

电子天平计量中的检定问题及改进方案分析

胡云飞 华伟锋 唐 佳

浙江蓝剑检测技术有限公司 浙江杭州 310000

【摘要】电子天平作为一种高精度的计量器具，在众多领域广泛应用。然而，在其计量检定过程中存在诸多问题，影响了测量的准确性与可靠性。本文深入剖析电子天平计量检定中的常见问题，包括环境因素、仪器自身特性、操作方法以及检定标准等方面，并针对性地提出改进方案，旨在提升电子天平计量检定工作的质量，保障其精准计量，为相关行业提供有力的技术支持。

【关键词】电子天平；计量检定；环境因素；操作规范；检定标准

一、引言

随着科学技术的飞速发展，电子天平在化学、制药、食品、科研等领域发挥着至关重要的作用，其计量的准确性直接关系到产品质量、实验结果的可靠性以及贸易结算的公平公正。电子天平的计量检定是确保其性能符合要求的关键环节，但在实际操作中，受到多种因素的干扰，容易出现误差，引发一系列检定问题。因此，系统分析这些问题并探寻有效的改进策略具有重大现实意义。

二、电子天平计量检定中的常见问题

（一）环境因子

1. 温度因素

电子天平对环境温度的变化有着极强的感知力。一旦周遭温度波动剧烈，天平内部构造中的传感器、电路零部件等，其固有的物理特性将发生改变，最终造成测量结果偏离真实值。就实验室的实际情形来讲，当空调装置运行不稳定，使得环境温度在一天之内的变化幅度超出 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 时，电子天平的零点漂移幅度大概率会达到毫克级别。对于像分析化学实验中对毫克级样品进行称量这类高精度要求的任务，如此量级的误差必然会极大地损害实验数据的准确性。

2. 湿度状况

处于高湿度的环境条件下，电子天平的各类部件极易受潮，进而对其电气特性与机械构造产生负面影响。从电气层面来看，潮湿的环境有可能致使电路板发生短路故障，对天平的电子元器件造成损坏；从机械角度而言，对于部分金属构件，因湿度问题引发的锈蚀现象会使得摩擦阻力增大，最终导致天平灵敏度降低。以南方的梅雨时节为例，诸多企业车间内的湿度长时间保持在80%及以上的高位，那些未实施防潮举措的电子天平，其称量重复性误差

显著攀升，甚至会频繁出现称量数值不稳定的状况。

3. 电磁场扰动因素

在当代工业场景之下，存在着形形色色的电磁场源头，诸如电机、变压器以及各类通讯设备等。鉴于电子天平归属于高精度的电磁测量器械，外界电磁场的干扰极易致使其传感器捕获错误的信号，进而对最终的称量数值造成不良影响。以电子设备制造车间为例，在强电磁场充斥的环境中，电子天平的示值波动幅度能够达到数十毫克之巨，这一波动幅度已然远远超出其既定的允许误差区间，根本无法契合精密零部件对于称量精度所提出的严苛要求。

（二）仪器自身特性

1. 天平灵敏度特性

不同型号以及规格的电子天平，在灵敏度层面存在显著差异。部分低精度的电子天平在针对微小质量进行称量操作时，往往难以精准地甄别出细微的质量变动情况。举例而言，应用于普通教学实验室场景下的电子天平，其灵敏度指标设定为0.1g，当对质量处于0.5g以下的样品执行称量任务时，所产生的测量误差有可能高达 $\pm 0.05\text{g}$ ，如此一来，便无法满足那些对精度稍有苛求的基础化学实验在数据采集环节所提出的精准性诉求。

2. 线性度偏差问题

电子天平所给出的称量数值与被称量物体的实际质量之间，并不能达成完全理想化的线性对应关系，尤其当称量数值趋近于量程上限之际，这种线性误差表现得愈发显著。以部分应用于工业领域的电子天平为例，其量程设定为5kg，一旦称量接近5kg这一上限值的重物时，线性误差极有可能突破0.5g，对于诸如建材配料这类将重量作为关键控制指标的产品生产流程而言，如此大的线性误差将会致使产品质量呈现出不稳定状态，进而引发物料的无端浪

费或者产品质量的不合格现象。

3. 重复性测量偏差

在保持完全相同的条件之下，针对同一物体展开多次重复性的称量操作，电子天平所输出的结果往往会存在一定程度的差异，此即重复性误差。这一误差现象的根源主要在于天平机械结构层面所存在的细微差异、传感器运行过程中所产生的噪声干扰以及数据采集与处理系统自身的精度局限等诸多因素。对于精密科研项目或者在质量管控要求格外严苛的制药行业而言，一旦重复性误差超出了规定的范围（例如 $\pm 0.001\text{g}$ ），那么便无法切实保证实验过程的可重复性以及药品剂量的精准性。

