

常见电子仪器仪表检验与校准技术的应用分析

赵伟^{1*}, 邓彬¹, 高扬², 张媛媛¹

(1. 山东省计量科学研究院, 济南 250014; 2. 临沂市检验检测中心, 临沂 276000)

摘要: 随着科技的快速发展, 电子仪器仪表在各行业中的应用日益广泛, 准确检验与校准成为保障设备性能和测量精度的关键。本文主要分析了电子仪器仪表的检验与校准技术及其应用, 首先介绍了常见的检验与校准基本流程, 随后详细探讨了几种关键的校准技术, 包括比较法、单点校准法、多点校准法、动态校准法和软件校准法。文章强调了检验与校准过程中的安全操作措施, 提出了电气安全保护、环境安全控制和人员操作培训三项关键安全要求。通过对这些技术和安全措施的深入分析, 希望为相关领域的从业人员提供实践指导。

关键词: 电子仪器仪表; 检验校准; 关键技术

0 引言

在现代科技的飞速发展, 电子仪器仪表作为关键的测量工具, 已广泛应用于工业生产、科研实验、质量控制等领域。电子仪器仪表设备不仅为精确度、稳定性和可靠性提供保障, 同时也是各种工程技术成功实施的基石^[1]。检验与校准作为保证仪器性能和测量精度的核心环节, 其重要性愈发突出, 电子仪器仪表的检验与校准技术, 不仅仅是为确保设备的正常运转, 更涉及到对其精度、准确性和可靠性的全面评估, 亦是保证实验数据和生产质量的根本^[2]。随着行业发展的不断进步, 如何高效、精准, 并且符合标准地完成电子仪器仪表的检验与校准, 已成为业内技术人员和研究人员亟需深入探索的问题。本文旨在探讨电子仪器仪表检验与校准技术的现状与发展, 分析其在不同应用领域中的重要性, 并提供有效的技术支持和解决方案, 为提升检验与校准工作的效率、精度以及符合标准的实施提供理论依据和实践指导。

1 电子仪器仪表检验校准基本流程

1.1 准备阶段

电子仪器仪表检验与校准的第一步是准备阶段。在此阶段, 技术人员首先需要对待校仪器进行详细检查, 确认其外观无损, 所有功能正常, 且电源、接线等部分完好无损。同时, 还要准备好校准所需的标准仪器、校准设备和相关工具。对于不同的仪器, 所需的标准设备可能有所不同, 常见的如标准电压源、频率计、示波器等^[3-5]。

1.2 初步检查

在准备阶段结束后, 为了确保待校仪器的基本功能处于正常状态要进行初步检查。初步检查包括但不限于仪器的开机自检、仪表显示、按键功能和测量模式等^[6]。这一步骤主要通过视觉、听觉和基础的功能测试来完成。如果初步检查中发现仪器有故障或异常, 应及时修复并重新进行, 只有确认仪器状态完全正常后, 才可进入正式校准环节。

1.3 校准实施

校准的核心环节是校准实施, 即利用标准器具对待校仪器进行比对测试, 调整仪器的输出值使其符合预定标准^[7-8]。在这一阶段, 技术人员需要根据仪器的类型选择适当的校准方法: 电压表的校准通常需要使用标准电压源, 并对比其输出值; 频率计的校准可能需要使用高精度的频率标准源。在校准过程中, 每个测试点都需要精确记录, 并按照标准要求对仪器进行调整。

1.4 最终验证

校准实施完成后, 最终验证是验证待校仪器是否符合精度要求的最后环节。此时, 仪器的各项指标应被再次测量, 以确认其精度和稳定性^[9]。验证不仅是对校准结果的复核, 还包括对仪器在不同工作条件下的综合测试, 确保其在实际使用过程中不会出现误差。如果验证结果合格, 仪器即为校准完成, 如果不符合要求, 还需要进行重新调校或进一步修复。

1.5 记录归档

以上步骤完成后要将本次调整校验结果记录归档, 所有的校准数据、测试结果和调整记录需要详细记录并归档保存。记录归档不仅为将来进行设备的再次校准提供参考, 也为质量控

* 通信作者: 赵伟, 高级工程师, 研究方向为电学计量及技术管理。E-mail: zhaowei20999@163.com

制提供依据^[10]。所有检验与校准过程中的操作人员、设备和环境条件等信息都需要准确记录,确保校准过程可追溯。

2 电子仪器仪表检验与校准技术

2.1 比较法

比较法是电子仪器仪表检验与校准中最为常见的一种技术,广泛应用于多种测量仪器的校准过程中。其基本原理是将待校仪器与已知精度的标准仪器并行进行测量,对比其输出结果,从而调整待校仪器的输出,使其与标准仪器的测量值一致。该方法通常用于电压、电流、频率、温度等基本测量量程的校准,具有操作简便、实施灵活的优点^[11]。在实际操作中,比较法首先需要选择与待校仪器量程和精度匹配的标准仪器。比较法的优势之一是其操作简便、实现快速,只需要通过常规的对比和调整,即可达到校准目标,因此特别适合日常使用中的快速校准,也是目前最为实用和普遍的校准方法之一。

