

天车秤称重系统校准装置结构设计

□郭虎波 刘文佳 王喜阳 肖福礼

陕西省计量科学研究院

【摘要】天车秤在钢铁冶炼、港口码头、矿山采集等各类工业领域中应用广泛。天车秤的量程通常在几十吨到几百吨之间，由于难以用标准砝码完成满量程校准，使得国内多数天车秤长期处于“失检”状态，给企业的生产、贸易结算工作带来诸多不便。针对上述问题提出一种天车秤称重系统校准装置的结构思路，能够对天车秤称重系统进行校准，为该领域提供了一种检测思路。

【关键词】天车秤；称重系统；校准；结构设计

文献标识码：A 文章编号：1003-1870（2026）03-0005-03

Structural Design of Calibration Device for Overhead Crane Scale Weighing System

【Abstract】Overhead crane scales are widely used in various industrial fields such as steel and iron smelting, ports and terminals, and mining. The measuring range of an overhead crane scale is usually from tens to hundreds of tons. Due to the difficulty of completing full-range calibration with standard weights, most domestic overhead crane scales have remained unverified for an extended period, which brings many inconveniences to the production and trade settlement of enterprises. In response to the above problems, a structural concept on calibration device for overhead crane scale weighing systems is proposed, which can calibrate the overhead crane scale weighing system and provide a detection approach for this field.

【Keywords】overhead crane scale; weighing system; calibration; structural design

引言

天车秤广泛应用于工业的各个领域，我国目前已成为世界第一大工业国，国内天车秤存量巨大，现常见的天车秤校准方法往往采取砝码校准，由于砝码校准法需要大量的大质量砝码进行校准，且砝码运输成本、时间成本高昂、大质量多数量砝码吊装安全性等诸多因素的影响，导致许多企业的天车秤称重系统处于长时间失检状态，因此产生的计量不准确给企业带来高昂的经济损失。以一家大型钢铁厂为例，每年由天车秤称重系统不准确导致的经济损失则高达几千万元。因此，研发出一款天车秤称重系统校准装置具有十分重要的意义。

目前，我国天车秤产能旺盛，但对天车秤称重

系统的校准研究关注较少。文献^[1]主要研究了不断轨道称重装置在天车秤中的应用，并未涉及天车秤称重系统的校准。文献^[2]针对废钢天车在废钢配料过程中计量不准确的问题，提出了精确计量、智慧计量、避免重复计量等解决方案，仍未涉及天车秤称重计量校准问题。文献^[3]对天车秤计量校准方法进行了讨论，并未涉及校准装置的设计。综上所述，设计出一种结构简单可靠、能够满足工业天车秤恶劣工作环境的天车秤称重系统校准装置，对我国工业发展及市场监管具有十分重要的意义。

1 天车秤工作原理

当装满物料的料斗被运输设备运送至天车秤的正下方后，天车秤的吊钩便开始精准作业——其会

稳稳钩住料斗两侧专门设置的起吊柱。随着天车秤启动起吊程序，吊钩缓缓上升，料斗也随之被吊起并逐渐脱离地面，直至完全悬空。

在料斗处于完全悬空的状态时，其自身及内部物料的总重力会全部集中作用在连接吊钩的钢绳上，使钢绳承受着与料斗总重力相等的拉力。紧接着，这股拉力通过钢绳传递至天车秤的卷扬轴，卷扬轴在受力后，又将这股力传递给与之相连的移动

小车轴承座。

此时，安装在移动小车轴承座处的天车秤称重传感器会因受到轴承座传递来的压力而发生微小形变。这种形变会被传感器捕捉并转化为相应的电信号，电信号经处理后传输至天车秤的称重仪表，最终由仪表显示出具体的示值，通过该示值便能准确得知料斗及其内部物料的总质量值。上述整个称重过程的具体示意图如图1所示。

