

天车秤校准装置研究

□王喜阳 刘文佳 肖福礼 王娜 李毅 行和平

(陕西省计量科学研究院, 西安 710100)

【摘要】天车秤广泛应用于钢铁冶炼、港口码头、矿山采集等诸多工业领域。由于国内缺少统一的天车秤校准规范,造成了国内天车秤大多处于“失检”状态,给企业贸易结算带来较大的麻烦。针对这一技术空白,本研究结合天车秤实况,设计出了一套天车秤校准装置及其校准方法。该装置借助标准传感器与连接工装与天车秤相连接,通过测量实际工况下天车秤载荷示值来完成对天车秤的校准工作。该装置结构简单可靠,能够显著提升校准效率,为天车秤的检测工作提供了新的技术路径,具有重要的工程应用价值与推广意义。

【关键词】天车秤;校准装置

文献标识码: A

文章编号: 1003-1870 (2025) 07-0005-04

Research on Calibration Device for Overhead Crane Scales

【Abstract】 Overhead crane scales are widely used in various industrial fields such as steel and iron smelting, ports and terminals, and mining. Due to the lack of a unified calibration standard for overhead crane scales in China, most domestic overhead crane scales are in a "non-inspected" state, causing significant challenges for trade settlement of enterprises. In view of this technical gap, this study, based on the actual conditions of overhead crane scales, has designed a set of calibration device and method. The device is connected to the overhead crane scale through the standard sensor and connecting fixture, to complete the calibration of the overhead crane scale by measuring the load indication of the overhead crane scale under actual working conditions. The device features a simple and reliable structure, significantly improving the calibration efficiency, providing a new technical approach for the detection of overhead crane scales, and offering substantial engineering application value and potential for widespread adoption.

【Keywords】 overhead crane scale; calibration device

引言

天车秤是非自动衡器的一种特殊形式,通常在钢铁厂、冶金厂中应用最为广泛。目前,我国市场中天车秤多为普通准确度等级(III级)的数字指示秤,常见量程范围从(30~220)t不等。通常一个炼钢厂拥有量程为30t及其以上的天车秤多台,钢厂对每台天车秤的校准需求至少半年一次。因此,研究出一种天车秤校准装置,保证天车秤自身计量性能

准确,对钢铁企业降本增效具有重要意义。

随着我国工业体系的迅猛发展,钢铁需求量仍日益增多,但与钢铁生产制造联系紧密的天车秤计量性能校准技术所受关注较少。文献^[1]与文献^[2]提出的天车秤校准技术,只浅谈了校准想法,并未细化研究。目前,国内为了解决天车秤校准难题,采用了一种动态天车秤校准方法,即在天车秤天车轨道下铺设阵列称重传感器(如图1所示)。通过对

钢铁企业调研可知，该方法需要对天车秤进行停产改造，改造成本高，操作难度大且耗时长。改造后的天车秤，计量效果不佳且称重传感器在轨道下长期受力容易损坏，更换不便等问题，并未改变天车

秤校准困境。因此，本研究设计出一种简单可靠、能够克服上述缺点且贴合天车秤实际工况的校准装置，来实现天车秤的可靠、高效校准，弥补国内该领域空白。

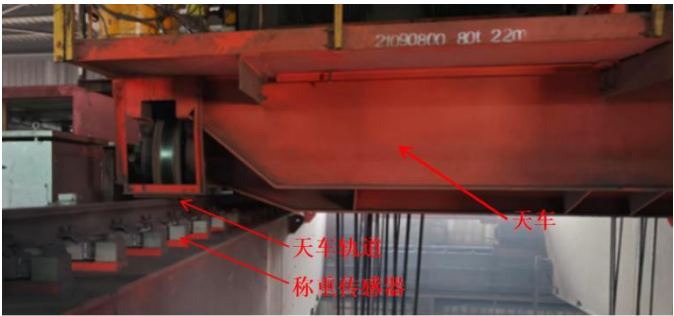


图1 天车秤动态校准

1 校准装置工作原理简述

天车秤工作原理为：天车自身挂钩起吊重物时，力由钢丝绳传导至卷扬机主轴，再由主轴传导至轴承座下的天车秤称重传感器，天车秤称重仪表显示称重示值。根据这一原理需要对标准传感器进行选型，并对连接工装进行设计，将标准传感器与连接

