

电子仪器仪表计量检测探究

黄益昌 苏义思 黄书成 陶文文
天信仪表集团有限公司 浙江 温州 325800

摘要: 随着电子科技飞速发展,电子仪器仪表在各领域广泛应用。本文聚焦电子仪器仪表计量检测展开探究。首先阐述其重要意义,包括保障产品质量、提高生产效率、确保人身安全等方面。接着介绍多种计量检测方法,如直接比较法、间接法等。最后探讨其发展趋势,涵盖智能化、集成化、虚拟化以及高精度和高可靠性发展。旨在全面深入剖析电子仪器仪表计量检测,为相关领域研究与实践提供参考,推动该领域不断进步与发展。

关键词: 电子仪器仪表; 计量检测; 检测方法; 发展趋势

引言: 在科技飞速发展的当下,电子仪器仪表广泛应用于各个行业,从工业生产到日常生活,其作用愈发关键。电子仪器仪表的准确性和可靠性直接影响到产品质量、生产效率以及诸多领域的安全运行。计量检测作为确保电子仪器仪表性能的重要手段,能够精准评估其各项指标是否符合标准要求。深入研究电子仪器仪表计量检测,不仅有助于提升仪器仪表自身质量,还能为各行业的稳定发展提供有力支撑,因此开展对其的探究具有重要的现实意义和紧迫性。

1 电子仪器仪表计量检测的意义

1.1 保障产品质量

电子仪器仪表在产品生产与检测环节扮演着关键角色。精确的计量检测能确保仪器仪表自身性能达标,进而保障其测量数据的准确性。在产品质量把控中,这些准确数据是判断产品是否合格的重要依据。若仪器仪表计量不准确,会导致对产品各项参数的误判,使不合格产品流入市场,损害企业声誉与消费者利益。通过严格规范的计量检测,可有效避免此类情况,保证产品符合质量标准,提升产品在市场中的竞争力,为企业的可持续发展奠定坚实基础^[1]。

1.2 提高生产效率

在生产过程中,电子仪器仪表的准确计量检测是提高生产效率的重要因素。精准的仪器仪表能快速、准确地获取生产过程中的各种数据,如温度、压力、流量等。依据这些可靠数据,生产人员可及时调整生产参数,优化生产流程,避免因数据偏差导致的生产延误或设备故障。同时,准确的计量检测还能减少次品率,降低返工成本,使生产线能够稳定、高效地运行,从而在单位时间内生产出更多合格产品,显著提升整体生产效率。

1.3 确保人身安全

许多电子仪器仪表应用于涉及人身安全的领域,如

医疗、航空航天、化工等。在医疗领域,精确的检测仪器能准确诊断病情,为患者提供合适的治疗方案,若计量不准确可能延误治疗,危及生命。在航空航天领域,仪器仪表的准确计量检测关乎飞行安全,任何微小误差都可能引发严重事故。化工行业中,对温度、压力等参数的精准测量能预防爆炸、泄漏等危险情况。因此,对电子仪器仪表进行严格计量检测,确保其性能可靠,是保障人身安全不可或缺的环节。

2 电子仪器仪表计量检测的方法

2.1 直接比较法

直接比较法作为电子仪器仪表计量检测的基础且广泛应用之法,有着独特优势。其原理是将准确度等级高1-2个等级的标准仪器仪表与被检仪器置于相同环境与测量参数下,同步测量同一被测量,对比结果判断被检仪器准确性。操作时,先确保标准仪器溯源合格,溯源周期通常1年,再按规定连接二者,保证连接电阻小于 0.1Ω 。接着设定相同参数,在温度波动不超 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 、湿度波动不超 $\pm 5\%\text{RH}$ 的稳定环境中同时测量。读取数值计算差值,此即为测量误差,若在 $\pm (0.5\%-2\%)FS$ 允许误差范围内则合格,反之需校准维修。直接比较法直观简便,10-30分钟就能完成一次测量对比。不过,它对标准仪器精度要求极高,需是被检仪器精度的3-5倍,且环境要严格稳定。该方法适用于测量精度要求在 $\pm 1\%-5\%$ 、有相应标准仪器的场合,在电子仪器仪表日常检测维护中作用显著,能快速有效判断仪器性能,保障测量工作的准确性和可靠性。

