电子汽车衡故障预防、处理和误差的减小

●黄秋云

[摘要] 电子汽车衡以其称量快、准确度高等特点已成为称量行业一种重要工具，在许多行业领域得到广泛的应用。广西百矿铝业有限公司在进厂氧化铝等原材料的计量过程中，全面应用了电子汽车衡这一先进的计量设备，在企业的生产经营活动中发挥着重要的作用。电子汽车衡在确保贸易结算公平性的同时，也显著提升了物料管理的效率和准确性。本文将深入剖析电子汽车衡在使用过程中可能遭遇的故障预防、故障处理以及如何降低系统误差等问题，主要从机械故障、电气故障、系统误差这三个核心方面进行深入分析，并针对每一问题提出切实可行的解决方案和措施。

[关键词] 电子汽车衡；故障；误差；校准

概述

汽车衡，作为一类特殊的衡器设备，承载器与道路紧密结合，专为称量行驶于公路上的各类车辆而设计。此类衡器在诸如物流中心、收费站、港口等需要对车辆重量进行检测的场合尤为适用。电子汽车衡，作为汽车衡的先进形式，运用静态称量技术，确保在称量过程中，被称载荷与衡器的载荷器之间无相对运动，保障了称量结果的精确性和稳定性。电子汽车衡通常采取整车称量模式，即车辆在称量时无需分割，而是以整车形式进行非连续性称量。此种方式不仅提升了称量效率，也便利了操作人员，使得整个称量流程更为迅捷和简便。

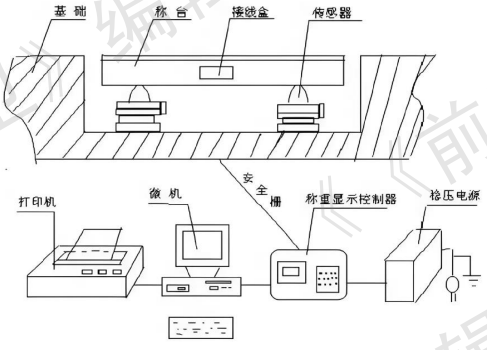

图 1　电子汽车衡结构示意图

电子汽车衡系统标准配置通常包括称重台面（承载器）、称重传感器以及称重显示部分，共同构成了系统的核心。称重显示部分主要由称重显示控制器、接线盒和信号电缆三大基本单元组成。为满足不同用户的具体需求，系统还提供了可选的外接设备，这些设备可以灵活组合，以形成多种配置方案。这些可选设备包括计算机、打印机、大屏幕显示器、电源浪涌保护器、稳定电源以及多功能电源插座等，能进一步提升系统的功能性和便捷性。

当承载货车缓缓驶入秤台时，重量通过车轮传递到称重台面上，使得称重传感器的弹性体发生变形。弹性体上粘贴的应变片桥路会因变形而失去原有的阻抗平衡状态，从而输出一个与重量数值成正比的模拟信号。这个信号随后会经过传感器内部的放大器进行放大，再通过 A/D 转换器转换成数字信号，然后由微处理器进行一系列复杂的数据处理。处理后的数字信号最终会通过接线盒传输至称重显示控制器，控制器将这些信号转换为直观的重量数据，并直接在显示器上展示出来，方便用户读取和记录。

目前电子汽车衡的基础结构形式有两种。一种是汽车衡安装在地平面之上的无基坑；另一种是安装在地平面之下的有基坑。

电子汽车衡故障和误差的分析

从前面电子汽车衡的原理可知，汽车衡可大致分为机械部分和电气部分。电子汽车衡的故障和误差主要从机械部分、电气部分、系统误差、通信部分四方面分析。

（一）机械部分故障分析

机械部分包括称重台面、安全限位装置、压头、地面固定件和基础设施等。

安全限位装置是安装在汽车衡前后四个角上，车辆称重时，会存在一定的纵向冲击力（如汽车上秤时的冲击力、上秤后刹车时的冲击力等），据权威测验，对于 16 米的汽车

衡，刹车时会产生近 30 吨的水平冲击力，水平方向上的冲击力会导致安全限位变形、断裂，如不及时处理，严重会导致汽车衡倾斜或倾倒，所以安全限位是一个很容易出现故障的重要部件。

压头是一个传力装置，传感器上下各一个，上压头作用是把称重台面上的力传递到传感器上，下压头连接地面底座，上下压头与传感器要求在一条轴线上。 若传感器受到的力不在其设计的主轴线上，它将会承受该力产生的横向分力，不同大小的横向分力，会产生相应的误差。 这个力在汽车经过时会被放大很多倍，会导致传感器固定销断裂、传感器旋转、压头碎裂，甚至压坏、压扁传感器等等。

称重台面是用来承载车辆的，由三节台面组成，中间用销子连接，由 8 个传感器支撑，处于同一水平面上，秤台与前后基础的距离是 20mm。 而很多因素都会使称重台面产生移位，使之与基础相接而引起计量误差，即使是轻微的移位也不能超过 10mm，这些因素包括安全限位装置、压头、传感器、地面紧固件的故障，高温热膨胀，外力撞击，地面基础不平等等。 移位后的称重台面只能用吊车复原。

