

数字指示秤计量检定误差要素与检定技术研究

夏依奴尔·哈得哈力

新疆塔城地区托里县质量与计量检测所 新疆托里 834500

摘 要: 本文旨在探讨数字指示秤在计量检定过程中可能出现的误差要素及其控制措施,并深入研究相关的检定技术。通过对重复性误差、线性误差、滞后误差以及由环境因素引起的误差进行分析,本文提出了一系列有效的控制策略,还详细介绍了标准砝码法、比较法和替代单位检定法等检定技术的原理和应用,以期提高数字指示秤的计量准确性和可靠性。

关键词: 数字指示秤; 计量检定; 误差要素; 检定技术

一、数字指示秤的工作原理

数字指示秤的工作原理基于力的平衡原理和传感器技术。当物体放置在秤盘上时,物体的重力作用于秤盘,通过机械结构传递到传感器上。传感器通常采用电阻应变片或电容式传感器,能够将受到的力转换为电信号。对于电阻应变片传感器,受力后其电阻值会发生变化;而对于电容式传感器,则是电容值的变化。这些电信号随后被放大并传输至模数转换器(ADC),将模拟信号转换为数字信号。微处理器接收到这些数字信号后,通过内置的算法计算出物体的重量,并将结果显示在数字显示屏上。整个过程快速且精确,使得数字指示秤能够提供即时的重量读数。

二、数字指示秤的计量检定误差要素及控制措施

1. 重复性误差

重复性误差在数字指示秤的计量检定中是一个关键考量因素,它体现了设备在相同条件下对同一物品进行连续测量时结果的一致性。这种误差可能源于多种原因,包括传感器的微小变化、电子元件的老化或性能波动,以及操作者的使用习惯等。为了有效控制重复性误差,首要任务是确保设备的稳定性和可靠性,这通常通过定期的维护和校准来实现。专业的操作培训也至关重要,因为它能够减少人为操作不当引入的误差。此外,选用高质量的传感器和采用精密的制造工艺也是提升整体性能的关键^[1]。

2. 线性误差

线性误差描述了数字指示秤在整个量程范围内显示值与实际质量之间的偏差,这种偏差并非恒定不变,而是随着负载的增加而呈现出一定的变化规律。这种误差

通常是由于传感器的非线性特性或机械结构的缺陷所导致。为了精确控制线性误差,需要在设计和制造阶段就着手优化传感器的性能,确保其在全量程范围内的响应尽可能接近理想线性。同时,利用先进的软件算法进行误差补偿也是一种有效的方法,即根据预先测定的误差曲线对测量结果进行修正。此外,定期进行全面的线性校准也是不可或缺的步骤,特别是在使用前和使用过程中的关键节点,这有助于及时发现并纠正线性偏差,从而保证测量精度。通过这些综合措施,可以有效地控制线性误差,提高数字指示秤的计量准确性。

3. 滞后误差

滞后误差是数字指示秤在加载或卸载物体时,读数不能立即跟随实际质量变化而表现出的延迟现象。这种误差通常与秤的机械结构和材料特性密切相关,例如弹簧的弹性滞后或内部摩擦阻力等。控制滞后误差需要从多个方面入手。首先,选用低滞后效应的材料制造秤体是关键,这些材料能够在受力后迅速恢复原状,减少滞后现象的发生。其次,设计合理的机械结构以减少内部摩擦也至关重要,通过优化结构设计和润滑措施,可以降低摩擦力对测量结果的影响。此外,采用先进的电子技术也是改善滞后误差的有效手段。例如,高速采样和快速响应算法能够显著提升秤的动态性能,缩短响应时间,使读数更加及时准确地反映实际质量变化。对于高精度要求的应用场景,还可以考虑使用无机械接触的电子称重系统,从根本上消除由机械部件引起的滞后问题。这种系统通过直接测量物体对传感器的压力来获取重量信息,避免了传统机械秤中由于机械部件磨损、松动等因素导致的滞后误差^[2]。

