

斗轮机悬臂高精度电子皮带秤研发与应用

□苏州港集团张家港港务集团港盛分公司 薛允涛

【摘要】从实际应用出发，通过对电子皮带秤结构的创新设计，融入动态补偿、免维护及剪切力收集等功能，自主设计研发斗轮机悬臂高精度电子皮带秤，以解决实际生产中斗轮机等带悬臂的大型装卸设备作业数据无法精准控制的难题。

【关键词】皮带秤；高精度；斗轮机；悬臂

文献标识码：B

文章编号：1003-1870（2023）08-0035-04

引言

斗轮机作为大宗散货的重要装卸设备，在港口、冶金、水泥、电厂等地有较广的使用。随着行业自动化、智能化、数字化技术在实际生产作业中的应用，我们不仅需要使用斗轮机的堆取功能，更要对堆取效率、堆取量等进行有效把控，这就需要在斗轮机上安装相应的计量设备。目前，行业内应用最为普遍的是在斗轮机上加装电子皮带秤，但因传统电子皮带秤动态计量的特点及斗轮机作业工艺的影响，使得电子皮带秤计量精度较低，难以满足生产需求。文章涉及一款从实际应用出发，自主设计研发的斗轮机悬臂高精度电子皮带秤，以解决生产中的实际难题。

1 设计思路

团队计量管理人员，针对动态悬臂研发高精度皮带秤进行各类数据统计和分析，形成了一定的理论依据。主要在保持秤体长度仍然和行业内普通皮带秤相同的前提下，通过皮带秤秤架的自主设计，解决作业过程免维护问题。通过传感器数量的拓展，解决低流量、流量波动和间歇供料等引起的稳定性不足问题。通过传感器布局，解决传感器受力损耗和跑偏、偏载情况下无侧向剪切力收集问题。匹配适应8传感器的信号处理器和显示仪表，解决目前普通皮带秤仪表只支持4传感器问题。通过增加补偿单元，解决动态悬臂工况下计量精度难以保证的问题。

2 技术方案

2.1 秤体设计

皮带秤近几十年的发展其结构形式主要为：单杠杆单托辊、单杠杆双托辊、双杠杆四托辊和全悬浮等结构形式。根据秤体有效计量长度控制及8传感器的总体目标，秤体结构采用双秤体加补偿单元的总体规划。其中，每个秤体采用双平衡梁双托辊的结构形式，我们定义为独立双平衡全悬浮结构，主要由一级安装主梁、二级平衡梁和悬浮框架组成，能够实现传感器互不影响的优化设计，实现了在安装时无需调整传感器输出平衡及后续使用中传感器没有输出失衡的独特设计。此外，此种结构形式下可消除积料、卡料等情况的出现，实现作业过程免维护。

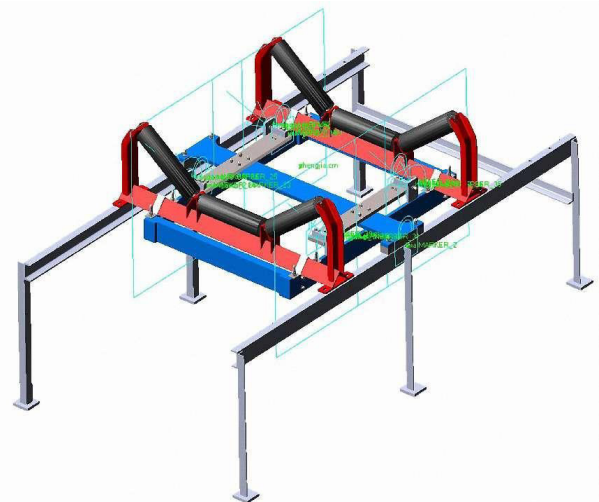


图1 单个秤体3D设计图

2.2 传感器配置及布局

传感器分为称重传感器和动态角度补偿传感器，其中称重传感器含单点式称重传感器和悬臂称重梁传感器，共8个悬臂梁称重传感器，1个单点式称重传感器和1个动态角度补偿传感器，共同构成称重数据采集单元（见图1）。8个悬臂梁称重传感器采用阵列式布局，安装方向垂直于输送带运行方向，使得在输送带跑偏及偏载的情况下，沿着偏载方向能够产生有效形变，形成剪切力收集，从而提升计量精度（见图2）。此设计已在前期研发的高精度电子皮带秤上得到验证并获得专利授权和市场化推广，成为业内唯一具备此功能的一款高精度电子皮带秤。单点式称重传感器和动态角度补偿传感器共同组成补偿单元。

