基于实验探究 HBM 汽车衡基础特性

□广西钢铁集团有限公司检测计量中心 严标源 蓝巍

【摘要】电子汽车衡作为重要的工业称重设备，其准确性和稳定性对生产和物流等领域具有重要影响。本文基于实验探究了使用HBM公司称重传感器所组装电子汽车衡的基础特性，包括称重传感器的线性度、故障复现、诊断以及接线盒对仪表的影响。通过线性实验和故障复现实验，本文深入分析了HBM公司称重传感器的性能特点和故障诊断方法，为实际应用提供了参考。

【关键词】电子汽车衡；称重传感器；线性实验；故障复现；接线盒

文献标识码：A 文章编号：1003-1870（2025）03-0020-04

Experimental Research on Basic Characteristics of HBM Truck Scales

【Abstract】 As an important industrial weighing equipment, the electronic truck scale has a significant impact on production and logistics fields in terms of accuracy and stability. This paper explores the basic characteristics of electronic truck scales assembled with HBM load cells based on experiments, including the linearity of the load cell, the fault recurrence and diagnosis, and the influence of the junction box on the instrument. By means of linearity experiment and fault recurrence experiment, the performance characteristics and fault diagnosis methods of HBM load cells are deeply analyzed in this paper, which provides reference for practical applications.

【Keywords】 electronic truck scale; load cell; linearity experiment; fault recurrence; junction box

引言

电子汽车衡作为一种重要的工业称重设备，广泛应用于生产、物流、贸易等领域，其准确度和稳定性对于保证产品质量、提高生产效率、确保交易公平具有重要意义^[1]。HBM作为全球知名的称重传感器制造商，其电子汽车衡称重传感器在市场上占有重要地位。然而，由于使用HBM公司称重传感器所组装电子汽车衡的说明书和仪表多为英文，操作人员在使用过程中可能面临较大的难度。尤其是在出现故障时，往往难以快速准确地定位问题所在，导致维修时间延长，对生产造成不利影响。因此，本文对使用HBM公司称重传感器所组装电子汽车衡的基础特性进行深入探究，对提高操作人员的技能水

平、缩短故障排查时间、提高生产效率具有重要意义。

1 HBM 称重传感器线性实验

1.1 实验设备与方法

本次实验主要采用以下设备：力标准机、HBM称重传感器、接线盒、仪表、称重传感器连接件等。所使用的HBM称重传感器型号为C16iC3/40t，其采用柱式结构设计，额定量程达40t。负荷测量选用的是600kN叠加式力标准机，其负荷波动性在10%~100%F.S范围内试验数据优于0.03%。该叠加式力标准机采用先进的力值测量技术，能够提供稳定且准确的力值输出，并且具备良好的重复性，可确保在多次相同力值加载实验中所输出的力值偏差极

小，从而保障实验数据的可靠性。其采用电脑进行控制，在软件上设置相应的分段及力值，即可实现对称重传感器施加精确可控的力，模拟电子汽车衡在实际称重过程中受到的不同重量负载情况。称重传感器作为实验的核心部件，其准确度和稳定性直接影响实验结果的准确性。实验选择正常称重传感器和已损坏称重传感器作为对照组，以此获得实验数据并进行特性研究分析。

实验主要包括以下几个步骤：将单个称重传感器和接线盒、仪表连接并进行组秤，保证仪表可正常显示重量；然后将称重传感器放置在叠加式力标准机平台上，通过叠加式力标准机按照设定的力值梯度逐步施加力，从最小力值开始，每次增加固定的力值幅度，直至达到称重传感器的额定最大力值，期间记录称重传感器对应每个力值时仪表的重量示值；连接不同的称重传感器进行实验并记录，对多组实

验结果进行分析讨论。

1.2 称重传感器线性实验结果与分析

在HBM 称重传感器的线性实验中，我们选取了3个正常称重传感器（1#~3#）和3个现场拆回的已损坏称重传感器（4#~6#）进行对照实验，仪表分度值设为10kg。因称重传感器最大量程为40t，叠加式力标准机最大力值输出设为400kN，分为5个稳定输出点，每次增加力值幅度80kN，实验数据如表1所示。因本次实验主要是为了探究称重传感器的线性，所以每次实验前并未对仪表进行量程校准操作，仪表重量示值和力标准机的力值不一定能正确对应，但对本次实验结果无影响。实验过程中我们也注意到，已损坏的4#、6# 称重传感器在受到大于320kN的力时，仪表数值存在跳动的现象，不能输出一个稳定的数值，而正常的称重传感器则不会出现此现象。

表1 称重传感器线性实验数据

力值/ kN	仪表重量示值/ kg					
	1#	2#	3#	4#	5#	6#
80	9620	7990	7690	8020	8320	7660
160	19240	15990	15380	16030	15710	15280
240	28850	23990	23080	24040	22910	22900
320	38470	31990	30770	32030	30100	30480
400	48090	39990	38460	43180	37080	38050

