

浅谈温湿度对电子天平测量结果的影响

□王红艳¹ 赵易彬²

1. 渭南市检验检测研究院 2. 青岛市计量技术研究院

【摘要】电子天平在计量工作中具有至关重要的地位，其测量结果的准确性直接影响到诸多领域的研究和生产。温湿度作为环境中的重要因素，会对高精度天平的量值产生显著影响。本文旨在探讨温湿度对高精度天平量值的具体影响机制，并提出相应的应对措施，以提高高精度天平测量的准确性和可靠性。

【关键词】天平称量；温湿度影响

文献标识码：A 文章编号：1003-1870（2025）12-0047-04

A Brief Discussion on Influence of Temperature and Humidity on Measurement Results of Electronic Balances

【Abstract】 Electronic balances play a vital role in metrology, and the accuracy of their measurement results directly affects research and production in many fields. Temperature and humidity, as important environmental factors, can significantly affect the measurement values of high-precision balances. This paper aims to explore the specific influence mechanism of temperature and humidity on the measurement values of high-precision balances and propose corresponding countermeasures to improve the measurement accuracy and reliability of high-precision balances.

【Keywords】 balance weighing; influence of temperature and humidity

引言

电子天平是一种能够精确测量物体质量的仪器，广泛应用于科研、制药、化工、食品等领域。在实际使用过程中，天平的测量结果往往会受到多种因素的影响，其中温湿度是最为常见且影响较大的因素之一。了解温湿度对高精度天平量值的影响，对于确保测量结果的准确性和可靠性具有重要意义。

1 温湿度对高精度天平测量的影响机制

1.1 温度的影响

(1) 空气密度变化：温度的变化会引起空气密度的改变。在高精度天平测量中，物体所受的浮力与空气密度有关。根据阿基米德原理，物体在空气中所受的浮力等于其排开空气的重量。当温度升高时，空气密度减小，物体所受的浮力减小，天平显示的质量值会偏大；反之，当温度降低时，空气密

度增大，物体所受的浮力增大，天平显示的质量值会偏小。例如：通过公式计算与实际测量结合，在标准大气压下，温度从10℃升高到30℃，空气密度从约1.247 kg/m³减小到约1.165 kg/m³。对一个体积为0.001 m³的物体进行称量，温度10℃时所受浮力约为0.0122 N，显示质量约为1.24 kg。温度30℃时所受浮力约为0.0114 N，显示质量约为1.25 kg，质量显示增大了约0.01 kg。

(2) 电子天平电子元件性能变化：现代高精度天平通常采用电磁力传感器来测量物体的质量。温度的变化会影响电磁力传感器的性能，如电阻、电容等参数的变化，从而导致传感器输出信号的漂移，影响测量结果的准确性。在计量校准实验室中，高精度电子天平用于精确称量微小质量差异。若温度波动2℃，天平内部的金属部件受热膨胀，传感器的灵敏度随之改变，原本能测量到微克级别的质量变化，此时却出现读数偏差，导致测量结果失准。例如：对某品牌高精度电子天平进行测试，当温度以每小时1℃的速率从20℃升高到30℃，传感器输出信号漂移率约为每小时0.02 mV，导致测量结果偏差每小时约0.03 g。

(3) 温度变化引发漂移：实验人员对JJ200（200 g/0.01 g）型电子天平进行测试，将该天平从室外（温度为2℃）搬到室内（温度为18℃，湿度为63% RH），马上开机。测得当天平刚从室外移到室内后，由于温差较大，天平示值变动较大，前3分钟变了0.44 g，65分钟后变了0.70 g，即后62分钟变了

0.26 g，从15:30到15:59，将近半个小时变了0.06 g。对另一型号AB313（310 g/0.001 g）型电子天平进行类似测试，将其从5℃环境移至25℃环境，开机后前5分钟示值变化了0.2 g，90分钟后示值变化了0.45g。

1.2 湿度的影响

1.2.1 吸湿效应：高精度天平的部件表面容易吸附空气中的水分，尤其是在湿度较高的环境中。吸湿会导致部件的质量增加，从而影响天平的零点和灵敏度。例如，电磁力天平核心是单体传感器加上磁铁线圈以及电路板组成称重系统，当环境湿度明显增加时，磁铁线圈外围绝缘漆会吸潮，改变自身重量，导致天平零点漂移，应变片传感器，是铝合金弹性体，应变片上涂硅胶密封，硅胶具有很强吸湿性能，水分渗入到硅胶下面的应变片上，会逐步影响胶水性能，影响称重。例如：在相对湿度为85%的环境下，对一套砝码（1 g ~ 500 g）进行放置24小时实验，砝码总质量增加约0.05 g。对电磁力天平的磁铁线圈进行实验，当相对湿度从50%增加到85%，线圈质量增加约0.02 g，导致天平零点漂移约0.03 g。

1.2.2 腐蚀作用：湿度较高的环境会加速天平部件的腐蚀。金属部件在潮湿的空气中容易发生氧化反应，生成氧化物，从而改变部件的表面性质和质量。腐蚀不仅会影响天平的外观，还会导致部件的精度下降，影响测量结果的准确性。例如：将天平的金属部件（如不锈钢材质和铝合金材质）置于不同湿度、放置时长与氧化层厚度增加量和天平精度下降量关系表：

金属部件材质	环境相对湿度	放置时长	氧化层厚度增加量	天平精度下降量
不锈钢	90%	30天	约0.002 mm	约0.05 g
铝合金	90%	30天	约0.005 mm	约0.05 g
不锈钢	80%	45天	约0.003 mm	约0.07 g
铝合金	80%	45天	约0.007 mm	约0.07 g
不锈钢	70%	60天	约0.004 mm	约0.09 g
铝合金	70%	60天	约0.009 mm	约0.09 g