工装进行装置组成天车秤校准装置，将校准装置与天车秤挂钩与待测料斗进行连接，天车秤进行起吊后，标准传感器将测出待测料斗的标准质量数值，再根据标准值对天车秤进行校准，从而实现天车秤的校准工作，其原理如图2 所示。

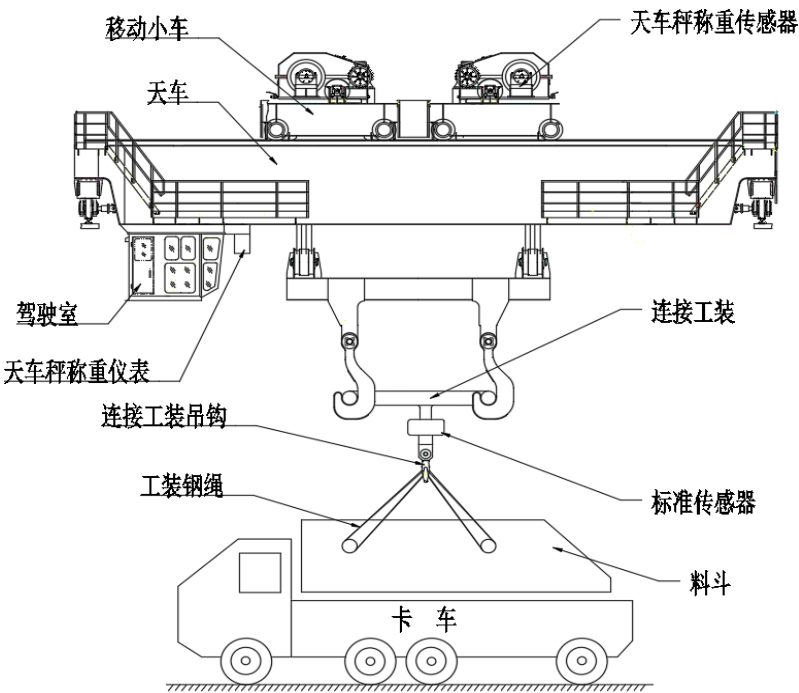


图2 天车秤校准原理示意图

2 标准传感器的选型

根据图2 可知，标准传感器是校准装置的核心部

件，故其选型工作十分重要。标准传感器的选型要以天车秤的计量性能为参考。根据调研可知，常见

的天车秤量程从（30~220）t 范围内， $e=d=0.1t$ ，根据文献^[3] 则标准传感器的检定分度值 $v=0.03t$ ，标准传感器量程设为120t。标准传感器的校准还需借助砝码