为了更直观地看到称重传感器的线性情况，我们对表1的数据进行简单的处理，计算其每增加80kN

的力时所对应仪表重量示值的增量 δ ，各称重传感器具体增量数据如表2所示。

表2 称重传感器增量数据

增量/ kg	1#	2#	3#	4#	5#	6#
δ_1	9620	8000	7690	8010	7390	7620
δ_2	9610	8000	7700	8010	7200	7620
δ_3	9620	8000	7690	7990	7190	7580
δ_4	9620	8000	7690	11150	6980	7570

实验结果表明，HBM 称重传感器具有良好的线性度和稳定性，在施加不同大小的力时，称重传感器的输出信号与力的大小呈线性关系，增量波动不超过2个分度值，线性度较高。同时，称重传感器的输出信号稳定可靠，没有出现明显的波动或漂移现象。另一方面，我们也注意到，对于已损坏的称重传感器，其输出信号与力的大小之间的关系变得极

其不稳定，出现了部分力值区间仪表重量值突变、跳跃或者增长缓慢等不符合线性规律的情况，偏差超出了正常范围。这表明称重传感器损坏后其线性特性遭到破坏，无法准确地将外力大小按比例转换为对应的电信号输出，必然会导致电子汽车衡称重结果出现较大误差，严重影响称重的精确性。

通过本次实验，也证明了叠加式力标准机作为

一种有效的测试工具，能够准确评估称重传感器的线性性能，进而帮助我们快速判断称重传感器的质量状态。之前厂区内一台分度值为50kg的电子汽车衡，司磅人员进行三点校磅时发现，当车辆重量小于80t时，三点偏差不超过3个分度值；当车辆重量大于100t时，车辆靠近出口时偏差能达到3t。维修人员用9t砝码分别压在各称重传感器对应的角时，并未能找出问题所在。若通过一个一个地更换称重传感器的方法来找出有问题的称重传感器，将耗费大量的时间，影响生产车辆过磅。后续将靠近出口的称重传感器拆下，使用力标准机进行测试，在较短的时间内找出了有问题的称重传感器并进行更换，成功地解决了该电子汽车衡问题。

2 接线盒性能影响

接线盒是电子汽车衡连接称重传感器与仪表的关键中间部件，其主要功能是汇总多个称重传感器并联组装电子汽车衡的输出信号，然后将其传输给仪表^[2]。HBM公司称重传感器组装电子汽车衡使用的是VKD2R-8数字接线盒，支持2/4线制RS-485/422连接，最大可连接8个HBM称重传感器，其内部包含电阻、电容等元器件，用于对称重传感器信号进行滤波、放大等处理，以提高信号的稳定性和可靠性。同时，接线盒还具有信号隔离功能，可以有效防止外部干扰对传感器信号的影响。

为了研究接线盒对HBM公司称重传感器所组装电子汽车衡的性能影响，我们分别对2个现场拆回的已损坏接线盒进行相关实验。在正确完成称重传感器接线后，第一个接线盒出现了仪表报警所有称重传感器通讯错误的现象，读取不到任何称重传感器的信号。通过测量称重传感器的激励电压，发现只有3.2V左右，称重传感器正常工作时，激励电压应在11V~24V之间。测量该接线盒元器件的电阻值和电容值，并和正常接线盒作对比，发现已损坏接线盒有一个电阻阻值不一样，且测出的阻值和其表面色环表示的阻值也不一致，所以推断是该电阻阻值变化导致称重传感器的激励电压过低。另一个损坏接线盒正确接线后仪表可显示重量数值，但在调整角差后，电子汽车衡的角差仍相差较大，车辆停在秤台的前、中、后三个位置重量相差超过3个分度值。使用7400kg的重物进行多次角差调整，每次调

整完成后，将7400kg的重物压在每个称重传感器上看仪表示值，总有一个位置的重量和其他点的相差较大，且重量相差较大的点会在每次调整角差后随机变化，没有规律可言。更换正常的接线盒对该电子汽车衡进行角差调整，调整后重物压在每个称重传感器上，仪表的示值都为7400kg，说明是因为损坏的接线盒导致电子汽车衡角差较大，且仪表不能通过角差调整功能恢复正常。

因此，当接线盒中的电阻、电容等元器件出现问题时，会影响电子汽车衡的准确性，甚至会导致仪表故障，不能显示重量。为了迅速定位并解决此类问题，日常维护工作中，技术人员应定期检测接线盒的电阻值和电容值，以及其它相关参数，以此作为判断接线盒健康状况的重要依据。值得一提的是，在实验过程中我们也发现，将各称重传感器线并联后不经过接线盒直接接入仪表，电子汽车衡可以正常使用，误差也在允许范围内。当接线盒损坏且没有相应备件更换时，可利用此方法先恢复电子汽车衡的使用，以免影响生产。

