

Quality Control Technology for Energy Efficiency Testing of Electrical and Electronic Products

Yingcheng Wang Xiaobo Pei Fudi Wu Yulan Lin Chunhao Lan

Guangzhou Customs Technology Center, Guangzhou, Guangdong, 510623, China

Abstract

In the context of the ongoing deepening of energy conservation and emission reduction policies, the accuracy of energy efficiency testing for electronic and electrical products has become a key focus in the industry. This paper aims to study the quality control technology for energy efficiency testing of electronic and electrical products, first analyzing the current status of energy efficiency testing technology both domestically and internationally, revealing existing issues in the current testing practices, discussing key technologies such as precision control of testing equipment and control of environmental parameters, and finally proposing optimization strategies such as establishing a quality management system and conducting testing skills training to provide useful references for industry development.

Keywords

Electrical Product Testing; Energy Efficiency Testing; Quality Control

电子电器产品能效检测的质量控制技术

王英程 裴晓波 吴福娣 林钰岚 蓝春浩

广州海关技术中心, 中国 · 广东 广州 510623

摘 要

在节能减排政策持续深化背景下, 电子电器产品能效检测的准确性成为行业关注重点。基于此, 本文以电子电器产品能效检测的质量控制技术为研究对象, 先剖析国内外能效检测技术发展现状, 并揭示当前检测存在的问题, 然后探讨检测设备精度控制、检测环境参数控制等关键技术, 最后提出构建质量管理体系、开展检测技能培训等优化策略, 以期为行业发展提供有益参考。

关键词

电器产品检测; 能效检测; 质量控制

1 引言

《节能产品政府采购实施意见》明确提出, 要加快推动高效产品的普及应用, 严格执行能效检测与能效标识管理, 全面提高产品节能水平。然而在实际检测过程中存在检测设备维护不到位、检测环境参数波动较大等问题, 导致部分检测数据缺乏准确性, 削弱能效标识公信力。为此检测机构需要系统优化检测质量控制体系, 全面加强设备管理与技能培训, 持续提升检测工作科学性, 保障电子电器产品能效检测过程真实有效。

2 电子电器产品能效检测质量控制现状

2.1 国内外能效检测技术发展现状

国外电子电器产品能效检测技术发展较为成熟, 检测体系覆盖家用电器、照明设备等多个领域, 形成了严谨的检测流程。美国能源之星计划以完善的检测手段, 可精准测量产品不同运行状态下的能效表现, 检测数据广泛应用于政府采购、企业认证等环节。欧盟能效标签体系对检测环境要求

极为严格, 使用智能化检测设备, 保障检测结果稳定性。国内电子电器产品能效检测技术建设紧跟国际趋势, 标准体系已涵盖空调、冰箱等主要电器产品, 能效等级划分日益细化。国家实验室及行业检测机构不断加大检测设备投入, 逐步完善检测环境的温湿度等参数控制, 提升检测数据科学性。电器产品在节能性能方面的检测技术持续更新, 检测指标更趋全面, 检测工艺更加注重对运行全过程的精确控制。能效检测在产品认证、市场流通和政策监管中的应用逐步拓展, 行业整体检测能力不断增强, 技术基础日益坚实。

2.2 当前能效检测存在的问题

当前部分检测机构在设备维护以及校准管理方面存在明显不足, 导致设备在长期运行过程中精度逐渐下降, 影响检测数据稳定性。同时, 检测环境参数控制不严, 未能有效监控温度、湿度等关键因素, 且环境条件出现波动时难以及时采取补偿措施, 导致检测结果出现偏差。在操作层面, 检测技能培训不足使得检测人员理解、掌握最新标准不全面, 实际操作中存在步骤简化等情况, 加之检测记录填写不规

范,数据登记不全,影响检测结果可追溯性。检测人员技能水平更新较慢,技术操作没有及时跟上检测设备发展,造成实际检测工作难以依据现行操作规范,降低检测结果质量。检测过程中依然依靠人工采集、整理数据,信息传递效率较低,容易出现数据遗漏。部分检测单位尚未应用智能检测设备,检测过程缺少自动控制以及实时监测,处理数据速度较慢,难以保障检测数据完整性。

3 电子电器产品能效检测质量控制关键技术

3.1 检测设备精度控制技术

电子电器产品能效检测对检测设备测量精度有严格要求,功率测量误差必须控制在 $\pm 0.2\%$ 以内,电压、电流测量误差不得超过 $\pm 0.5\%$,电量累计误差应小于 $\pm 0.3\%$ 。检测过程中,设备采样频率应达到10Hz以上,动态负载测试要求采样频率不低于20Hz。高频使用功率分析仪需每6个月校准一次,其余检测设备校准周期不得超过1年,设备使用过程中必须实时监测零点漂移,偏差不得超过设备允许范围。低功耗检测项目对设备分辨率有明确要求,最低应达到0.01W,保证检测待机功率、微小电流时数据真实有效,同步保障实验室供电电压符合 $220V \pm 1\%$ 标准,频率误差不超过 $\pm 0.1\text{Hz}$ 。设备表面、传感端口和连接电缆必须定期清洁与检查,保证物理接触良好,防止因灰尘、老化等原因引起信号异常。设备使用、校准与维护全过程必须建立完整技术档案,记录设备检定证书、校准报告等,保证设备管理工作符合检测规范要求。