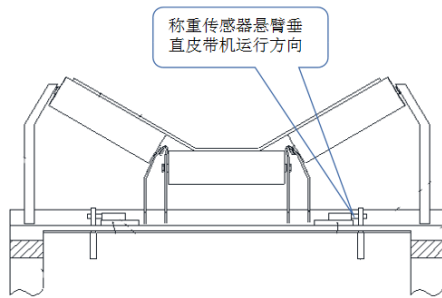


图2 称重传感器布局示意图

2.3 补偿单元

据技术团队多年的调研分析，设计独特的补偿单元，以满足斗轮机悬臂动态作业工况下的精确计量。行业内常用的补偿技术为温度补偿和角度补偿技术，但经团队多年的实际作业分析来看，温度变化会对计量精度产生一定影响，但此温度与实际的即时气温有所区别，更贴近于阶段时间内的平均气温，而温度传感器所测为即时气温，很难对计量精度实现精准补偿，温度补偿技术更适用于日常管理手段，通过人为阶段性判断及干预，能更好地调控计量精度。而角度补偿技术，在固定皮带机中应用，并无实际意义，斗轮机悬臂皮带秤中，可以作为补偿手段加以应用。由此，技术团队通过细致的分析，设置单点式称重传感器和动态角度补偿传感器，共同组成补偿单元（见图3）。其中单点式称重传感器安装方向与输送带运行方向同向，确保在

悬臂俯仰的运动方向。单点式传感器能够产生有效形变，以对精度进行直接来源于称重信号的有效补偿。动态角度传感器主要在悬臂角度发生变化时通过角度的预设值与实际测量值的对比，形成有效的二次补偿，进而提升计量精度。为有效控制秤体的整体长度，最大限度地提高皮带秤的安装适应性，保证皮带秤能够匹配悬臂皮带机长度较短的特点，补偿单元的机械结构为单托辊式结构。

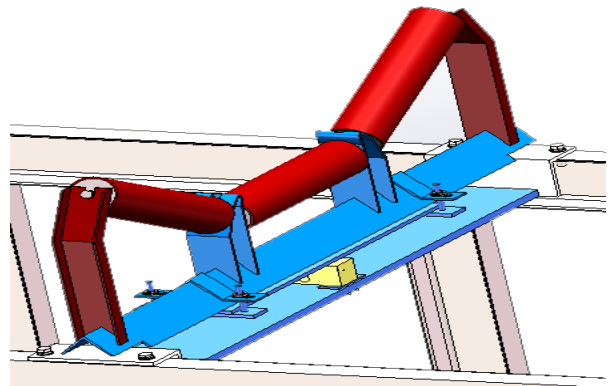


图3 补偿单元结构示意图

融入补偿单元后，对整个秤体的受力情况进行分析（图4所示），从图中可以看出，在双秤体中间置入补偿单元，可以构建稳定的称重区间。

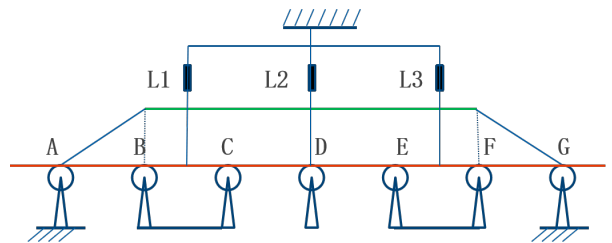


图4 整体受力分析图

2.4 数据处理单元

为满足传感器数量拓展、光纤信号传输及数据现场处理远程操控的需求，经过市场调研，定制了分体式数据处理单元和动态角度信号处理模块（见图5）。数据处理单元能够同时处理8个称重传感器信号，并在现场完成计量数据的计算，进一步消除信号传输损耗带来的精度误差。显示仪表进行远程的显示及操控，便于日常的使用及维护。角度补偿模块处理单点式称重传感器信号和角度传感器信号，形成一个综合模拟信号传输给数据处理单元，完成动态角度补偿。



图5 信号线示意图

通过上述设计，我们最终设计出了如图6所示电子皮带秤。

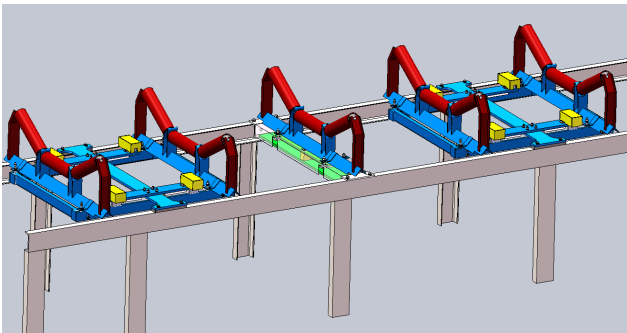


图6 电子皮带秤示意图

3 应用效果

3.1 安装环境

为验证实际使用效果，将皮带秤安装于悬臂皮带机长30m、托辊间距1.2m、额定堆取能力1200t/h的1号斗轮机悬臂皮带机上（见图7）。该斗轮机为公司1991年投入使用的一台，悬臂皮带机张紧模式为液压油缸，随着悬臂的俯仰变化，输送带的张力变化较为明显，相对于配重张紧装置，对计量精度的影响更为明显。此外，随着该斗轮机整体老化的加剧，整体工况相对较差，更能真实检测皮带秤的设计及实际应用性能。

