

工业用电子天平计量误差产生的原因及控制方法

王丽娜¹ 张一²

1. 临颍县公共检验检测中心 河南 漯河 462600

2. 河南师范大学 河南 漯河 462600

【摘要】为降低工业用电子天平的计量误差,提高工业生产的信息化建设能力,针对工业用电子天平计量误差产生的原因及控制方法的设计展开研究。通过工业用电子天平计量误差产生的原因分析、电子天平计量中的电磁力自动补偿、基于零点误差调节的计量误差控制,完成对计量误差控制方法的设计。通过实例应用分析证明,提出的控制方法在实际应用中可实现对工业用电子天平计量误差的有效控制,保证工业计量的高精度。

【关键词】工业; 电子天平; 计量误差; 控制方法; 自动补偿

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.12.1973

0 引言

随着我国工业化进程的逐步加快,电子天平已基本实现了在市场内各个领域广泛使用^[1]。为了进一步提高电子天平的市场应用与推广价值,有关计量单位对电子天平进行定义,明确此类天平设备是一种辅助现代化控制技术,进行高精度称量的新设备。相比传统的天平,电子天平可以实现将计量结果直接显示在屏幕上,并且不需要通过人工读数的方式进行称量结果获取。整体操作过程更加便捷化,使用更加方便,可以为现代化科技检测、产品检验、化学实验、量值传递提供高精度数值^[2]。但不可避免的是电子天平在使用中会受到较多因素的影响,这些因素会在不同程度上影响或干预计量结果,甚至会影响到计量的精度,从而影响到工业生产试剂的使用量与投放量。因此,本文将根据电子天平的使用原理,结合技术人员的一些操作经验,对工业用电子天平计量误差产生的原因展开分析,并设计一种针对电子天平的计量误差控制方法,排除电子天平在使用中的误差因素,保证计量结果的高精度。

1 工业用电子天平计量误差控制方法

1.1 工业用电子天平计量误差类型

1.1.1 装置误差

作为一种高精密度仪器,电子天平在安装的过程中就要求具有标准流程。而有些电子天平的生产是批量化,内部装置及标准量值是相对固定的但是其附属仪器在生产过程中产生的误差往往是随机的,或者没有特定规律的,后续难以把控制的。这是天平装置中要极力避免的。

1.1.2 环境误差

环境是影响电子天平示值误差的一个重要因素。如使用环境的温度,湿度甚至大气压强之间存在显著差异,那么会导致电子天平示值的误差。在安装时需要选防尘、防震、防潮、防止温度波动过大的房间作为天平室,需要有相对稳固、防震的工作台。电子天平在使用的时候,应将门窗关闭。如果有风吹,或者实验台上放有其他有震动产生的仪器,都会影响电子天平读数的稳定性。同时还要注意附近建筑施工打桩、隔壁装修造成的震动影响。

作为一种电磁力平衡原理的精密仪器,环境中的磁场因素也是导致出现误差的主要原因,尤其是在一些特殊的实验生产活动中,由于周围磁场环境不同于普通环境特征,那么这一结果将会出现较大的误差。

1.1.3 人员误差

因为电子天平的测量高度需要人的配合,因此使用人员在过程中难免会因为自身的原因导致测量结果出现误差。如称量时天平没调零,称量过载,称重时天平设置零等,都会影响电子天平读数的准确性。电子天平称量操作

时,应正确使用各控制键及功能键;如果一天中要多次使用,最好让天平保持全天待机状态,保证电子天平内部能有一个恒定的操作温度,有利于称量过程的准确度。

1.2 工业用电子天平计量误差产生的原因

工业用电子天平的计量误差是一种较为常见的问题,为了消除此种误差,应在开展相关研究前,对电子天平计量误差产生的原因进行分析。

对天平计量精度造成误差的首要原因是存放时间,相比机械天平,电子天平的结构较为复杂,因此,在每次使用前,需要开箱对其存放约24.0h,只有按照此种操作方式,才能保证天平内部构件在使用中达到自然平衡条件^[3]。但在实际计量工作中,大部分操作方都会忽视此步骤,没有进行电子天平的调试,直接对其进行操作使用,自然而然地无法保证检定结果具有准确性。

