

实验室电子天平注意事项

□宸鸿科技(厦门)有限公司 林俊仕

【摘要】电子天平是实验室最常见的称量仪器，在实际工作中，正确选择及使用维护，才能保证称量结果的准确可靠、防止出现仪器故障及延长使用寿命。笔者通过自身的相关工作经历，以及对相关国家技术文件的了解，对实验室电子天平实际选购和使用过程常见的问题进行了分析总结，以供大家参考。

【关键词】电子天平；选购；使用维护；分度值；误差；重复性；偏载误差

文献标识码：A 文章编号：1003-1870(2025)02-0013-03

Precautions for Laboratory Electronic Balances

Abstract: Electronic balance is the most common weighing instrument in the laboratory. In actual work, the correct selection, operation and maintenance can ensure accurate and reliable weighing results, prevent instrument failure and prolong service life. Based on personal work experience and insights gained from relevant national technical documents, the author has analyzed and summarized the common problems encountered during the actual selection and operation of laboratory electronic balances for your reference.

Keywords: electronic balance; selection; operation and maintenance; interval; error; repeatability; eccentric load error

引言

电子天平是一种能够满足各种称量需求，具备高准确性、方便性、多功能性和可靠性的衡器，是实验室最常见的称量仪器。实验室电子天平常用于测试分析实验，称量结果必须准确可靠，因此实验室对其的选择及使用维护都需非常注意。笔者将根据自己多年使用、销售和校准电子天平的工作经历和对相关规程规范、法律文件内容的了解，对实验室电子天平的选购和使用维护注意事项进行总结和归纳。

1 选购

1.1 显示分度值选择

显示分度值是指天平相邻两个示值之差，可以简单理解为显示最小值或最小位数，可以参考技术资料中的允差。如果用于监控过程能力，则参考目标过程能力对应的目标 σ 值，选择小于等于以上参数参考值的1/10即可。例如，允差为50g，显示分度

值只需选择小于等于5g（即示值每5g一跳）即可。显示分度值越高价格也越高，没有必要选择分辨力远小于1/10参考值的电子天平，够用即可。正常电子天平的显示分度值与传感器性能是相匹配的，如果显示分度值很高，但是传感器感应能低，检定结果很差，甚至不合格。市面上有极个别商家将电子天平的示值位数多调出一位显示位数，参数虚标以次充好。这种电子天平具有以下特点：

(1) 价格便宜，由于参数虚标，价格会比同等参数水平和市场品牌定位的电子天平要低许多。

(2) 按照铭牌标注的技术参数计算出的检定分度数远大于JJG 1036《电子天平检定规程》中规定的检定分度数，至少会比铭牌上的准确度等级高一等级。

(3) 检定最小称量时，示值误差大且示值不稳定，重复性差，即使重新标定后也难以改善。

1.2 量程选择

(1) 最佳的称量选择是将常用称量值落在最大称量的1/3~2/3之间。低于1/3最大称量会导致称量结果的相对误差增大,无法确保测量准确性。例如,常用称量为100g左右,可以选择最大称量范围在150~300g之间的电子天平。如果用一台准确度等级为Ⅲ,最大称量为300g、检定分度值为1g、实际分度值为0.1g的电子天平,分别称量0.2g和200g的样品。当电子天平示值为0.2g和200.0g时,由于示值末位数是修约得到的,修约前示值分别落在 (0.2 ± 0.05) g和 (200.0 ± 0.05) g,假设它们的真实质量分别为0.24g和200.04g,最大绝对误差都为0.04g,但相对误差分别为20% $(0.04/0.2 \times 100\%=20\%)$ 和0.02% $(0.04/200 \times 100\%=0.02\%)$,这还只是考虑了数显分辨力这一因素产生的相对误差,实际还会更大。超过2/3最大称量如果是线性较差的电子天平,称量越大绝对误差也会变大,而且内部元器件容易磨损,影响使用寿命。

(2) 实际称量必须大于电子天平最小称量,厂商会在铭牌上注明最小称量。如果厂商未标注,也可以通过铭牌上的准确度等级和检定分度值、实际分度值依据JJG 1036《电子天平检定规程》计算得出。当实际称量小于最小称量时,称量结果会产生较大的相对误差。例如1.1.1示例中的电子天平,也只考虑数显分辨力产生的相对误差,依据JJG1036计算可得最小称量为2g。当电子天平示值为2.0g,修约前示值落在 (2.0 ± 0.05) g,假设真实质量为2.04g,最大绝对误差也为0.04g,但相对误差为2% $(0.04/2.0 \times 100\%=2\%)$ 。相对误差相较于示值为0.2g的20%小10倍,但还是比示值为200g的0.02%大了100倍。