（三）操作方法

1. 预热时间短缺

电子天平开机后，需要一定时间达到稳定的工作状态。如果操作人员不按规定给予足够预热时间，天平内部的温度、电路参数等还未稳定，测量结果就不准确。例如，有些操作人员为赶时间，电子天平开机仅预热5-10分钟就开始称量，而该型号天平说明书要求预热30分钟以上，此时称量误差可达数十毫克，且随着称量次数增加误差波动增大。

2. 称量物品的放置方式

称量物品在天平秤盘上的放置位置不当，会使天平受力不均，产生偏载误差。如将细长形状的样品放置在秤盘边缘，而非中心位置，天平传感器检测到的压力分布不均，可能导致称量结果偏差达到几百毫克，对于需要精确配平的实验或高精度物料称量，这种误差是不可接受的。此外，在称量易挥发、腐蚀性物品时，若未采取适当防护措施，样品挥发腐蚀天平部件，不仅影响本次称量准确性，还会降低天平使用寿命。

3. 读数时机失准

电子天平在稳定呈现称量结果之后，应当即刻读取数据。然而在实际的操作进程中，鉴于天平读数存在特定的动态平衡阶段，倘若过早或者过晚进行读数操作，均会引入误差。举例来说，某些高精度的电子天平在称量完结后，示数需要在2-3秒的时段内趋于稳定，要是操作人员在示数尚未彻底平稳时便仓促记录数据，又或是等待过久，直至天平受到环境细微扰动出现二次波动后才进行读数，那么测量误差便可能会在毫克量级的范畴内起伏波动，对数据的精确程度造成干扰。

（四）检定标准

1. 检定规程更新迟滞

伴随电子天平技术的持续创新发展，新型天平在功能、精度以及测量原理等诸多方面均实现了显著改进，然而现行的检定规程却极有可能无法全方位涵盖这些全新特性。譬如，部分智能电子天平具备自动校准、多量程切换以及数据实时传输等功能，而现行的检定标准针对此类新增功能的检测手段与技术指标并未给出明晰的界定，这就使得检定流程无法充分核验天平的综合性能，难以确保其在复杂应用情境下的计量精准性。

2. 标准砝码的精准适配问题

标准砝码作为电子天平检定环节中的核心量具，其自身的准确性无疑是检定结果可信度的基石。长期频繁使用、遭受磨损或是保存方式不当的标准砝码，其质量数值极易出现偏差。并且，在挑选标准砝码时，若未能结合被检天平的量程与精度进行合理匹配，同样会给检定精度带来负面影响。例如，采用低精度、大质量的标准砝码去检定高精度、小量程的电子天平，就无法精准检测天平在小质量区间的性能表现，使得检定结果存在瑕疵，无法真实反映天平的计量特性。

三、改进电子天平计量检定问题的方案

（一）优化环境控制

1. 精密温度调适

在天平运用的场所部署高精度的恒温空调设备，将环境温度的波动精准限定于 $\pm 2^\circ\text{C}$ 区间，同步配备先进的温度监测器具，对周边温度予以实时、精准的监测。对于那些对温度条件苛求至极的精密实验空间，不妨采用双层恒温防护层设计，凭借其卓越的隔热性能，有效阻隔外界温度波动对天平室的侵袭，保障天平稳稳处于恒定适宜的温度环境，切实削减温度因素诱发的测量偏差。

2. 湿度专项管控

采用除湿机、加湿器等现代化设备，把环境湿度严格限定在40%-60%的最佳区间范围。在湿度偏高的区域或梅雨频发的季节，严密监测湿度变化，高频次采集湿度数据，并根据数据分析结果实时优化除湿设备的运转模式。

3. 电磁干扰屏蔽

针对电磁场干扰显著的作业区域，诸如电子工厂车间，采用金属材质的屏蔽罩将电子天平全方位罩护，同时确保屏蔽罩妥善接地，以便将电磁干扰信号高效导离。此外，科学规划天平的安装区位，使其与大型电机、变压器等强电磁场源保持足够安全距离，保证天平所处电磁场强度低于其既定的允许干扰临界值，切实保障称量数据免受电磁噪声的不良干扰。