通常情况下,电子天平在使用前需要经过预热处理才能使用,当天平处于热处理阶段时,随着外界环境温度的提升,天平磁通量会呈现降低趋势,流经磁圈的电流逐渐降低,此时天平的电磁场减少,会导致整体结构处于失衡状态,只有完成了预热操作,天平才能回归平衡状态^[4]。因此,预热时间不足也是造成工业用电子天平计量误差的主要原因之一。

除此之外,工业用电子天平在使用前是否经过预压、读数时间是否符合规范、重力加速度是否符合逻辑都是造成天平计量精度误差的原因。

1.3 电子天平计量中的电磁力自动补偿

可以将电子天平作为一种在现代化电子控制技术支持下高精度测量仪器,其主要工作原理是基于电磁力的平衡控制,进行物品的称重。但在计量中,当电磁力处于不平衡状态时,计量结果将会受到外部环境作用力的影响出现精度偏差^[5]。要实现对此种误差的控制,满足工业信息化建设需求,应进行电子天平计量中的电磁力自动补偿。将基于电磁力的电子天平计量过程进行描述,如下计算公式所示。

$$F = kBLI \quad (1)$$

公式(1)中:F表示为电子天平计量中的电磁力;k表示为计量操作常数;B表示为电磁有效感知强度;L表示为线圈长度;I表示为线圈有效感知电流。根据上述计算公式可知,电子天平计量中的电磁力与承重物品的重力大小处于相反状态时,便可以实现对电子天平的物理平衡处理。因此,在处理时,可根据线圈的瞬时感应电流大小,采用引进PID控制器的方式,在工业计量终端布置一个电流放大器,及时感知电流的输出与变化,并通过对电流的综合调节与补偿,保证计量过程中电子天平的平衡性。对补偿电路进行描述,如下图1所示。

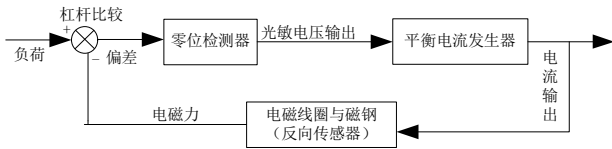


图1 工业用电子天平计量中的电磁力自动补偿电路

按照上述图1所示的内容，对工业用电子天平计量中的电磁力进行自动补偿，实现工业产业在相关建设与工作中的信息化与自动化。

1.4 基于零点误差调节的计量误差控制

除上述提出的内容，还需要通过对电子天平零点误差进行调节的方式，进行工业信息化计量过程中电子天平误差的控制与调节。在此过程中，考虑到造成天平零点误差的原因较多，因此，需要在实际操作中，结合多种因素，进行误差的高精度控制。例如，在控制工业自动化过程中的计量误差时，应及时获取电子计量过程中的信号，对其中的高频噪声进行离散与反馈，确保所有信号处于低频状态后，便可以及时掌握计量过程中反馈信号中的异常变化趋势信号。基于此，本章提出一种基于自适应滤波技术的误差补偿技术，通过对实际称重数据的采集、转换与出力操作，得到一个针对工业专用的称重信号，辅助决策器，对电子天平的空载状态与零点状态进行调整，输出调整后的计量值，即可认为完成对电子天平计量误差的零点调节与控制。

2 实例应用分析

在明确工业用电子天平计量设备误差产生的具体原因后，提出了一种全新的误差控制方法，为了验证新的控制方法是否能够实现对计量设备的误差校正，针对其开展实例应用分析。选择以工业生产中常见的LD310-2型号电子天平计量装置作为研究对象，该装置的性能参数如表1所示。