（二）电气故障分析

电气部分包括传感器、接线盒、称重显示控制器、连接导线等。

数字传感器内部有电阻应变计电路和数字处理电路两部分，电子元件比模拟传感器多出好几倍，而称重传感器的无故障时间与其含有的电子元件和焊点数量成反比。 由于传感器的密封性几乎无法从内部检测维修，只能通过外部连接导线测屏蔽线与信号线电阻值，或通过显示控制器查看零点系数、量程系数以及称重过程中系数的变化来判断传感器是否正常。

数字接线盒起连接作用，只有通讯接口，而无控制信号的输入和输出口。 只通过通讯接口 RS485 或 RS232 连到专用的显示控制器上。 室外秤体里的接线盒很容易受雨水和潮气的侵蚀，接线盒里的线路板遇到雨水潮气容易造成短路，损坏传感器。

称重显示控制器是对信号进行数据处理，显示重量。主要是供电电源故障，电源自身发热。 当夏天散热不良时会损坏供电电源。

传感器信号线与强电电源线或控制线并在一起，会干扰信号而产生误差，此外自然界中，磁场、通讯、噪声、振动等都会导致汽车衡信号在传输过程中受到干扰。 除此之外汽车衡常见故障还有雷击、意外断电等。

（三）系统误差分析

在汽车衡的日常运用过程中，系统误差的出现是难以避免的，主要可归纳为以下三个层面。

（1）称重传感器自身可能成为误差的源头。 由于称重传感器在设计与制造过程中存在的非线性特性、各传感器之间的差异性以及材料的蠕变现象等因素，可能会引发一系列的称量误差。 这些误差包括非线性称量误差、滞后误差、温度影响误差、偏载误差、重复性误差以及蠕变误差等。

（2）秤体结构自身亦可能成为误差的源头。 秤体的机械部件在力的传递过程中，以及负荷接受器和固定杠杆等关键部件的性能，都可能对称重结果产生影响。 此外，秤体所使用的制造材料在温度变化下可能会发生膨胀、蠕变和增加摩擦，这些因素同样会导致称重误差。 这些误差同样包括非线性称量误差、滞后误差、温度影响误差、偏载误差、重复性误差、蠕变误差以及置零误差等。

（3）称重显示控制器也可能成为误差的源头。 这些误差主要来源于控制器在不同温度条件下的性能变化，以及控制器的分辨率限制。 温度变化可能会对控制器的电子元件造成影响，从而影响其输出的准确性。 而控制器的分辨率限制则直接关系到其能够分辨的最小重量变化，分辨率越低，可能引入的误差就越大。

Q 电子汽车衡故障预防、处理和误差减小的措施

（一）故障的预防

（1）为确保安全限位装置的正常运作，必须严格按照规定，每半年执行全面的保养工作。 保养过程中，应对支撑头进行润滑处理，适量涂抹黄油，以降低磨损程度，延长使用寿命。 同时，应定期检查安全限位间隙，确保保持在 2～3 毫米的合理范围内。 一旦发现限位装置出现变形或断裂，应立即停止使用，并迅速组织检修工作，以杜绝潜在的安全隐患。

（2）在传感器新安装过程中，首要任务是确保传感器的固定销已牢固固定。 随后，应对上下压头涂抹黄油，以降低摩擦，保护压头。 为充分释放传感器与秤台及压头之间的应力，需使用接近汽车衡称量范围的车辆，在秤台上反复多次通过，确保应力得到充分释放。 安装时，务必保证称重传感器在垂直方向上与称重台垂直受力，避免侧向受力，以确保称重数值的精确性。 传感器安装使用一周后，必须进行检查，确认传感器是否正常工作。

（3）电子汽车衡在使用一段时间后，应使用撬棍检查秤台是否晃动灵活，确保未出现松动或损坏。 同时，需检查秤体与护坡之间（或基坑之间）的缝隙，排除石子等异物顶住称重台的情况，如有异物，应立即清理。 此外，定期清理秤底积土，保持电子汽车衡的正常运作，也是不可或缺的。

（4）为加强电子汽车衡的防尘、防水性能，建议在秤台面的两节秤体连接处，钢质秤面板上加装专用的高强度、抗老化橡胶密封条，并在密封条与秤体之间施加密封胶。 此方案可实现长期防尘、防水效果，确保电子汽车衡的稳定性和准确性。

(5)对于设有基坑的电子汽车衡，必须特别强化防积水措施。 基坑内应凿出排水沟槽，并配备抽水机。 在连续降雨情况下，应立即切断电源，防止信号线、电源线和传感器因浸水而短路。 同时，应及时抽排基坑积水，疏通排水沟，确保基坑干燥后仪表可正常通电使用。

