

计量检测中天平砝码检定误差原因与控制

刘 宁

汉中市质量技术监督检验检测中心 陕西 汉中 723000

摘 要：计量检测在现代科技领域中占据着至关重要的地位，而天平作为一种广泛应用的计量工具，其准确性直接关系到实验结果和检测质量。在天平的使用中，砝码检定误差是一个常见且重要的问题，可能对计量结果产生深远的影响。本文将对天平砝码检定误差的原因进行深入剖析，探讨如何采取有效的控制策略，从而提高天平砝码检定的精确性和可靠性。

关键词：计量检测；天平砝码；检定误差；原因；控制策略

在信息时代下，计量检测已经贯穿于科学研究、工程建设、制造业等众多领域，天平砝码检定误差的深入研究不仅关系到实验数据的准确性，也关系到产品质量的可靠性，甚至影响到国家标准的制定和执行。天平砝码检定误差的产生是综合性问题，可能受到多种因素的影响，因素涉及天平本身的结构特点、使用环境、人为因素等多个方面，为了更好地理解和解决该问题，需要系统地探讨各种可能的原因，并提出科学合理的控制措施，以确保天平砝码检定的准确性和可追溯性。

1 计量检测中天平砝码检定误差控制的重要性

在计量检测的过程中，天平作为应用较为普遍的计量工具之一，其砝码检定误差的控制显得尤为重要，其重要性主要包括：（1）保障实验数据的准确性。在科学研究领域，实验数据的准确性是科学研究的基石，天平作为常见的计量工具，其砝码检定误差直接关系到实验数据的准确性，如果天平砝码的检定误差无法有效控制，那么所得到的实验数据可能存在较大的偏差，从而影响到科研结果的真实性和可信度。实验室研究、新材料开发、医学实验等领域对实验数据的准确性要求极高，任何一点的误差都可能导致不可挽回的后果，通过有效控制天平砝码检定误差，可以最大程度地保障实验数据的准确性，为科学研究提供可靠的基础。（2）提升产品质量的可靠性。在制造业中，产品质量的可靠性直接关系到产品的市场竞争力和企业的声誉。天平砝码在生产过程中的检定误差如果无法得到控制，就可能导致生产出的产品质量不稳定，甚至出现偏差较大的情况，容易导致产品合格率下降，产品退市，甚至引发严重的质量事故。通过对天平砝码检定误差的精准控制，可以确保在产品制造的各个环节中计量的准确性，有助于提升产品质量的稳定性和可靠性，确保产品能够符合相关标准和规范，从而提高企业的竞争力^[1]。（3）保护消费

者权益和维护社会公正。在产品质量和社会服务领域，天平砝码的准确性直接关系到消费者的权益和社会公正，如果企业使用的天平砝码检定误差较大，可能导致产品的重量标示不准确，从而损害消费者的合法权益，不仅影响企业的信誉，还会引发社会不公正现象。通过对天平砝码检定误差的严格控制，可以确保商业交易和社会服务中计量的准确性，有助于保护消费者的权益，维护社会的公正和公平，促进社会经济的健康发展。

（4）保障国家标准的执行和推动科技创新。在国家层面，天平砝码的检定误差直接关系到国家标准的制定和执行，如果天平砝码的检定误差无法得到有效控制，那么计量体系将面临巨大的挑战，国家标准是衡量国家科技水平和产业水平的重要指标，而计量检测是支撑国家标准制定与执行的基础。通过确保天平砝码检定误差的准确控制，可以推动国家标准的科技创新，保障国家计量体系的稳定运行，有助于我国在科技领域取得更多的创新成果，提升国家在国际科技竞争中的地位。

2 计量检测中天平砝码检定误差的主要原因

2.1 设备原因

天平砝码检定误差的主要原因之一是天平本身的结构设计不合理，天平作为一种精密的测量工具，其结构的合理性直接关系到砝码的灵活性和稳定性，如果天平结构设计存在缺陷，例如关键部件的制造精度不足、机械传动系统的摩擦过大等问题，就容易导致砝码在运动过程中产生误差，进而影响测量的准确性。

2.2 人为因素

在计量检测中，人为因素是不可忽视的，操作人员的不当操作可能导致天平砝码的检定误差，例如不正确的放置砝码、不准确的读数、检测环境缺乏控制等操作不当都可能引起误差^[2]。

2.3 环境因素

温度、湿度和气压等环境因素的变化都可能引起天平性能的波动,例如温度的变化会导致天平材料的膨胀或收缩,从而影响砝码的准确性,湿度的变化可能导致砝码表面的氧化,影响其质量。