量传，本研究采用大型静重式砝码加载机对标准传感器进行量传，其原理如图3 所示。

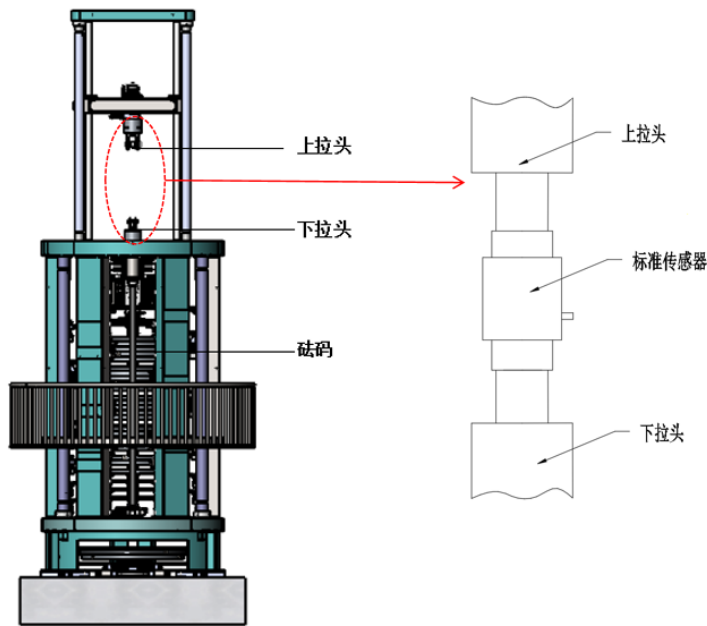


图3 静重式砝码加载机量传标准传感器示意图

由图3 可知，借助静重式砝码加载机通过加载F2 等级砝码对标准传感器进行量传，标准传感器再对天车秤进行标定。标准传感器为了更好地与连接工装相互连接，上下两端采用内螺纹孔设计，其结构如图4 所示。

3 连接工装的设计

连接工装主要负责将天车秤、标准传感器、待测料斗连接起来。要求其结构简单可靠、强度高、便于装配。本研究所设计的连接工装采用42CrMo 钢作为原材料进行加工，连接工装采用“H”形设计。从ANSYS Workben 静力学仿真结果来看，该结构形式能在承受220t 静力学载荷下所产生的结构形变较

小，能够满足天车秤实际工况环境。连接工装结构如图5、图6 所示。

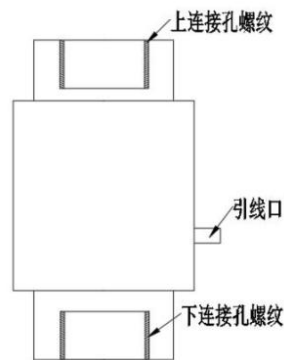


图4 标准传感器结构示意图

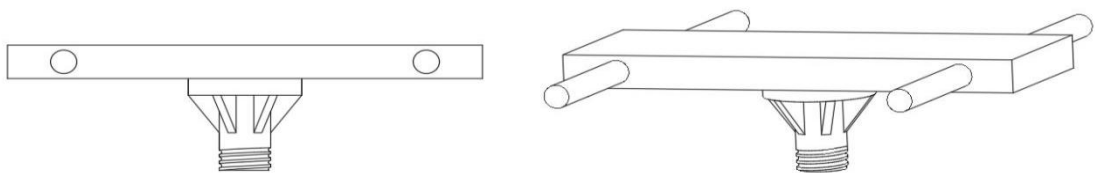


图5 连接工装结构上部分

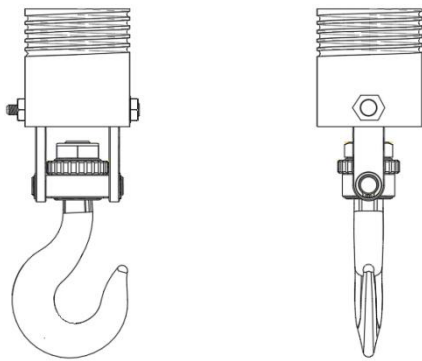


图6 连接工装结构下部分

4 连接工装的静力学仿真分析

连接工装上部分为自主设计，且与天车挂钩相连接，受力较大，需要进行静力学仿真。连接工装下部分主体为吊钩，其为成熟产品，只需要根据天车秤量程大小选不同型号的吊钩即可。现以连接工装结构上部分为仿真对象，对其施加220t最大载荷，对其静力学特性进行分析。对连接工装上部分底端施加220t 载荷，再将其4个悬臂部分设定为受力固定端进行仿真分析，如图7、图8所示。