3 电子汽车衡故障复现与诊断

在对HBM公司称重传感器所组装电子汽车衡维护过程中，经常遇到仪表报警所有称重传感器通讯故障，更换仪表和接线盒后故障仍然存在，最后发现是某个称重传感器线破损导致的。为了研究清楚导致出现此现象的原因，进行了一次故障复现实验，通过短接或断接称重传感器线来模拟平时使用过程中称重传感器线破损的情形，并据此总结相应故障现象，为实际故障诊断提供依据和思路。本次实验主要设备材料：4个HBM称重传感器，1个接线盒，1个仪表，1套接线工具。HBM称重传感器包含4根信号线（TA、TB、RA、RB）及2根电源线（UB、GND），正确接线组秤，仪表正常工作后，对称重传感器线两两进行短接，记录每次的故障现象，实验结果如表3所示。短接实验后，开始进行断接实验，发现断接哪个称重传感器，仪表报警相应称重传感器通讯故障，其他称重传感器信号仪表能正常读取到，不会出现报警所有称重传感器故障的现象。如断接1#称重传感器，仪表报警1#称重传感器通讯故障；断接2#、3#称重传感器，仪表报警2#、3#称重传感器通讯故障。

表3 称重传感器线短接实验结果

短接线	仪表故障现象
TA、TB 短接	报所有称重传感器故障
RA、RB 短接	报所有称重传感器故障
TA、RB 短接	无故障报警，正常显示重量
TB、RA 短接	无故障报警，正常显示重量
TB、RB 短接	无故障报警，正常显示重量
TA、RA 短接	无故障报警，正常显示重量
UB、TA 短接	报所有称重传感器故障
UB、TB 短接	报所有称重传感器故障
UB、RA 短接	报所有称重传感器故障
UB、RB 短接	报所有称重传感器故障
GND、TA 短接	报所有称重传感器故障
GND、TB 短接	报所有称重传感器故障
GND、RA 短接	报所有称重传感器故障
GND、RB 短接	无故障报警，正常显示重量
GND、UB 短接	报所有称重传感器故障

根据实验我们可以知道，在称重传感器4根信号线的连接状况中，一个特定的现象引起了我们的注意——仅当两组特定的信号线短接时，仪表才会报警所有称重传感器故障。而电源线方面的情况则更为复杂，除了GND和RB之间的短接是个例外情况，此时仪表不仅不会报警任何故障，反而能够保持正常工作，准确显示重量。这一特例揭示了GND与RB之间可能存在特定的兼容性或设计上的冗余，旨在确保在特定短接条件下系统的稳定运行。然而，对于电源线上的其他任何线路，一旦它们与电源线发生非预期的短接，都会导致仪表报警所有称重传感器故障。此外，实验还排除了另一种可能性，即称重传感器单纯断路时并不会触发仪表报警所有称重传感器故障。这意味着称重传感器的断路问题虽会影响数据的正常传输或读取，但仪表的故障报警系统能够区分这类局部问题与系统性的全面故障，不会对故障排查产生误导。通过对称重传感器信号线与电源线不同短接情形的细致分析，我们不仅加深了对仪表故障诊断机制的理解，也为实际应用中如何有效预防和处理此类故障提供了宝贵的指导依据。

4 结语

本文围绕HBM称重传感器线性特性、故障复

现及接线盒影响等方面开展了较为系统的实验探究与分析，通过实验来研究影响电子汽车衡性能的因素，对HBM公司称重传感器所组装电子汽车衡的基础特性有了一定的认识，为操作人员提供了重要的参考和指导意义，有助于提高他们的技能水平和故障排查能力，保障生产的顺利进行。但仍存在一些不足之处，实验条件有限，导致无法对所有可能的故障类型进行全面覆盖和深入研究。未来可进一步拓展实验条件的覆盖范围，借助更为先进的环境模拟设备，尽可能真实地还原电子汽车衡在各种恶劣、特殊工况下的工作环境，全面研究称重传感器和接线盒的性能变化，为其在极端环境中的可靠应用提供更充分的理论与实践依据。同时，加大对复合型故障的研究力度，通过建立更复杂的故障模型，开展更多的联合故障复现实验等方式，深入分析多种故障因素相互作用下的表现及解决办法，提升对实际复杂故障的诊断和修复能力。

参考文献

- [1] 庄建盛. 电子汽车衡主要故障及处理办法 [J]. 大众标准化, 2023, (22): 196-198.
- [2] 魏娇玲, 罗伏隆. 关于电子衡器安装使用维护的技术探讨——浅谈电子衡器使用应了解的基本知识 [J]. 衡器, 2021, 50 (12): 32-39.
- [3] 蒋兴. 电子汽车衡中称重传感器的影响及应用 [J]. 中国检验检测, 2024, 32 (03): 21-24.
- [4] 王彦来. 如何减小偏载误差对电子汽车衡称量结果的影响 [J]. 衡器, 2021, 50 (01): 37-40.

作者简介

严标源（1997—），男，广西钢铁集团有限公司检测计量中心仪表技术员，助理工程师，主要从事衡器仪表技术工作。

蓝巍（1988—），男，广西钢铁集团有限公司检测计量中心计量检修副主任工程师，工程师，主要从事仪控设备管理工作。