1.3 建议在实验室称量时优先选择电子天平,尽量避免使用电子秤,原因如下

(1) 电子天平的显示分辨能力比电子秤更高。标准电子天平的实际分度值是检定分度值的1/10,而标准电子秤的实际分度值与检定分度值相等。

(2) 电子天平比电子秤更容易进行标定调整。电子天平通常都配备了一个校准键,只需长按校准键进入标定界面,放上相应的标准砝码即可进行标定。而电子秤常用于市场贸易,为防止商家作弊欺骗消费者,厂家设置的标定过程相对复杂,不同品

牌型号的电子秤标定方法也不同,绝大多数都设置了密码。

(3) 电子天平的首次检定合格概率大。由于电子秤常用于市场贸易中的称重,为了保护广大消费者的权益,在我国的《零售商品称重计量监督管理办法》中,对实际称量与结算重量之差不得超过规定的负偏差的严格要求,但对正偏差并无要求。简单理解,就是电子秤示值误差不得大于所称货品实际重量的允差限,小了不管。因此,为了确保能够满足相关法律要求,电子秤厂家通常会将电子秤示值调偏小,而且很多厂家为了降低风险,故意将调小幅度增大,使示值远小于实际称量值。这导致我们在检定校准时,示值都会偏小,特别是接近满量程的检定点时,常常会超出相关规程的允差范围,需要重新进行标定。

2 验收和定期溯源

有验收和定期溯源需求的,一般都需要送到第三方机构进行检定或校准并出具证书报告。实验室应对证书报告的结果再结合本实验室的称量需求进行符合性判定,报告结果最主要的检定或校准项目为示值误差、重复性、偏载误差(或载荷在不同位置的误差)。

2.1 示值误差

示值误差是指各载荷点的称量结果不得超过该天平在该载荷下的最大允许误差。使用电子天平对标准砝码进行称量,电子天平的示值与砝码标称值的差即为称量误差。电子天平的示值不会完全等于砝码标称值,会有一个误差允许范围,称之为最大允许误差。在JJG 2053《质量计量器具检定系统表》中的检定框图注2规定:在检定中,被检量值的扩展不确定度U与其最大允许误差绝对值MPEV之比必须满足 $U/MPEV \leq 1/3$ 。如果其他参数符合要求,只有误差轻微超过最大允许误差,通常重新对该天平进行标定调整即可。

2.2 重复性

重复性是指对同一砝码(质量为80%~100%最大称量)连续多次称量,示值之间的差异不得超过该载荷点下的最大允许误差的绝对值。重复性超差,有可能是环境不稳定或感应器性能不足。传感器性能不足对于新购电子天平来说通常是厂家使用的传

感器低劣。对于老旧的来说，很可能是元器件老化引起的。如果是传感器性能不足，只能退换或降低使用等级、维修或报废。

2.3 偏载误差(或载荷在不同位置的误差，质量不小于1/3最大称量)

偏载误差是指不同位置的载荷所测得的结果必须满足相应载荷的最大允许误差要求。偏载误差超差一般是传感器受力不均匀导致的。可能是电子天平水平没有调节好，可以通过调节天平支脚来解决；也可能是秤盘固定不牢固引起的。如果是秤盘固定不牢固引起的，这种情况很难改善，只能退换或降低使用等级、维修或报废。以上参数判定标准可以参考JJG 1036《电子天平检定规程》的相关规定，也可以根据实际情况进行判定。判定方法可以参照JJF 1094《测量仪器特性评定》。电子天平一年至少要溯源一次，检定校准完成后要做好量值溯源报告确认及贴上状态标识标志。状态标识标志是指含有检定结果、检定校准机构、检定校准时间、有效期和及用不同颜色警示能否正常使用的信息标签。如果实验室需要通过CMA或CNAS资质的话，这点很关键。

3 使用及维护

3.1 搬运

在搬运过程中，特别是对于一些精密的电子天平，需要将秤盘与传感器分离，以避免在搬运过程中发生撞击和晃动导致传感器损坏。

3.2 超载

这里的超载是指超出电子天平感应器所能承受的不受损坏，且随后使用仍能保持其规定的计量要求不受影响的极限称量。超载会损坏电子天平的传感器。不要将多台电子天平叠放在一起搬运，因为最底下的那台天平的传感器很可能会受到超出其极限的力而导致传感器损坏。经常有人看到较大的秤盘就喜欢直接站上去称体重或者将一些重物直接放置在关机状态下的电子天平托盘上，结果导致其超载损坏。

