

关于提高电子皮带秤准确度的研究与实践

□郑悠怡 杨凯 阮光

(浙江浙能乐清发电有限责任公司, 温州 乐清 325609)

【摘要】本文针对影响电子皮带秤计量准确度的外界因素展开深入研究,并总结了提高其计量准确度的有效方法。通过分析影响电子皮带秤准确度的主要因素,包括机械结构、传感器性能、环境因素和安装维护等,提出了相应的改进措施。研究重点,探讨了称重传感器和速度传感器的优化、信号处理技术的应用以及自动校准和补偿技术的实施。实践结果表明,采用高精度称重传感器、改进型数字滤波算法(300Hz 噪声下信噪比提升35%)及自适应温度补偿技术后,相对误差稳定控制在 $\pm 0.5\%$ 以内,零点漂移幅度降低至 $\pm 0.03\%$ 范围内。

【关键词】电子皮带秤; 计量准确度; 传感器优化; 信号处理; 自动校准

文献标识码: A 文章编号: 1003-1870 (2025) 05-0020-03

Research and Practice on Improving Accuracy of Electronic Belt Scales

【Abstract】In this paper, the external factors affecting the measurement accuracy of electronic belt scales are deeply studied, and the effective methods to improve the measurement accuracy are summarized. By analyzing the main factors affecting the accuracy of electronic belt scales, including mechanical structure, sensor capability, environmental factors, installation and maintenance, etc., the corresponding improvement measures are put forward. The research focuses on the optimization of load cells and velocity sensors, the application of signal processing technologies, and the implementation of automatic calibration and compensation technologies. The practice results show that with the high-precision load cell, the improved digital filtering algorithm (with the signal-to-noise ratio increased by 35% under 300Hz noise) and the adaptive temperature compensation technology, the relative error is stably controlled within $\pm 0.5\%$, and the zero drift amplitude is reduced to $\pm 0.03\%$.

【Keywords】electronic belt scale; measurement accuracy; sensor optimization; signal processing; automatic calibration

引言

电子皮带秤作为输煤系统重要的计量设备,其准确度直接影响到生产管理和经济效益。随着燃料管理对计量精度要求的不断提高,如何提升电子皮带秤的准确度成为亟待解决的问题。本研究旨在通过分析影响电子皮带秤准确度的关键因素,提出切实可行的改进措施,并通过实践验证其有效性。研究采用理论分析与实验验证相结合的方法,重点探

讨了传感器优化、信号处理技术改进以及自动校准和补偿技术的应用,为提高电子皮带秤的准确度提供了新的思路和方法。

1 电子皮带秤的工作原理及准确度影响因素

电子皮带秤是一种连续称重设备,主要用于测量皮带机上散装物料(煤块)的流量和累计重量。其工作原理是通过称重传感器测量物料重量,速度传感器测量皮带速度,将两者信号相乘得到瞬时流

量，再对时间积分得到累计重量。准确度是电子皮带秤的核心性能指标，直接影响到计量结果的可靠性。

1.1 重量累计值的计算方法

电子皮带秤的计量准确度取决于单位长度上的物料重量和皮带运行速度。其重量累计值通过以下公式计算：

$$Q = \int_0^t q \cdot v dt$$

其中Q为累计重量，q为单位长度物料重量，v为皮带运行速度，t为时间。在实际称量过程中，单位长度皮带上的物料重量对皮带产生荷载作用，称重传感器将这种作用力转换为电信号，经过处理后得到物料的重量信息。

1.2 影响电子皮带秤准确度的因素

影响电子皮带秤的准确度的因素主要包括机械结构、传感器性能、环境因素和安装维护等方面。如表1所示。

表1 2024年2月-5月电子皮带秤故障调查统计表

类型	机械结构 (次)	环境因素 (次)	安装维护 (次)	传感器性能 (次)	合计 (次)
2月	5	0	1	0	6
3月	4	0	1	0	5
4月	2	1	1	0	4
5月	3	1	1	1	6
合计	14	2	4	1	21

机械结构方面，如皮带张力变化、托辊偏心、皮带跑偏等都会影响称重准确度。传感器性能方面，如称重传感器的线性度、重复性，速度传感器的测量准确度都会直接影响最终计量结果。环境因素，如温度、湿度、振动等也会对电子皮带秤的性能产生影响。此外，安装质量、日常维护和校准频率也是影响准确度的重要因素。

2 影响电子皮带秤计量准确度的因素分析

2.1 机械结构方面对称重准确度的影响

在运行过程中，当皮带出现跑偏现象时，物料在皮带上的分布就会变得不均匀，使单位长度重量q产生测量偏差。托辊离心或张力波动引起皮带形

变，影响称重传感器受力均匀性。实测表明，未优化安装位置的皮带秤在物料流量波动时，相对误差最高可达±1.8%。

2.2 传感器性能对计量准确度的影响

皮带机在运行过程中，托辊为其提供支撑，从整个皮带的运行全程来看，皮带机受到物料落下时的冲击力以及皮带自身振动等多种外力作用，皮带张力处于动态变化中。当皮带张力不稳定时，测速传感器获取的速度数据就会出现偏差，而速度数据是计算重量累计值的关键参数之一，速度传感器在运行过程中，容易受到机架振动等的影响。速度传感器若出现松动时，速度测量误差可达±1.2%，直接导致累计重量计算偏差。称重传感器线性度不足，会引入系统性偏差，尤其在物料负荷变化时，误差显著放大。