2.4 系统漂移和非线性误差

系统漂移是指在一段时间内,天平的测量结果发生了持续性的偏差,可能是由于仪器老化、零点漂移等原因引起的;非线性误差是指天平在测量过程中与质量的关系不是线性的,通常在天平的最大负载范围内产生。

2.5 材料质量差异

天平砝码的材料质量直接影响其密度和质量的均匀性,如果砝码的材料质量存在差异,就会导致天平的检定误差,常见的材料差异包括密度不均匀、材料纯度不足等。

3 计量检测中天平砝码检定误差的控制策略

3.1 优化天平结构设计

3.1.1 结构刚性的提升

天平的结构刚性直接关系到其在测量过程中的稳定性和准确性。提升结构刚性是减小天平砝码运动误差的有效手段,因此在选择结构材料时,优先考虑高强度、低膨胀系数的金属材料,以提高天平的整体刚性;合理设计天平的结构布局,减小结构的变形,降低砝码运动时产生的误差,采用刚性良好的结构连接方式,如焊接、紧固等,确保天平的各个部分协同工作;在天平的关键部位增加支撑点,提高结构在测量中的稳定性,减小可能的振动和变形。

3.1.2 减小机械传动系统摩擦

在机械传动系统中使用高精度、低摩擦的轴承,减小运动部件之间的摩擦力,提高运动的顺畅性;对于天平的摩擦部位,选择适当的润滑剂,减小摩擦力,确保机械传动系统的顺畅运转;对机械传动系统进行定期的维护和检查,保持运动部件的良好状态,防止摩擦力的逐渐增大^[1]。

3.1.3 提高环境适应性

天平在不同的环境条件下使用,因此其结构设计需要具备较好的环境适应性,以减小环境因素对测量的干扰,比如可以引入温度补偿系统,及时调整天平的测量参数,以消除温度变化对测量结果的影响,并采用湿度控制技术,降低砝码表面的氧化速度,减小湿度变化对天平的影响。

3.2 确保检定人员操作符合规范

为了确保检定人员具备足够的专业知识和技能,需要进行专业技术培训,培训内容应涵盖计量学知识、检

定规程、计量标准考核规范、法定计量检定机构考核规范、天平使用和维护、规程测量不确定度评定与表示、误差分析等方面,使检定人员能够全面了解天平砝码检定的要求和程序;不确定度评定是检验计量检定人员能力的有效手段,通过参与计量比对、相关考试和评估,确保检定人员达到一定水平的专业素养,可以通过国家或地区的计量比对,确保检定人员具备进行天平砝码检定的能力。在实施天平砝码检定时,检定人员应严格按照计量检定规程或操作规范,确保天平 and 砝码的状态良好,消除可能影响检定的因素,如灰尘、油污等,并明确每一步操作的具体流程,包括天平的校准、砝码的放置、读数记录等环节,确保每个细节都得到严格执行;规定天平砝码检定的环境条件,包括温度、湿度等要素,以确保在合适的环境下进行检定,依据环境条件采用正确的操作方法,还包括天平操作时的注意事项、紧急情况的处理等,确保操作过程安全可靠。技术培训是确保检定人员不断提升专业水平的有效手段,通过定期的技术培训,使检定人员了解最新的计量检测技术、仪器设备更新和法规政策变化,以适应行业的发展和变化;培训内容主要包括新型天平的使用方法、误差分析技能、先进的检定技术等方面,以保持检定人员在天平砝码检定领域的领先水平,同时培训可以加强检定人员的团队协作和沟通能力,提高整个团队的综合素质^[4]。

3.3 保证检定环境稳定性

3.3.1 温度控制与补偿

温度是影响天平性能的关键因素之一,为了确保检定环境的稳定性,应该在天平使用的房间内安装空调或其他温度调节设备,保持温度在合适的范围内。根据JJG 1036-2022《电子天平》,级天平至少应不小于5℃;级天平至少应不小于15℃;天平至少应不小于30℃;如果没有规定工作温度范围,则应在-10℃~+40℃温度范围内保持计量性能。除了控制环境温度外,还可以在天平中引入温度补偿系统,该系统可以监测环境温度的变化,并及时调整天平的测量参数,以减小温度变化对测量结果的影响。2.湿度控制与防护湿度的变化也可能导致检定天平的性能波动,为了保证检定环境的稳定性,可以采用湿度控制技术,通过加湿器或除湿器等设备,维持环境湿度在适宜的范围;天平和砝码通常是由金属制成的,容易受到湿度的影响而产生氧化,为了防止该情况的发生,可以在检定环境中采取一些防护措施,例如使用除湿剂、保持通风,或在不使用时覆盖防尘罩等。