2.2 单点校准法

单点校准法是一种简单而常见的电子仪器校准技术,通常用于对仪器的某一特定工作点进行精确调整。这种方法的核心思想是通过在仪器的某个已知标准量值下,调整其输出,使其与标准值一致,从而确保该工作点的准确性。单点校准法的操作步骤相对简便,主要适用于特定应用中对某一测量点的准确性有较高要求的情况^[12]。在进行单点校准时,需要选择一个典型的、具有代表性的工作点,这个工作点通常是仪器使用过程中最常见或最重要的值。单点校准法的优势在于其操作简单、实施快速,非常适合用于仪器的初步调试、日常维护或在设备短时间停机时进行快速恢复。

2.3 多点校准法

多点校准法是一种精确的校准技术,通过在多个工作点上进行校准,全面评估并调整仪器在不同测量范围内的准确性。这种方法不仅可以保证仪器在单一工作点上的精度,更能有效确保仪器在整个量程或操作范围内的一致性和稳定性。相比于单点校准法,多点校准法要求在不同的标准信号点上进行比对与调节,从而消除仪器在全范围内的系统误差。多点校准的基本过程通常包括选择若干代表性的校准点,这些点分布在仪器的工作范围内。多点校准法依然是确保电子仪器高精度和长期稳定性的理想选择,能够为各类精密仪器提供全面、可靠的校准保证,是实现高精度测量的重要手段。

2.4 动态校准法

动态校准法是一种适用于具有动态响应特性的电子仪器的校准技术,特别是在处理随时间变化的信号时,如示波器、信号分析仪、频谱分析仪等仪器。动态校准法不仅关注仪器在稳态条件下的测量精度,还强调其在复杂、变化信号环境中的表现,该方法通过模拟仪器实际应用中的动态信号输入,来验证和调整仪器

的性能,确保其在实时、变化条件下能够稳定、准确地工作^[13]。动态校准法的优势在于其更贴近实际应用需求,例如示波器需要对不同频率、不同波形的信号进行实时采样和显示,频谱分析仪需要对瞬时频率变化进行精确校准等,动态校准法正是通过模拟这些动态变化来验证仪器的准确性和响应能力。

2.5 软件校准法

软件校准法是一种依赖于计算机软件进行电子仪器校准的技术,随着智能化仪器和数字化控制系统的普及,这种方法在现代仪器校准中得到了广泛应用,可以实现批量校准,减少操作人员的工作强度,还能通过远程控制或网络访问对仪器进行更新和调整^[14-15]。软件校准法通常借助专门的校准软件,通过计算机与仪器之间的通信接口,自动或半自动地进行校准工作。软件校准法的核心在于利用软件程序对仪器的内部设置、参数和算法进行优化和调整。与传统手动校准方法相比,软件校准不仅能大幅缩短校准时间,还能减少人为误差,提高校准准确度。随着人工智能技术的发展,软件校准法还可以结合机器学习算法,实现更加智能化的校准流程。

3 电子仪器仪表检验与校准安全操作

3.1 电气安全保护

在进行电子仪器的检验与校准时,电气安全是首要考虑的因素,所有参与操作的技术人员都必须确保电源开关处于断开状态,特别是在设备接线、维修或更换零部件时^[16-17]。具体电子仪器仪表检验与校准供电标准如下表1所示。依据GB/T 12325—2008《电能质量 供电电压偏差》标准,工作电源的供电电压范围应严格控制在204.6 V至242 V之间,以保证为设备提供稳定的电力供应环境^[18]。在工作电源的使用过程中,必须严格遵守安全操作规程,避免短路、过载等情况的发生。此外,应选用符合计量技术规范要求的电源,即校准时的工作电源需满足被校仪器和标准器的正常工作相关要求,保障设备的运行稳定性,以JJF 1587—2016《数字多用表校准规范》为例,校准时的电源电压要求为 (220 ± 22) V。这些标准的统一要求确保了电气系统的安全与稳定,能够有效防止电力波动带来的校准误差或设备损坏。在整个校准过程中,操作人员还应时刻关注电源的状态,避免出现短路、过载等故障,保障检验工作的顺利进行。

3.2 环境安全控制

电子仪器仪表的检验与校准不仅仅是设备本身的操作问题,还涉及到工作环境的安全。环境安全控制包括适当的工作场所布局、温度与湿度的控制、避免电磁干扰等。实验室或操作区应具有良好的通风和适宜的温湿度条件,避免因温度、湿度等环境条件异常导致设备故障或仪器误差。特别是在高精度仪器的校准过程中,温度变化会直接影响测量结果,导致校准数据出现偏差。仪器仪表工作环境应远离易燃易爆物品,并配

备必要的防火措施,如安装灭火器和防火装置,确保一旦发生火灾或设备过热,能及时扑灭火源,保护人员安全^[19-20]。工作区域内应保持干净整洁,避免工具、零件或线路造成的绊倒或其他安全隐患。