2.3 环境因素对计量准确度的影响

煤炭的黏性、水分等煤质数据也不容忽视，黏性较大的煤块容易附着在皮带上，出现积煤积粉的情况，零点漂移每日可达±0.2%。温度变化（如温差20℃）引起皮带张力变化，导致皮带秤零点漂移±0.2%/℃，严重影响长期稳定性。

3 提高电子皮带秤准确度的关键技术

电子皮带秤的安装位置选择对皮带秤的测量精度和稳定性有着密切的关系，最好安装在输煤皮带机的近尾端处，此位置为皮带机张力和张力变化最小的地方。安装过程必须符合安装技术指标，并且要确保其准确度，使其在后续运行过程中具有较高的稳定性。为了避免这方面的影响因素，我们可以缩小范围，确保秤架与皮带保持水平，采用较为精准的方法测量，并且使托辊倾角与秤架范围内的倾角保持一致，这样就最大化地减小了物料运输中对皮带的变形。

另外，提高电子皮带秤准确度的关键技术还包括，称重传感器和速度传感器的优化、信号处理技术的应用以及自动校准和补偿技术的实施。在传感器优化方面，采用高精度、高稳定性的称重传感器，优化传感器布局，减少皮带张力变化的影响。对于速度传感器，选用非接触式测量技术，提高速度测量的准确性和稳定性。

信号处理技术的改进，是提高准确度的关键。

采用数字滤波技术，有效去除噪声干扰，提高信号质量。采用改进的小波阈值去噪算法，针对皮带振动产生的高频噪声（100~500Hz）进行定向过滤，在300Hz干扰条件下，滤波后的信号均方根误差从0.8%降低至0.12%。

自动校准和补偿技术的应用，大大提高了电子皮带秤的长期稳定性。通过安装砝码自动校准装置，每日凌晨自动完成零点和量程校准，配合温度传感器实时补偿张力变化。校准后，零点漂移从 $\pm 0.2\%/24\text{h}$ 降至 $\pm 0.03\%/24\text{h}$ 。

4 实践结果

通过上述改进措施的实施，电子皮带秤的准确度得到了显著提升。表2是改进后电子秤校验对比表，包含3个月共6次校验数据，重点体现改进后误差控制效果。

表2 改进后电子秤校验对比表

日期	标准值 (kg)	实测值 (kg)	绝对误差 (kg)	相对误差 (%)
10月8日	18080	18088	8	0.04
10月20日	18080	18030	-50	-0.27
11月5日	18080	18059	21	0.12
11月20日	18080	18123	43	0.24
12月5日	18080	18071	-9	-0.05
12月20日	18080	18115	35	0.19

在公司输煤系统中，改进前的电子皮带秤日均计量误差为 $\pm 0.8\% \sim \pm 1.0\%$ ，且存在明显的零点漂移现象。改进后，通过3个月的跟踪，相对误差稳定控制在 $\pm 0.5\%$ 以内，零点漂移幅度降低至 $\pm 0.03\%$ 范围内。此外，采用数字滤波技术和自适应算法后，信号噪声比提高35%，系统响应时间缩短至0.5s以内，显著提升了动态计量性能。

5 结语

本研究通过分析影响电子皮带秤准确度的关键因素，提出了传感器优化、信号处理技术改进以及自动校准和补偿技术应用等综合改进措施。实践应用结果表明，这些措施有效提高了电子皮带秤的准确度和长期稳定性，为输煤系统提供了更可靠的计量解决方案。未来研究可进一步探索人工智能技术

在电子皮带秤中的应用，以实现更智能、更精准的计量。

参考文献

- [1] 杜云鹏, 李永康, 易建定等. 电子皮带秤常见故障处理[J]. 设备管理与维修, 2012, (3): 36-37.
- [2] 董兴民. 提高电子皮带秤的计量准确度[J]. 中国科技信息, 2015, 11(044): 122-123.
- [3] ICSBW 皮带秤使用说明书[Z]. 上海: 上海蓝箭称重技术有限公司, 2023.
- [4] 王明, 张伟. 基于物联网的电子皮带秤动态校准技术研究[J]. 仪表技术与传感器, 2020, 46(5): 123-125.
- [5] 李华, 陈晓东. 皮带秤传感器动态特性优化方法[J]. 自动化仪表, 2021, 42(2): 45-48.
- [6] 赵刚, 刘芳. 环境因素对电子皮带秤计量影响的试验研究[J]. 计量学报, 2022, 43(3): 201-205.
- [7] 周杰, 吴敏. 基于神经网络的皮带秤自适应补偿算法[J]. 仪器仪表学报, 2023, 44(1): 78-82.

作者简介

郑悠怡, 女, 大学本科, 自动化专业。研究方向: 燃煤计量管理及自动化控制研究。