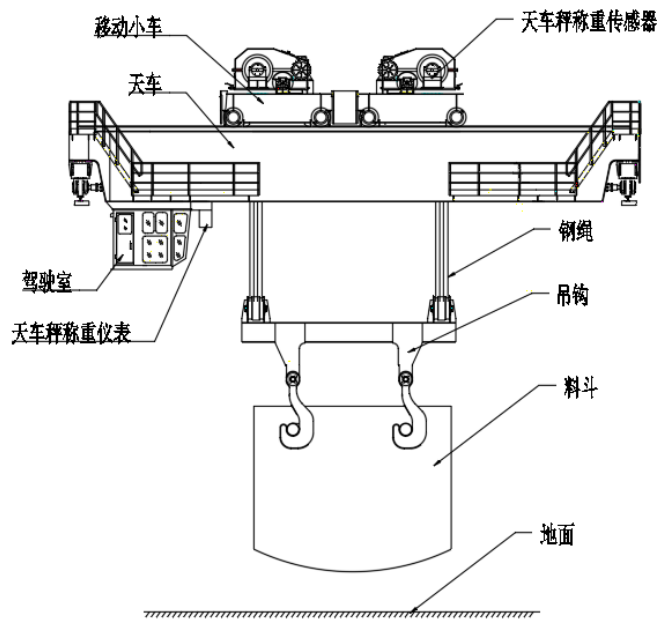


图1 天车秤工作原理示意图

2 天车秤称重系统校准装置结构设计

天车秤称重系统校准装置主要由吊钩工装、标准传感器、连接工装、液压油缸、工装笼及支撑钢板组成，其中支撑钢板在装置的最上层，在装置工作时与天车秤横梁下端面接触；吊钩工装、标准传感

器、连接工装、液压油缸都安装在工装笼内部，工装笼由高强度槽钢焊接而成，具有足够的抗拉压强度。天车秤称重系统校准装置外形结构示意图如图2所示。

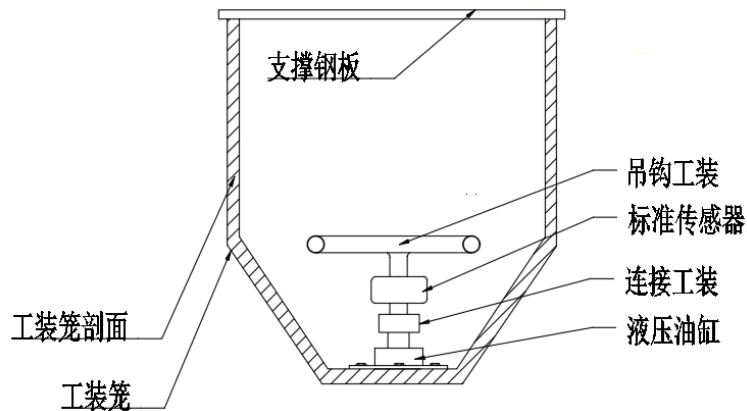


图2 天车秤校准装置机械结构示意图

3 天车秤称重系统校准装置工作原理

天车秤吊钩与校准装置的吊钩工装相互配合，将整个校准装置缓缓吊起，直至校准装置的支撑钢板与天车秤横梁下端贴合，此时记录下校准装置的自重量，然后天车秤执行去皮功能。此时校准人员在地面通过WiFi模块向液压油缸发送特定指令，例如施加20t载荷，液压油缸向下收缩至20t载荷对应的行程量（液压油缸可编程控制加载量，以满足不同校准点载荷要求），此时标准传感器受载向地面的显示模块发送指令从而看到标准示值，天车秤称重仪表也显示示值，两者示值进行对比，以标准传感器标定天车秤称量系统，其工作原理如图3所示。