(6)严禁在秤台上进行电弧焊作业。 如遇特殊情况必须在秤台上进行电弧焊作业，需注意以下几点：首先，必须断开信号线和仪表的连接，防止电流通过信号线对仪表造成损害。 其次，电弧焊的地线应设置在被焊部位附近，并确保牢固接触在秤体上，保障焊接过程的安全。 最后，要确保传感器不成为电弧焊回路的一部分，避免对传感器造成损害。

(7)在条件允许的情况下，应检测接地电阻，确保接地电阻不大于 4Ω。 传感器接地可进行传感器屏蔽，仪表外壳接地可进行仪表屏蔽等。 所有通向显示仪表或从仪表引出的导线，均应采用屏蔽电缆，以减少外部干扰。 屏蔽线的连接及接地应合理，确保秤台附近无干扰设备，从而保障电子汽车衡的准确性和稳定性。

(二)故障的发现及处理

(1)必须对衡器秤体的安全限位装置以及传力机构限位装置进行细致入微的检查，确保运行状态符合规定要求，包括对接线盒是否受潮、接线板是否腐蚀以及传感器信号电缆是否存在损伤进行严格检查。 随后，工作人员应依次站在秤台的各个称重点上，细致观察显示的重量是否保持一致。同时，轻轻晃动秤台，以检验灵活性和稳定性。 此外，使用万用表对供电电源和传感器输出信号进行精确测量也是至关重要的步骤。

(2)基于对衡器工作原理的深刻理解，结合丰富的实践经验，可以采用直观的检查方法来迅速定位故障部位，包括观察仪表显示的重量是否在正常范围内，用嗅觉感知是否有烧焦的气味，用听觉捕捉车辆经过时秤台及传感器发出的声音，以及用手触摸传感器检查其是否转动，有助于迅速识别问题。

(3)采用分割法和电阻测量法等科学的方法来逐段检查和分析，以确定故障的具体位置。 在这一过程中，分析思路显得尤为重要，因为故障实例千变万化。 然而，只要检修思路正确，就能够触类旁通，举一反三，从而有效地解决问题。

(4)牢记各个部件的常见故障，并做好详细记录，为今后的检修工作奠定基础。 对于关键元件，了解开路或短路可能产生的后果非常重要。 在处理完故障之后，进行小结和反思，积累宝贵的经验和教训，有助于提高未来的检修效率和质量。

(三)误差的减小

电子汽车衡正常使用过程中误差的减小主要通过校准来实现。 按照检定规程电子汽车衡的检定需进行零点测试、量程测试、偏载测试、鉴别力测试、重复性测试。 偏载测试和量程测试是校准的难点也是重点。

依据检定规程的规范性指导，并结合本人在工作实践中的经验积累，提出了一套符合工作实际需求的测试方法，该方法专门针对偏载测试和量程测试进行了优化。 通过采用恒定载荷替代传统标准砝码的方式，能够在确保测试精度不受影响的基础上，使校准流程更加简便快捷。

(1)针对偏载检测，采取了以叉车为执行工具的测试方案。 叉车将两吨或四吨的砝码(此时总重量约为 6.5 吨或 8.5 吨)举起，将这些砝码视为一个整体的载荷。 接着，叉车需停放在各个称重点的位置，确保叉车的重心与称重点(即称重传感器)的位置基本一致。 通过这一系列操作，能够细致地进行多次检测与调整，目的是使各个称重点的示值尽可能地保持一致。 此方法既确保了汽车衡的校准质量，又显著缩短了校准所需的时间。

(2)在量程校准方面，首先采用砝码进行初步校准。 具体操作是用叉车举起满量程 50%的砝码，在一台汽车衡上进行校准。 在确认校准无误后，使用重量相近的汽车在已校准的汽车衡上进行称重。 随后，利用这台已经校准的汽车衡对其他汽车衡进行校准。 根据实践经验，在 50 吨至 150 吨的电子汽车衡上应用这种方法，效果非常理想。 这种方法不仅有效地解决了标准器严重不足的问题，而且还避免了在检测过程中需要同时在秤台上放置大量砝码和替代物的困难。

结束语

综上所述，当电子汽车衡发生故障时，计量人员必须执行检查、分析和调试工作，确保恢复正常运作。 随后，依照检定规程进行校准，并在确认校准合格后方可将其投入使用。 这项任务既复杂又精细，要求检修人员不仅具备理论知识，还必须拥有实际操作技能。 上述内容是基于个人所掌握的知识和工作经验进行的分析与总结，然而，仍有许多影响电子汽车衡精度的因素尚未被发现，因此，需要在实际工作过程中持续深入地进行探索。

参考文献

[1]黄松涛.计量器具之衡器软件质量分析和检测[D].江苏:南京理工大学,2010.

[2]唐文炳.电子衡器使用与维修[M].北京:中国计量出版社,2003.

[3]张卫民.JJG539-2016《数字指示秤检定规程》的应用和思考[J].中国计量,2019(07):120-121.

作者简介：

黄秋云(1986—),女,壮族,广西百色人,大学专科,助理工程师,广西百矿铝业有限公司,研究方向:热控计量、质量检验。