4. 环境因素引起的误差

环境因素，如温度、湿度、气流、电磁干扰等，都可能对数字指示秤的计量性能产生影响，导致测量误差。例如，温度变化会影响材料的膨胀系数，进而改变秤的结构尺寸和传感器特性；湿度过高可能导致电子元件受潮，影响电路的稳定性；强电磁场则可能干扰信号传输，引起读数波动。为了减小环境因素的影响，应在设计时选择适合各种环境条件的材料和防护措施，比如使用温度补偿技术、密封防潮设计以及抗电磁干扰的电子元件。此外，合理安排秤的使用环境和位置，避免直接暴露在极端条件下，也是重要的预防手段。定期检查和维护设备，及时调整或更换受损部件，也能有效保障秤在不同环境下的准确度和可靠性。

三、数字指示秤计量检定技术研究

1. 标准砝码法

标准砝码法是一种传统的计量检定方法，它利用已知质量的标准砝码来校准数字指示秤。这种方法的核心在于通过将标准砝码放置在秤盘上，观察并记录秤的显示值，从而判断秤的准确性和重复性。具体操作时，首先确保数字指示秤处于水平状态且预热至正常工作温度。然后，依次放置不同质量的标准砝码（如1g、2g、5g、10g、20g、50g、100g、200g、500g、1kg、2kg、5kg、10kg、20kg、1000kg、2000kg等），记录每次加载后秤的读数。通过比较读数与砝码实际质量之间的差异，可以计算出秤的误差范围。此外，还需进行多次重复测量以评估其稳定性和重复性。此方法的优点在于直观、简便，适用于大多数类型的数字指示秤；但缺点是对大质量物品的检定可能受限于砝码的最大规格^[3]。

2. 比较法

比较法涉及使用已校准的标准设备作为参考，将待检的数字指示秤与之进行对比测试。这种方法通常用于高精度要求的场合，如实验室或工业环境中的重量测量系统。在实施过程中，先确保参考秤的准确无误，随后对同一物体分别在两台秤上称重，记录两者的读数差异。通过分析这些数据，可以评估待检秤的偏差程度。比较

法的优势在于能够直接反映待检秤相对于标准设备的精确度，适合于验证高价值商品交易中的秤是否公正。然而，该方法要求有可靠的参照物和较为复杂的数据处理过程。

3. 替代单位检定法

替代单位检定法是一种创新的检定技术，它不依赖于传统的砝码或直接比较，而是采用其他已知物理量（如力、压力、体积等）转换为等效的质量单位来进行检定。例如，可以通过测量弹簧的伸长量来推算出施加在其上的力，进而间接计算出被测物体的质量。这种方法特别适用于那些难以直接使用砝码或需要非接触式测量的场景。实施时，需建立一套精确的转换关系模型，并通过实验验证其准确性。替代单位检定法的优势在于灵活性和创新性，能够适应特殊环境下的计量需求，但其挑战在于转换关系的确立和验证过程较为复杂，需要较高的技术水平支持。

结语

综上所述，数字指示秤的计量检定误差要素涉及多个方面，包括重复性误差、线性误差、滞后误差以及环境因素引起的误差。通过采取有效的控制措施和技术手段，可以显著降低这些误差的影响，提高数字指示秤的计量准确性。同时，标准砝码法、比较法和替代单位检定法等检定技术的研究和应用，为数字指示秤的计量检定提供了可靠的技术支持。未来，随着技术的不断创新和发展，相信数字指示秤的计量性能将得到进一步提升，为各行各业提供更加精准、高效的测量服务。

参考文献

- [1] 木台力甫·艾买尔. 数字指示秤计量检定误差要素与检定技术研究[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2023(3): 1-4.
- [2] 钱福颖. 数字指示秤检定误差要素和减小措施[J]. 计量与测试技术, 2024, 51(5): 84-86.
- [3] 唐秋晨. 数字指示秤的误差来源与检定方法研究[J]. 大众标准化, 2024(5): 184-186.