（二）强化仪器选型与校准

1. 合理化选型策略

结合实际作业需求，全方位考量测量精度、量程区间、稳定性指标等关键因素，进而筛选出适配的电子天平。就科研、制药等对精度要求极高的专业领域而言，优先择取灵敏度优异（如达到0.01mg或更高精度水准）、线性误差低微（全量程线性误差限定在 $\pm 0.002\text{g}$ 范围内）、重复性优良（重复性误差小于 $\pm 0.0005\text{g}$ ）的高端产品；反观一般性工业制造环节或教学活动场景，选取满足基本精度门槛、成本效益可观的天平便足矣，如此既能规避盲目追求高精度所造成的成本虚耗，又能保障所选天平的性能与实际应用场景相得益彰。

2. 定期性校准机制

确立严密的电子天平校准规章制度，依照天平的使用频次以及精度诉求精准厘定校准周期。对于高精度天平，每使用1-2小时或者每日使用前都必须进行校准；普通用途天平，每周至少校准一次。校准作业执行过程中，运用经计量院权威溯源的标准砝码，严格按照标准操作规程开展多点校准工序（包含量程的0%、20%、50%、80%、100%等重点称量节点），及时校正天平的灵敏度、线性误差等参数，确保其测量准确性始终维持在合规水平。

（三）规范操作流程

1. 严谨预热规范

操作人员必须不折不扣地按照电子天平说明书所规定的时长给予充足预热，一般来说，高精度天平需要预热30-60分钟，普通天平则要求预热15-30分钟。可在天平旁边显眼处张贴预热提示标语，设置开机预热倒计时提示装置，防止因人为疏忽造成预热不足，确保天平在稳定状态下展开称量操作。

2. 正确放置称量物品要点

对操作人员开展系统培训，使其熟练掌握称量物品的正确放置方法，保证物品放置在秤盘的中心位置，对于形状不规则或易滚动物品，利用辅助容器或固定夹具先将其固定后再放置。在称量易挥发、腐蚀性物品时，使用密闭容器进行盛装，并在容器与秤盘之间垫上防护垫，防止样品泄漏腐蚀天平。同时，每次称量结束后要及时清理秤盘，避免残留物质影响下次称量。

3. 精准读数规范

指导操作人员掌握恰当的读数时机，待天平示数稳定后（根据天平说明书确定稳定时间，一般为2-5秒），快速而准确地读取数据。可以利用天平自带的读数锁定功能，在

示数稳定的瞬间自动锁定数据，减少人为判断的误差。对于需要多次称量取平均值的情况，每次读数的时间间隔要保持一致，避免因环境微变造成的数据波动，提高称量数据的可靠性。

（四）完善检定标准与管理

1. 实时更新检定规程

计量主管部门有责任时刻关注电子天平技术领域的最新发展态势，联合行业内的权威专家、生产制造企业等各方力量，周期性地对检定规程进行修订完善，将新型天平所展现出的新颖功能特性、前沿技术指标全面融入标准规范系统。举例而言，针对智能电子天平的自动校准功能，严谨制定详细完备的验证程序，包括精确界定校准周期、明确校准精度要求、规范校准数据的存储格式与回溯路径等关键环节。

2. 确保标准砝码质量

建立标准砝码定期送检制度，送至有资质的计量校准机构溯源，确保砝码质量值准确可靠。同时，在砝码的日常使用与保存中，严格遵循操作规程，避免碰撞、磨损，存放于干燥、恒温的环境中。根据被检天平的量程与精度，选用合适等级、质量范围的标准砝码，如检定精度为0.01mg的天平，选用E2等级且量程覆盖天平全量程的标准砝码组合，保证检定过程能够精准检测天平各个称量段的性能，提升检定结果的可信度。

四、结论

电子天平计量检定工作的精准性对于保障众多行业的质量控制、科学研究准确性以及公平贸易至关重要。通过深入剖析检定过程中的环境、仪器、操作及检定标准等方面存在的问题，并实施针对性的改进方案，包括优化环境控制、强化仪器选型与校准、规范操作流程以及完善检定标准与管理，能够有效降低电子天平的计量误差，提升其测量可靠性。这不仅有助于企业提高产品质量、降低生产成本，还能为科研创新提供坚实的数据基础，推动各行业高质量发展。

参考文献：

- [1] 黄桂华. 电子天平计量中的检定问题及改进方案分析[J]. 仪器仪表标准化与计量, 2022 (4): 46-48.
- [2] 柴惠. 电子天平计量检定的常见问题及解决实践[J]. 中国质量监管, 2023 (3): 72-73.
- [3] 李建中, 吕良. 电子天平检定结果影响因素及消减方法的探讨[J]. 数码设计(下), 2019 (10): 183-184.