3.3 放置

对于比较精密的分析天平，电子天平通常放置在较硬且稳定的水平大理石平台上并调节至水平状态。如果放在易变形的平台上或泡沫垫上，当进行

称量时，桌面或泡沫变形，会对整个天平产生作用力或使电子天平未处于水平状态，导致称量产生较大的误差，有些读数还会不稳定。

3.4 称量环境

普通的电子天平称量对环境的要求不高，但是，如果是用来分析用的高准确度等级及以上的电子天平，对环境的要求高，实验室需有专门能控制温湿度且避免阳光直射的称量室，称量室应避免以下几种现象：

(1) 磁场。该准确度等级的电子天平都是采用精密的电磁力式传感器，很容易受到磁场干扰。

(2) 温湿度。该等级的电子天平对温度变化比较敏感，如果温度波动太大，会导致示值不稳定，无法精准称量，要避免阳光对电子天平的直射。湿度过大或过小，会导致称量样品吸潮或水分挥发导致称量不准确。应在天平附近放置一杯变色硅胶干燥剂，保持称量环境的稳定。称量样品器具要与室温恒定，对于易挥发或干燥样品，应置于密闭容器中称量。要控制好称量室的温湿度，不仅要安装空调调温调湿，窗户还要安装较厚深色的窗帘，避免阳光对电子天平的直射。

(3) 气流。电子天平不应放置在门口、空调风口等气流大的位置。

(4) 防震动。电子天平应远离震动较大的仪器和试验，如冷热冲击箱、落地实验室、震动较剧烈的生产车间等。

(5) 开机预热。对于精密的电子天平，开机最少预热30min以上，使内部各器件温度达到平衡相互作用良好状态。预热不充分，可能会出现示值不稳定或误差偏大。

(6) 注意零点跟踪装置对称量的影响。由于受环境温度、电源波动等多种因素的影响，传感器及模拟电路的零漂是经常发生的，零点自动跟踪功能可能将该零漂自动清除，并追加到零位上。JJG 1036《电子天平检定规程》6.8.2规定，置零装置和零点跟踪装置的总效果不得超过最大称量的4%。笔者实际见过的电子天平零点跟踪的范围，通常不大于0.5个实际分度值。电子天平都会自动开启零点跟踪装置，当在称量一些粉末状或液体样品时，电子天平

还未摆脱零点跟踪状态时，在秤盘空载至摆脱零点跟踪范围期间落到秤盘的样品，电子天平可能会自动重新归零，导致最终称量偏大。建议称量前放置的容器重量要超过零点跟踪范围后去皮称量。

(7) 保持秤盘的洁净。秤盘不洁净有以下危害：异物会粘住（卡住）秤盘或传感器，损坏电子天平。异物附着在容器外表，也会使称量结果产生误差。若是腐蚀性物质，会使秤盘生锈影响称量结果的准确性。

(8) 期间核查。电子天平较易产生漂移，因此需要经常进行期间核查并进行标定调整。可以使用砝码进行期间核查，如果核查结果超出核查最大允差范围，可以重新进行标定。如果没有标准砝码，对于低等级的大称量电子天平，可以使用稳定的替代物进行期间核查。期间核查要有定期核查或不定期核查。在做重要称量或者怀疑电子天平可能不准的情况下进行不定期期间核查。

4 结语

正确选择及使用、维护电子天平非常重要，因

为它直接影响到测量结果的准确性和可靠性，对提高实验和生产过程中称量效果起到至关重要的作用。

参考文献

- [1] JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》.
- [2] JJG 1036-2022《电子天平检定规程》[S].
- [3] JJG 539-2016《数字指示秤检定规程》[S].
- [4] JJG 2053《质量计量器具检定系统表》.
- [5] JJF 1847-2020《电子天平校准规范》.
- [6] JJF 1094-2002《测量仪器特性评定》.
- [7]《零售商品称重计量监督管理办法》.

作者简介

林俊仕（1986.1—），男，福建厦门人，高级工程师，一级注册计量师，检测高技能人才。从事实验室相关工作15年，现主要负责计量实验室质量专业和几何专业的校准及研究工作。