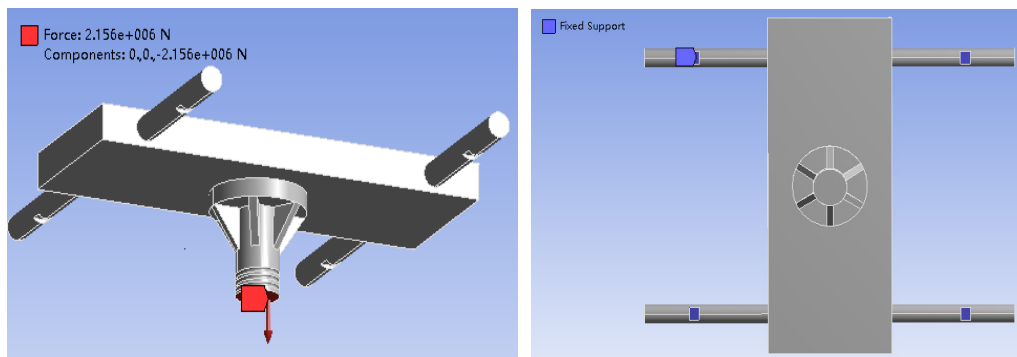


图7 连接工装结构仿真约束条件图

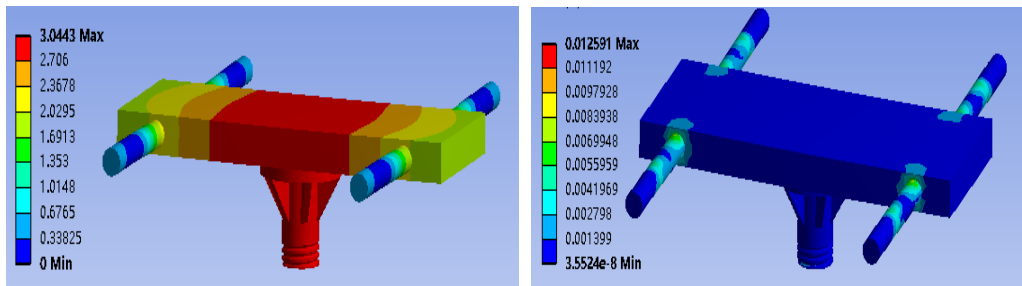


图8 连接工装结构仿真云图

根据图7 仿真云图左图可知，连接工装在受220t 载荷下，中央部分受力最大，产生最大形变量3mm，形变量较小，不影响天车秤校准作业。根据图7 右图可知，应力集中在4个悬臂端，悬臂根部应力集中较大，可采取加焊筋板等工艺措施加强悬臂根部结构，从而使悬臂结构强度更加可靠。综上所述，本研究所设计的连接工装结构，简单可靠且经济成本较低，能够胜任天车秤校准作业。

5 结语

本研究所设计天车秤校准装置，能够完成量程 $\leq 220t$ 的天车秤的校准工作，覆盖范围较广。该装

置及其涉及的校准方法，能够在天车秤实际工况下进行校准。所称待测料斗为天车秤实际工作载荷，不必协调标准砝码参与校准工作，降低了检测机构的砝码运输成本，提升了天车秤的校准效率。同时该装置不必使天车秤进行停工改造，降低了企业的生产成本。该装置的研发，为天车秤校准领域的发展提供了新的思路及参考。

参考文献

[1] 陈隆海.《大吨位天车秤标定方法探讨》[J]. 1996, (11):4 .

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

[3]JJG 669-2003.《称重传感器》[S].

作者简介

王喜阳（1981—），女，高级工程师，国家一级注册计量师。全国衡器计量技术委员会委员，陕西省质量衡器计量技术委员会副主任委员兼秘书长，国家二级计量标准考评员，陕西省法定计量检定机构考评员，陕西省计量科学研究院青年技术骨干。主要从事力学计量检测与研究工作。

主持起草JJF（陕）023-2020《自动分检衡器校

准规范》地方计量技术规范，参与完成陕西省工业攻关计划项目“公路计重收费动态计量防作弊监控系统（加密装置）”、陕西省质量技术监督系统科研项目“120t 整车式动态公路车辆自动衡器检定装置研究”，参与起草完成JJG1130-2016《托盘扭力天平》国家计量检定规程、JJG（陕）22-2014《整车式公路车辆衡器》、JJG（陕）01-1206《动态公路车辆自动衡器》《整车式车辆连续称量自动衡器》地方计量检定规程，《自动分检衡器》地方计量校准规范。获国家发明专利3项，实用新型6项，计算机软件著作权2项。