2.2 间接法

间接法作为电子仪器仪表计量检测的关键方法,具有独特价值。它不直接对目标参数测量,而是先测量与目标参数有确定函数关系的其他物理量,再依据函数关系算出目标参数值,以此完成计量检测。在实际场景中,

直接测量目标参数常面临诸多困难,像仪器精度不足、测量环境恶劣或被测对象特性复杂等,此时间接法的优势便凸显出来。例如测量复杂电路的某些电参数,直接测量难以精准获取,而测量易获取的电压、电流等参数则相对容易,且电压测量精度可达 $\pm 0.1\%$,电流测量精度可达 $\pm 0.2\%$,再利用欧姆定律、功率公式等推算出目标电参数。间接法的准确性受多种因素影响。一方面,所依据的函数关系必须正确无误;另一方面,中间测量量的精度至关重要,应至少比目标参数测量精度高1-2个数量级,所以需选用精度高、性能稳定的测量仪器。同时,要重视误差传递问题,合理进行误差分析,将误差传递系数一般控制在0.1-0.5之间,以此提高最终检测结果的准确性与可靠性。

2.3 上溯法

上溯法在电子仪器仪表计量检测中,凭借其系统性与逻辑性发挥着关键作用。它以测量结果为开端,逆向追溯测量过程的各个环节,精准定位误差源头,确保计量检测的准确可靠。计量检测结果受多种因素交织影响,仪器性能、标准器具、测量环境及操作流程等皆在其中。上溯法从最终测量数据入手,首先核查标准器具。标准器具量值是否准确、是否在有效溯源期内(通常溯源周期为1-2年)至关重要,其误差会直接传递至测量结果,误差传递系数一般在0.8-1.2之间。接着检查测量环境,温度、湿度、电磁干扰等参数是否达标。环境变化会改变仪器仪表性能,影响测量精度,如温度每变 1°C ,测量误差可能增 $0.1\%-0.5\%$ 。最后审视操作过程,查看是否规范。不恰当操作会引入额外误差,操作误差引入概率一般在 $5\%-15\%$ 。通过这种逆向追溯,上溯法全面深入剖析测量过程,找出关键影响因素,为校准、调整和改进指明方向,有力提升电子仪器仪表计量检测的质量与水平。

2.4 标准物质法

标准物质法是电子仪器仪表计量检测中一种极为关键且科学有效的方法。标准物质作为一种具有准确量值 and 良好稳定性的测量标准,如同精准的“量具”,为计量检测提供了可靠的参照依据。在运用标准物质法进行检测时,需将标准物质引入被检电子仪器仪表的测量体系。由于标准物质的特性量值是经过严格定值且高度准确的,其定值不确定度一般小于被检仪器仪表允许误差的 $1/3-1/2$,当仪器仪表对其进行测量时,通过对比测量结果与标准物质的真实量值,就能清晰判断仪器仪表的测量误差情况。若测量结果与标准量值偏差在允许范围内(一般允许偏差在 $\pm(0.2\%-1\%)$),说明仪器仪表性能良好;若偏差超出范围,则表明仪器仪表存在计量偏差,需要进行

校准或维修。该方法适用于多种类型的电子仪器仪表,尤其对于那些对测量精度要求较高(测量精度要求在 $\pm 0.1\%-0.5\%$)、直接测量难以保证准确性的仪器。其优势在于检测结果直观、可靠,能有效排除一些外界干扰因素对测量结果的影响。

2.5 内部校准法

内部校准法是电子仪器仪表计量检测中,由企业或实验室自主开展的一种校准方式,它对于保障仪器仪表测量准确性、提升工作效率有着重要意义。实施内部校准法,企业或实验室需构建完善的校准体系。一方面,要配备专业的校准人员,他们需经过系统培训,掌握扎实的计量理论知识与熟练的校准操作技能,熟悉各类电子仪器仪表的性能特点与校准规范,培训周期一般为3-6个月。另一方面,要拥有合适的校准设备和标准器具,这些设备和器具的精度要高于被校准仪器仪表(一般精度高2-3个等级),且经过有效的溯源,确保量值准确可靠,溯源周期通常为1年。内部校准法具有显著优势。它灵活性高,可根据实际生产或实验需求,及时安排仪器仪表的校准工作,减少因送外校准导致的仪器闲置时间,提高仪器使用效率,一般可提高仪器使用效率 $20\%-30\%$ 。同时,还能降低校准成本,避免高额的外送校准费用,校准成本可降低 $30\%-50\%$ 。此外,企业或实验室对内部校准过程全程掌控,便于及时发现和解决仪器仪表存在的问题。不过,内部校准法要求严格,必须建立完善的质量管理体系,对校准过程进行严格监督和管理,保证校准结果的科学性和公正性,从而为产品质量和生产安全提供坚实保障^[3]。