表1 LD310-2型号电子天平计量装置性能参数表

序号	性能参数	数值
(1)	传感器	电阻应变片式传感器
(2)	精度	0.1g/1g
(3)	秤盘尺寸	Φ1200mm
(4)	稳定时间	<3s
(5)	环境温度	5° C~40° C
(6)	电源	AC220V±10%、50Hz
(7)	显示方式	LED数码管显示
(8)	外形尺寸	275mm×230mm×165mm

该型号电子天平计量装置本身具备良好的计量精度，但由于其使用的环境中含有大量干扰计量精度的影响因素，因此需要对其在计量过程中进行控制，并对得出的结果进行误差校正。按照本文上述控制方法，将应用该控制方法前后LD310-2型号电子天平计量装置得出的计量结果记录，并绘制成如表2所示。

表2 控制方法应用前后计量误差记录表

计量次数	实际值	控制前计量结果	控制后计量结果
第一次	1.25g	1.25g	1.25g
第二次	1.25g	1.36g	1.25g
第三次	1.25g	1.28g	1.25g
第四次	1.25g	1.29g	1.25g
第五次	1.25g	1.24g	1.25g

从表2中得到的数据可以看出，控制前LD310-2型号电子天平计量装置的计量结果仅在第一次与实际值相同，随后产生了0.1~0.11范围内的误差（误差值可通过计量值与实际值相减获得），在实际应用中这一误差会影响到正常工业生产。而应用本文提出的控制方法后，每一次计量结果均与实际值相同，未产生计量误差或计量误差小于0.01。因此，通过上述得出的实验结果能够证明，本文提出的控制方法在实际应用中可实现对工业用电子天平计量误差的有效控制，确保计量装置具备更高的测定精度，从而为工业生产提供更高质量保障条件。

3 电子天平日常维护与保养

工业用电子天平计量设备日常维护与保养有以下几点：

- (1) 电子天平的工作电源电压都明确规定，因此使用前应检查其供电电源是否符合要求；
- (2) 电子天平在称量前一定要检查称量物是否超过天平的最大称量，以免天平过载造成设备损坏；
- (3) 为保证天平在使用中准确度，要定期对天平进行检定校准；
- (4) 对长期没有使用的天平，在使用前要对其进行预热处理，以避免因天平内部电子原件因受潮而导致天平准确度及稳定性降低的情况发生；
- (5) 天平需要进行定期的清洁，使用95%的无水乙醇擦拭称盘及天平体，擦拭称盘时一定要轻取下称盘再进行擦拭，切记直接擦拭；
- (6) 应对每台天平建立仪器设备档案，对其产品说明书、检定证书、测试使用记录、使用人、使用日期及维护人进行归档整理。

4 结束语

电子天平是工业生产过程中用于计量投放试剂数量的主要设备之一，随着工业生产水平与综合效率的提升，高精度的电子天平使用在工业建设中的使用频率越来越高。传统的机械类天平已在社会发展中被淘汰，取而代之的是精密度与电子化程度较高的天平。为了提高工业生产中电子天平的计量精度，开展工业用电子天平计量误差产生的原因及控制方法的设计研究，并在完成设计后，通过实例应用证明了此方法在实际应用中可实现对工业用电子天平计量误差的有效控制。

参考文献

[1] 吕晓梅. 电子天平计量检定的若干问题与建议分析[J]. 质量与市场, 2020 (23): 77-78.
 [2] 余枫. 干式计量炉对不同测温传感器校准误差影响的探讨[J]. 计量与测试技术, 2021, 48 (10): 45-48.
 [3] 马俊, 滕召胜, 唐求, 等. 基于OGA-KSVR的电能量设备测量误差预测[J]. 仪器仪表学报, 2021, 42 (06): 132-139.
 [4] 刘衡. 电能计量装置中电压比值差与相位差对计量误差的影响分析[J]. 科学技术创新, 2021 (27): 189-190.
 [5] 朱凤阳. 加油机计量检定中温度对测量误差的影响及减少误差的方法[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2021, 41 (19): 117-118.

作者简介:

王丽娜 (1976—), 女, 汉, 河南省漯河市临颖县人, 本科, 中级工程师, 研究方向: 精密衡器检定误差的改进