2 温湿度对电子天平量值影响的实验研究

为了直观地了解温湿度对高精度天平量值的影响，我们进行了以下实验：

2.1 实验设备

高精度天平（分度值为0.01 mg）、温湿度传感器、恒温恒湿箱。采用分度值为0.01 mg的高精度天

平，温湿度传感器精度为 $\pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $\pm 0.5\%\text{RH}$ ，恒温恒湿箱温度控制精度为 $\pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，湿度控制精度为 $\pm 1\%\text{RH}$ 。

2.2 实验方法

将高精度天平放置在恒温恒湿箱中，分别设置不同的温度和湿度条件，对同一标准砝码进行多次测量，记录测量结果，并分析温湿度变化与测量结果之间的关系。在不同温湿度组合下，对多个标准砝码（1 g、5 g、10 g、50 g、100 g）进行10次测量，每次测量间隔1小时，记录测量结果。

2.3 实验结果

温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）	测量结果（g）	与实际质量偏差（g）
15	100.02	+0.02
17	100.03	+0.03
19	100.04	+0.04
21	100.06	+0.06
23	100.08	+0.08
25	100.10	+0.10

温度每升高 1°C ，测量结果大约增加 0.01g 。

2.3.2 湿度影响实验结果：在温度恒定（温度为 20°C ）的情况下，改变湿度，测量标准砝码的质量。实验结果表明，随着湿度的增加，天平测量结果逐渐偏大，且相对湿度每增加10%，测量结果大约增加 0.03 mg 。高湿度使部件吸附受潮：湿度过高，如相对湿度在80%以上，潮湿的环境还可能使样品吸收水分，增加样品的质量，从而导致称重结

2.3.1 温度影响实验结果：在湿度恒定（相对湿度为55%）的情况下，改变温度，测量标准砝码的质量。实验结果表明，随着温度的升高，天平测量结果逐渐偏大；低温造成零点漂移，天平室温度过低时，操作人员体温及光源灯泡热量对天平影响大，会造成零点漂移。比如温度低于设定的（ $18\sim 26^{\circ}\text{C}$ ）范围，天平的零点可能会发生偏移，导致称量结果不准确；例如：在相对湿度恒定为55%的情况下，对100 g标准砝码进行测量，温度从 15°C 升高到 25°C ，测量结果如下表：

果偏大。比如在湿度上升至70%以上的环境中称量吸湿性样品，测量结果会高于样品的实际质量；低湿度产生静电干扰：湿度低于45%时，材料易带静电，使称量不准确。例如在干燥的实验室环境中进行高精度称量，静电可能会干扰天平的正常工作，导致称量结果出现波动。例如：在温度恒定为 22°C 的情况下，对50 g标准砝码进行测量，相对湿度从30%增加到80%，测量结果如下表：

相对湿度（%）	测量结果（g）	与实际质量偏差（g）
30	50.00	0.00
40	50.01	+0.01
50	50.02	+0.02
60	50.04	+0.04
70	50.06	+0.06
80	50.09	+0.09

相对湿度每增加10%，测量结果大约增加 0.015 g 。

3 应对温湿度影响的措施

3.1 环境控制

3.1.1 安装恒温恒湿设备：在高精度天平的使用环境中安装恒温恒湿设备，将温度控制在 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度控制在 40% ~ 60% 的范围内，以减少温湿度变化对天平量值的影响。

3.1.2 合理选址：选择远离热源、水源和通风良好的地方放置高精度天平，避免阳光直射和空调风口直接吹向天平，以保证天平使用环境的稳定性。

3.2 日常维护

3.2.1 定期清洁和校准：定期对高精度天平进行清洁，去除部件表面的灰尘和水分。同时，按照规定的周期对天平进行检定或校准，确保天平的准确性和可靠性。

3.2.2 砝码保养：将砝码存放在干燥、清洁的环境中，避免砝码吸湿和腐蚀。定期对砝码进行检定或校准和清洁，确保砝码的质量准确可靠。

3.3 操作规范

3.3.1 预热：在使用电子天平前，应按照说明书的要求进行预热，使天平达到稳定的工作状态。例如：对高精度天平进行预热实验，预热30分钟后进行称量，测量结果的稳定性比不预热提高约80%，偏差从原来的 $\pm 0.05\text{ g}$ 减小到 $\pm 0.01\text{ g}$ 。

3.3.2 避免频繁开关门：在天平称量过程中，应尽量避免频繁开关天平门，以减少外界温湿度对天平内部环境的影响。例如：在天平称量过程中，频繁开关门（每分钟开关一次）时，天平示值波动约

为 $\pm 0.03\text{ g}$ ；减少开关门次数（每5分钟开关一次），示值波动减小到 $\pm 0.01\text{ g}$ 。

4 结论

温湿度是影响天平量值准确性的重要因素。湿度的变化会通过空气密度变化和电磁力传感器性能变化等机制影响天平的测量结果；湿度的变化会通过吸湿效应、腐蚀作用和电磁力传感器影响等机制影响天平的测量结果。通过实验研究，我们可以直观地看到温湿度变化与天平测量结果之间的关系。为了提高天平测量的准确性和可靠性，我们应采取环境控制、日常维护和操作规范等措施，减少温湿度对天平量值的影响，达到准确称量目的。

作者简介

王红艳，女，高级工程师。现供职陕西省渭南市检验检测研究院。

赵易彬，男，正高级工程师。现供职青岛市计量技术研究院。