3 电子仪器仪表计量检测的发展趋势

3.1 智能化发展

电子仪器仪表计量检测的智能化发展已成为行业核心趋势。随着人工智能、物联网、大数据等技术的深度融合,仪器仪表正从单一测量工具向智能系统转变。智能仪器通过集成AI算法,可实现自主诊断、预测性维护和自适应校准,例如工业传感器通过边缘计算实时分析数据,减少对云端依赖,提升响应速度。在半导体制造中,智能检测设备利用机器视觉与AI算法,可自动识别微米级缺陷,检测效率较人工提升数十倍。此外,智能仪器仪表支持远程监控与云平台管理,5G/6G技术推动设备远程操控和数据共享,尤其在能源、环保领域,智能电表通过通信模块实现用电数据实时上传与远程校准,解决传统人工抄表效率低的问题。未来,智能化将进一步渗透至全生命周期管理,从设备研发到退役,实现数据驱动的精准确策。

3.2 集成化发展

集成化是电子仪器仪表计量检测的另一重要方向。随着工业制造向小型化、轻量化演进,测试需求日益复杂,单一功能仪器已难以满足多场景需求。集成化仪器通过将多种功能整合至单一平台,实现“一机多用”。例如,插卡式仪表可搭载信号发生、频谱分析、数据采集等模块,用户可根据需求灵活配置,降低设备更换成本。在消费电子领域,可穿戴设备的普及催生了微型化测试需求,集成化仪器通过MEMS技术将传感器、处理器、通信模块集成至芯片级,实现多参数同步测量,如同时监测心率、血压、体温等生理指标。此外,集成化还体现在系统级解决方案上,如思林杰科技的Nysa模块化平台,通过FPGA控制器与仪器模块的异构架构,实现测试用例调度、结果判定等功能的芯片级集成,大幅提升测试效率。

3.3 虚拟化发展

虚拟化技术正重塑电子仪器仪表计量检测的形态。传统仪器依赖物理硬件,存在成本高、互联性差等问题,而虚拟仪器以计算机为核心,通过软件定义硬件功能,实现“软件即仪器”。虚拟仪器的优势在于灵活性,同一硬件平台可支持多种测试场景,如通过更换软件模块实现从音频测试到射频测试的切换。此外,虚拟仪器与云计算结合,可构建分布式测试网络,实现多节点协同测量与数据共享。

3.4 高精度和高可靠性发展

高精度与高可靠性是电子仪器仪表计量检测的永恒追求。随着半导体、量子计算、生物医药等新兴领域的崛起,对测量精度的要求已进入纳米级甚至原子级。例如,原子力显微镜可实现0.1纳米的表面形貌测量,支撑

芯片制造中的线宽控制;光谱仪通过量子传感技术,可检测ppm级的气体泄漏,保障氢能产业链安全。高可靠性则体现在环境适应性与长期稳定性上,如工业在线检测设备需在高温、高压、强电磁干扰环境下持续运行,其MTBF(平均无故障时间)需达到数万小时。为提升可靠性,行业正从材料、工艺、算法三方面突破:采用低功耗设计延长设备寿命,如智能电表通过优化电路设计实现10年免维护;引入冗余设计,如双传感器交叉验证数据准确性^[4]。

结束语

电子仪器仪表计量检测作为保障各领域精准运行的关键环节,其重要性不言而喻。从智能化、集成化、虚拟化到高精度与高可靠性的发展趋势,彰显了行业不断创新突破的活力。这些发展不仅提升了检测效率与准确性,更为新兴产业的崛起筑牢了根基。未来,随着科技持续进步,电子仪器仪表计量检测将面临更多挑战与机遇。我们需紧跟时代步伐,不断探索新技术、新方法,完善检测体系,以更精准、高效、可靠的检测服务,为推动产业升级、科技创新和社会发展贡献坚实力量。

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]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.
- [3]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.
- [4]曾祥柱.浅谈电子仪器仪表计量管理及其计量检测之重要性[J].商品与质量,2022(46):230.123-124.