其校准实施方法为：基于标准传感器与液压油缸的校准核心逻辑为“可控载荷加载—双示值对比—误差修正”，具体实施步骤为：装置吊装与天车贴合后，记录装置自重 m_0 ，天车秤执行去皮，消除校准装置自重干扰；地面上的校准人员通过WiFi模块或4G模块发送可编程指令，液压油缸按编程设定好的校准载荷值施加向下拉力；标准传感器实时采集载荷信号，输出标准示值 m_s ，校准人员同时记录天车秤称重仪表示值 m_c ；对上述所获得 m_s 值与 m_c 值进行对比，可算出两者间的示值偏差 Δ 为：

$$\Delta = m_s - m_c \quad (1)$$

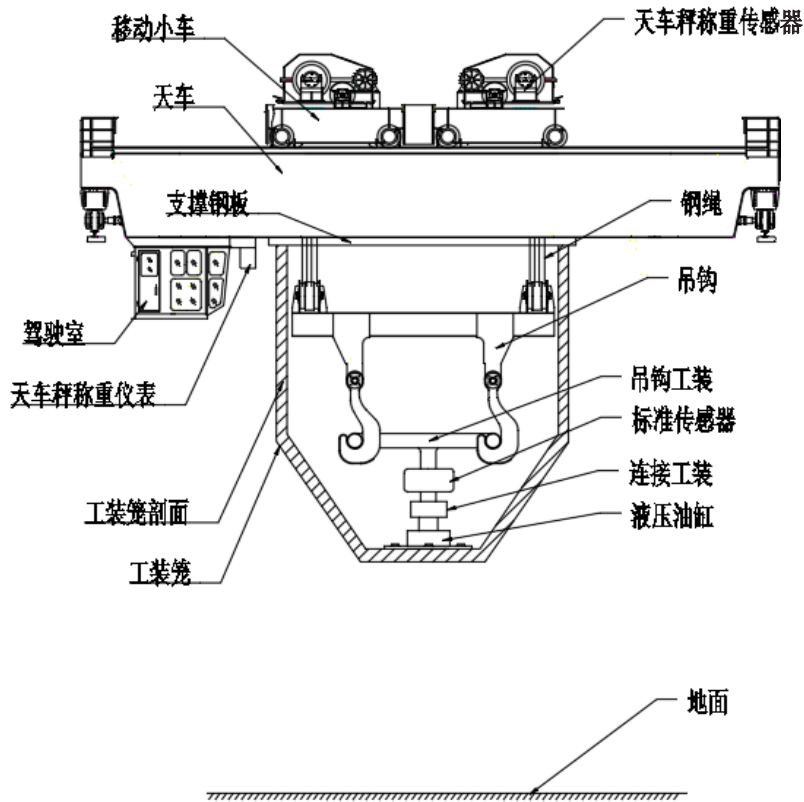


图3 天车秤校准装置机械结构示意图

本文所述的天车秤校准方法的测量不确定度主要来源于2个独立分量，其分别为标准传感器误差 u_1 、液压系统自身加载不稳定性误差 u_2 ，则合成标准不确定度 $u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2}$ ，其中 u_1 与 u_2 可采用B类评定方法进行确定。

4 结语

本文提出了一种天车秤称重系统校准装置结构设计，所设计的天车秤称重系统校准装置结构简单可靠，成本较低，工作效率较高，检测机构只需要定期校准标准传感器即可。但是该校准装置所占

空间较大，不太利于常规运输，可长期放置在天车秤厂房空余处。由于大吨位天车秤（量程100t以上）对应的该校准装置的强度及体积更大，因此本文所设计的天车秤称量系统校准装置适用于量程为（25~100）t的天车秤，为同类天车秤现场校准提供了一种技术思路与参考方案。

参考文献

- [1] 凌行峰. 不断轨轨道称重装置在天车秤中的应用研究. 衡器[J], 2019,(10):11-13.
- [2] 缪明军. 废钢天车电磁吸盘轨道式称重装置的

研究与实践. 衡器[J], 2020,(05):11-18.

- [3] 王健.《浅谈天车秤的校准》. 电子制作[J], 2015, (07):206 .

作者简介

郭虎波（1986—），本科学历，工程师，一级注册计量师。研究方向：衡器计量。