表 1 电子仪器仪表检验与校准供电标准及比较

序号	标准及规范的编号	要求
1	GB/T 12325—2008	供电电压范围要求(204.6~242)V
2	JJF 1587—2016	电源电压:(220±22)V
3	GB/T 13978—2008	覆盖 GB/T 12325—2008 的要求(220±4.4)V,即(215.6~224.4)V
4	GB/T 15637—2012 即 GB/T 6587—2012	覆盖 GB/T 12325—2008 的要求(220±22)V, 即(198~242)V

3.3 人员操作培训与规范

安全操作的关键在于操作人员的专业知识和安全意识,因此,必须对所有参与检验与校准的技术人员进行充分的培训。操作人员必须熟悉各类仪器设备的工作原理、操作流程和可能的安全风险,掌握安全操作规范。例如,对于复杂仪器的操作,工作人员必须了解设备的基本电路结构、调试方法、故障排除技巧等,以防止因误操作造成设备损坏或人员受伤。同时,工作人员还应接受紧急处理技能培训,如电击急救、火灾应急处理等。在校准过程中,操作人员应佩戴必要的防护装备,如防静电手环、防护眼镜、绝缘手套等,避免静电积累、仪器受损或操作不当引发事故^[21]。此外,定期进行安全演练和检查,确保每个操作环节都符合安全标准,提升全员的安全意识。

4 结束语

本文探讨了电子仪器仪表检验与校准技术的基本流程与应用方法,分析了几种常见的检验与校准技术,强调了在实际操作中对设备精度、稳定性和可靠性的保障。在研究过程中,发现标准化的校准方法对于提升仪器性能、保证实验数据的准确性至关重要。在高精度、高稳定性要求的领域,多点校准法和动态校准法等先进技术提供了更加全面的保障。此外,软件校准法的发展和普及,为现代电子仪器的智能化、自动化校准提供了新的方向,大大提高了校准效率与精度,减少了人为操作的误差。电子仪器仪表的检验与校准是保证测量精度和设备可靠性的关键环节,采用合适的校准技术和严格的安全操作措施,不仅能提高仪器的性能和稳定性,还能有效预防潜在的安全风险。未来,随着智能技术的发展,电子仪器的种类和功能也会不断增多,电子仪器仪表的校准能力将会更加高效和精准,必将进一步推动各行各业的技术进步与质量提升。

参考文献

[1] 招盛.电子仪器仪表计量管理及计量检测探析[J].大众标准

化,2024,(21):170-172.

[2] 单盛宇.电子仪器仪表计量管理与计量检测的意义[J].中国质量监管,2024,(09):84-85.

[3] 余华.试析电子仪器仪表的维修调试方法及其关键技术[J].仪器仪表用户,2024,31(10):30-32.

[4] 周翔.医用电子仪器的管理要点及维护研究[J].中国设备工程,2024,(14):71-73.

[5] 王琥,刘贤,刘海伟,等.电子仪器仪表中电磁干扰的抑制方法研究[J].仪器仪表用户,2024,31(07):7-9.

[6] 蒋卓.浅谈电子仪器仪表计量管理标准及计量检测分析[J].中国标准化,2024,(01):198-201.

[7] 唐源,罗相诚.电子测量与仪器实验教学平台的设计与实践[J].科技视界,2022,(14):22-24.

[8] 卢旋.电子仪器仪表计量管理及计量检测重要性分析[J].机械工业标准化与质量,2023,(09):18-21.

[9] 於鹏.电子仪器仪表的计量检测与管理[J].品牌与标准化,2023,(05):76-78.

[10] 王红霞.电子仪器仪表计量管理及计量检测分析[J].中国标准化,2023,(06):293-295.

[11] 武海波,李彪.电子仪器仪表中电磁干扰的抑制的方法[J].电子测试,2022,36(18):99-100,92.

[12] 孙梦翔.浅谈现代电子测量仪器的故障与维修[J].设备管理与维修,2021,(23):61-62.

[13] 刘向铭,曹硕,荆少骏.电子技术仪器仪表系统中的智能化控制技术分析[J].现代制造技术与装备,2023,59(08):172-174.

[14] 王璐瑶.电子技术仪器仪表系统中的智能化控制技术研究[J].中国设备工程,2023,(08):37-39.

[15] 林敏鑫.电子仪器仪表中电磁干扰的抑制方法探析[J].中国设备工程,2022,(16):104-106.

[16] 侯蕊,张英,徐子栋.电子仪器仪表计量管理及计量检测的意义[J].设备管理与维修,2021,(16):13-15.

[17] 徐晨,徐鹏.电子仪器仪表设备计量管理与维修研究[J].河南科技,2020,(19):49-51.

[18] 王克亮.电子仪器设备校准中电源电压适用范围的确定[J].中国计量,2022,(12):125-126.

[19] 邵秦斌.电子电气产品计量检验仪器维护探讨[J].中阿科技论坛(中英阿文),2019,(03):56-58,171-174.

[20] 韩一梅.加强对电子仪器仪表管理问题的有关研究[J].电子世界,2014,(14):320-321.

[21] 潘颖.浅谈医学实验室电子仪器设备管理[J].电子测试,2014,(07):112-113.

[22] 王瑜.加强对电子仪器仪表管理问题的探析[J].科技创业家,2014,(02):209.