3.3.2 防止振动和风力影响

振动是可能导致天平砝码检定误差的因素,在检定

环境中,可以采用防振台或其他防振技术,减小地面振动对天平的影响;风力也可能对天平的准确性造成负面影响,在检定环境中可以通过设置风隔板、调整通风口的方向等手段,减小风力对天平的干扰。

3.3.3 确保光照稳定

光照变化可能对天平的传感器产生影响,从而导致检定误差,为了保证检定环境的稳定性,应该控制光源,避免强光或弱光直射到天平上;在需要的情况下,可以使用遮光设备,如窗帘或隔光罩,阻挡光线的干扰,确保天平处于相对稳定的光照环境中。

3.3.4 实施环境监测系统

为了及时掌握检定环境的变化,可以安装环境监测设备,监测温湿度、振动、光照等参数,设备可以实时提供环境数据,帮助检定人员及时调整操作;对于环境监测的数据,可以实施自动控制系统,对环境参数进行自动调整,系统能够更精确、更及时地维持检定环境的稳定性。

3.4 注重系统漂移和非线性误差控制

系统漂移是由于仪器长时间使用而导致的逐渐偏离标准状态的情况,为了控制系统漂移误差,应该定期对天平进行校准,通过与已知标准物体进行比对,可以及时发现并纠正系统漂移;加强全过程误差控制,确保在生产 and 使用的每个环节都有严格的质量控制,通过提高整个生产过程的质量,可以有效减小系统漂移误差的产生。

非线性误差是指天平的测量结果与负载之间不符合线性关系的情况,可以采用线性化方法,通过非线性负载点进行多次测量,建立非线性负载点的线性拟合曲线,从而降低非线性误差;数字信号处理技术可以对采集到的数据进行处理和校正,通过数学模型对非线性误差进行修正,该方法可以在不改变物理结构的情况下,有效地减小非线性误差^[5]。

3.5 控制砝码材料差异影响

砝码的材料直接影响其物理性质和稳定性,为了减小砝码材料差异的影响,首先需要选择高质量的砝码材料,可以选择的砝码材料包括不锈钢、铬合金、钨合金

等,具有较高的密度和良好的稳定性,能够有效减小材料差异对天平检定的影响;在生产过程中,对砝码材料的选择和检测应该严格按照相关的标准进行,确保原材料符合质量要求,通过对原材料的成分分析、密度测试等手段,预先排除不合格材料,减小材料差异对砝码性能的影响。利用先进的检测技术,如光学显微镜、电子显微镜等,对砝码的微观结构进行详细观察,通过对材料表面的形貌和结构进行分析,可以更全面地了解材料的差异,为制定更有效的控制策略提供依据;建立砝码的数据库,记录每个砝码的制造信息、材料成分、密度等关键信息,通过对数据库的维护和分析,可以追踪砝码的性能变化趋势,为制定后续的质量控制策略提供参考。此外,为了及时发现砝码的性能变化,应定期进行校准和检测。通过与已知标准物体比对,检测砝码的质量、密度等性能,及时发现砝码的变异并进行调整,从而保持砝码的一致性,减小材料差异引起的检定误差。

结束语

综上所述,天平砝码的检定误差控制在计量检测中具有极其重要的意义,关系到精准度、合规性、产品质量、科研可信度以及市场公平等多个方面。通过采取有效的措施来控制砝码的检定误差,可以提高测量结果的可靠性,促进行业的科学发展和经济繁荣,为此天平砝码检定误差的控制不仅是企业质量管理的要求,更是整个社会贸易、科研和监管体系的基础之一。

参考文献

- [1]于宇.计量检测中天平砝码检定误差原因与控制[J].中国质量监管,2023,(05):80-81.
- [2]栾克举.计量检测中天平砝码检定误差原因与控制研究[J].中国标准化,2023,(08):185-188.
- [3]姚彬,杨颖.砝码计量检定误差的控制对策[J].品牌与标准化,2022,(04):122-124.
- [4]姜海明.计量检测中天平砝码检定误差原因与控制[J].大众标准化,2022,(01):184-186.
- [5]闫昱桦.计量检测标准中天平砝码检定误差原因与控制[J].中国标准化,2023,(02):155-157.