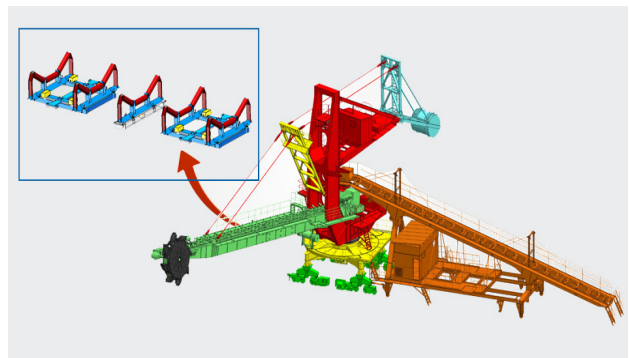


图7 安装环境示意图

3.2 数据统计分析

斗轮机悬臂高精度电子皮带秤安装后，我们对实物校准精度及实际使用精度进行了详细的数据统计分析，同时与公司2021年新增两条斗轮机作业线中的市场其他品牌斗轮机悬臂高精度电子皮带秤进行对比，以验证研发成效。

从图8图9可以看出：在实物校准中，自主研发的斗轮机悬臂高精度电子皮带秤，虽然校准精度难以达到正常工艺环境下的计量要求，但相对市场上其他斗轮机悬臂高精度电子皮带秤，已有较大的提升。在实际使用中，自主研发的斗轮机悬臂高精度电子皮带秤，误差基本在正负1%以内，大多在国标正负0.5%以内。虽然无法完全满足贸易交接的国标



图8 实物校准精度对比分析图

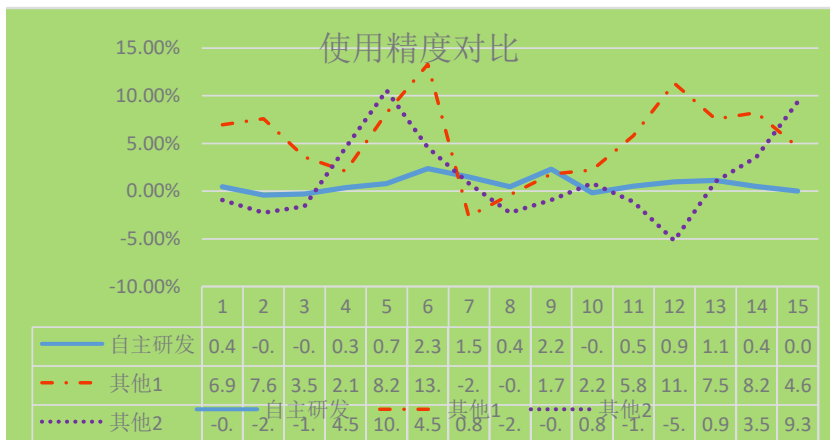


图9 实际使用精度对比分析图

需求，但较公司内其他两台高精度电子皮带秤，在使用精度和稳定性上，有明显的大幅度提高。

综上：在安装条件相对恶劣的环境下，自主研发的斗轮机悬臂高精度电子皮带秤，在保持秤体长度最短和免维护功能的前提下，实际作业中表现出的计量精度和运行稳定性，都达到了较高的水平，优于目前行业内的斗轮机悬臂高精度电子皮带秤，满足了高精度计量的性能标准，达到了我们的设计目的。如果安装在工况较好、张紧装置为配重模式的斗轮机上，相信会有更加突出的表现。

4 结语

此斗轮机悬臂高精度电子皮带秤，能够适应所有悬臂皮带机的流程，运行稳定性及计量精度，能够满足生产需求，接近满足贸易交接条件，对于生产作业中的智能控制、工艺控制等，有较大的数据精度支撑，具有较大的应用及推广价值。

参考文献

- [1] 方原柏. 电子皮带秤[M]. 北京：冶金工业出版社，2007.8.
- [2] 薛允涛. 高精度电子皮带秤研发与应用[J]. 衡器，（2021年第8期）:14-19.
- [3] 樊尚春. 传感器计数及应用[M]. 北京航空航天大学出版社，2004.08.
- [4] 方原柏. 如何选择电子皮带秤的安装位置[J]. 石油化工自动化（2005年第2期）:100-102.

作者简介

薛允涛（1983年-），男，汉族，山东临沂人，机电工程师。主要从事计量设备检定、维修、管理及研发工作。江苏省港口集团苏州港集团“允涛计量工作室”负责人，动态称重技术专家。