年4月19日，一码头的对比误差超2.3%，检查现场计量仪表发现，计量

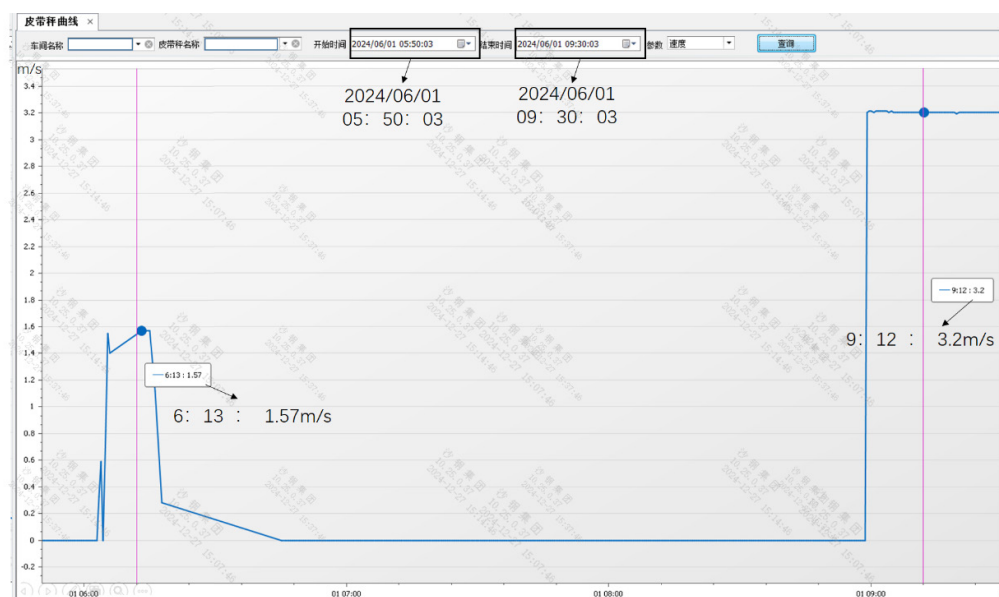


图4 速度曲线监视画面

秤仪表显示3# 传感器被自动切除,同时报警记录有多条3# 传感器过载、欠载报警记录,经过对传感器输出值测量检查,发现该传感器损坏。另外,由于一些特殊原因,我司一条皮带流程上安装了两台同品牌但不同量程的秤,通过双秤的数据对比,可以发现当流量较大,超过量程较小秤的设计量程时,对比误差会超1%以上。双秤计量模式的推进,在皮带秤设备管理的角度上,让我们能够及时了解现场设备是否正常运行。在计量数据管理的角度上,可以保护计量数据的安全,当确认主计量秤故障后,可凭借连续稳定的对比误差(在 $\pm 0.5\%$ 范围内),用对比秤计量数据替换主秤计量数据。另外,在特殊情况码头必须连续作业时,可以继续作业,提升码头的作业效率。

3 系统开发及应用

如今系统化应用已是提高企业管理效率的一大助力,不仅可增加用户体验,促进业务管理宽度、广度、创新能力的提升,更可以数据来驱动决策,及时有针对性的解决问题。以上列举的仅是从日常管理工作中遇到的个别因素,并不能囊括影响电子皮带秤计量准确性的所有因素。但是从使用过的速度曲线报警功能、累积量查询功能也可看出,在无法从硬件方面全方位避免计量误差的情况下,监控软件能够进行辅助管理。为此,我部门结合自身管理目的及计量数据监管部门工作的需求,组织计算机中心一同开发了一套计量管控系统平台。该平台基本功能模块包含皮带秤设备管理、设备点巡检、基础信息、参数报警、计量管理。

(1) 设备管理模块功能包含有,现场转换器信息、摄像头信息、皮带秤的关键参数等。

(2) 设备点巡检模块功能包含有,点巡检问题录入、点巡检内容设定、点巡检计划管理、点巡检人员管理。每条电子皮带秤匹配至具体岗位责任人员,责任人员根据设定的设备点巡检计划,按期、按要求落实点巡检项目。发现问题进行系统录入,对于可直接处理的及时处理,需专业人员处理的内容,系统根据填报会自动生成请求信息发送至管理平台进行备案、提示。

(3) 基础信息模块功能包含一些比对皮带秤的绑定管理及设备报警标准的管理。

(4) 参数报警模块功能包含有皮带秤参数报警画面、设备网络报警、点巡检预报警等。参数画面

报警主要针对速度报警、流量报警,设备网络报警为摄像头、仪表等通信故障报警提示,点巡检预报警对于未按点巡检计划落实点巡检的电子皮带秤点位进行报警提示。

(5) 计量管理模块功能包含有,计量数据比对、参数历史曲线记录两项。①计量数据比对主要是服务于我司开展的双秤计量模式。每班生成一条班产计量总量比对结果,并附有每30分钟采集一次的计量数据明细表,以及生成连续比对曲线。发现班产总量比对数据超差 $\pm 0.5\%$ 时,立即通知皮带秤设备所属部门的现场责任人进行停机检查。未查出原因的情况下,通知专业管理人员,设备管理专员进行复查;②参数历史曲线功能主要服务于出现问题后的数据溯源,包括速度、流量、累积量、零点系数、校准系数、单元重量的变化等。

引入系统平台对电子皮带秤的管理,能够做到远程现场可视、数据传输及时、异常报警及时、计量数据异常可溯源、设备点巡检落实到位的一体化管理,为保障电子皮带秤计量设备的安全、可靠运行护航。

4 结语

本文从日常实践工作中几个容易被忽略的问题出发,阐述了可能产生偏差的影响因素,制定改进措施并将其落实,将此类对电子皮带秤计量结果能产生影响的因素尽可能最小化。软件管理方面进行探索,根据自身实际管理需求,开发相应系统管控平台。通过实施上述一系列措施,有效降低、控制了影响电子皮带秤计量结果的不可控因素,为企业贸易计量数据的准确性提供保障。展望未来,我们将继续以积极开拓的精神,研究、探索更多有效性方案、措施,进一步提升电子皮带秤运行的稳定性、准确性。

参考文献

- [1] 方原柏.有关皮带秤应用问题的思索[J].冶金自动化,2008(03).
- [2] 周祖谦.传输皮带秤综述(二)[J].工业计量,2010(01).

作者简介

王勇(1985年—),南京邮电大学,学士学位,工程师,江苏沙钢集团有限公司动力设备处—计量控制室,从事本公司计量管理工作。