3.2 检测环境参数控制技术

能效检测对实验室环境条件提出明确要求,环境温度需严格控制在 $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 范围内,相对湿度应维持在45%~75%,电源供电电压波动不得超过 $\pm 1\%$,频率偏差控制在 $\pm 0.1\text{Hz}$ 以内。为保证检测数据稳定性,空气流速必须低于 0.3m/s ,以避免气流对检测设备正常运行造成干扰,因此实验室应配备自动化环境监测系统,实时采集温度、湿度等关键环境参数进行,且监测数据的采集间隔不得超过30s。实验室需定期检测与调节温度、湿度,当温度出现异常波动时,应迅速启动加热设备调整环境,湿度异常时则应及时启用加湿或除湿装置保持空气湿度稳定。电源系统必须配置高精度稳压器,以实时监控电压等供电质量指标,防止电源波动对检测设备产生影响,同时环境中照度条件也需满足检测设备技术指标,避免环境光强变化影响光学传感器测量精度。检测工位应合理布局,保证设备之间具备足够的散热空间,防止设备运行产生的热量相互干扰,且空调系统也应保持连续运转,避免室内温度出现快速波动。环境监测设备必须按照规定周期校准,温湿度计的校准周期一般不得超过一年,供电监测设备校准周期应控制在半年以内,以保障采集数据准确性。实验室还应加强静电防护,严禁高频电磁设备进入检测区域,防止干扰信号影响微功率测量精度。

3.3 检测过程标准化控制技术

电子电器产品能效检测必须严格依照国家标准执行,保障检测流程的科学性。按照《GB 24850-2020》等标准要求,检测流程涵盖样品准备、参数设定等环节。样品准备阶段需全面检查产品外观,确认无机械损伤,并完成功能性测试,样品预热时间不少于30分钟,以保障检测时状态稳定。测试运行期间,检测人员需严格遵循标准化操作规程,持续监控设备运行状态与测试参数,保障所有检测条件均符合规范要求,检测数据采集必须采用统一格式,且数据分辨率应达到0.01w,以保证测量结果的精确性,关键数据则需实施双人复核制度。在操作过程中,需详尽记录检测时间、操作人员信息、设备状态以及校准情况,形成完整的检测日志,从而保证检测过程的全程可追溯性。若检测过程中出现异常数据,必须立即暂停检测并排查原因,确认所有问题得到解决后方可继续检测,并且检测报告需采用统一格式,详实记录测试条件、检测参数和结果,使其符合国家标准各项要求。另外,操作人员必须通过上岗考核,取得相应资质,确保操作技能符合标准规定,而检测机构则应建立完善的操作规程文档体系,定期更新保证检测过程始终严格符合标准要求。

3.4 数据处理与结果溯源技术

在电子电器产品能效检测过程中,数据处理的精确性可增强检测结果可信度。采集原始数据须符合《JJF 1044-2007》计量检定规范专业软件处理,该软件测量分辨率应不低于0.001w,满足对低功耗产品高灵敏度检测要求。数据处理系统必须具备实时异常数据自动识别功能,能准确剔除偏离均值 ± 3 倍标准差($\pm 3\sigma$)范围之外的异常测量值。所有计算与统计分析严格遵循《GB/T 7725-2008 能效测试规范》等相关规定,保证数据处理流程的标准化。系统需完整记录每笔数据的采集时间、操作者身份及处理过程,日志保存期限不少于五年,方便后续审计。结果溯源体系需实现样品编号、检测批次与数据的唯一对应,保证样品信息完整,且检测设备校准周期不得超过六个月,校准记录同步存档。采用条码、二维码技术进行样品和数据标识管理,方便快速调取完整溯源信息。数据文件应符合国家网络安全等级保护要求,加密存储并支持多级权限访问,保障数据安全和隐私。检测报告生成时,系统自动比对报告数据与数据库原始数据,保证一致,所有数据调整均需记录并经双重审核。溯源系统设有自动备份功能,备份周期不超过24小时,数据保存期限不少于三年,并且还应定期进行数据完整性及安全性检查,保障系统稳定运行。

4 提升能效检测质量控制水平的优化策略

4.1 构建质量管理体系,保证能效检测准确

构建质量管理体系应覆盖电子电器产品能效检测的全流程,针对设备管理、检测操作等环节设置系统化管理标准,保障各项检测活动严格按照规范执行。质量体系文件应依

据国家现行检测标准进行分级编制,重点包括《检测质量管理手册》《检测程序文件》等,所有文件须统一编号归档,修订周期不得超过12个月,文件内容应覆盖操作流程、设备管理等具体要求。检测机构应设立质量管理岗位,负责检测过程监督与质量核查,保障所有检测步骤在受控状态下进行,严禁操作过程出现随意调整。同时还需要将检测设备的采购、验收等管理工作纳入质量管理体系,设备使用过程应进行累计运行时间登记,连续运行超过500小时的设备需及时安排技术性能检测,所有设备档案须详细记录设备编号、维护记录等内容。检测流程中应明确样品唯一编号及数据处理要求,所有检测数据、设备运行日志均须采用统一表格格式,系统管理检测信息。数据处理与结果审核环节需严格执行双人复核制度,全程启用系统自动比对功能,保障数据录入、处理及报告生成过程准确性。质量管理体系内应设立季度内部审核制度,每季度抽查检测样本数量不得低于当季检测批次总量的15%,所有审核及整改记录必须及时归档,实现检测全过程管理闭环。

4.2 开展检测技能培训,规范检测操作流程

检测机构需要系统设计检测技能培训体系,对不同岗位制定针对性培训方案。新入职检测人员必须接受为期不少于40小时的集中培训,课程内容应涵盖能效检测标准、设备操作要点、电参数测量要求及环境控制方法,培训结束后统一组织闭卷考试与现场操作考核,考核成绩须达到90分以上方可取得岗位资格。对现有检测人员应按年度制定技能复训计划,年度复训时间不得少于24小时,培训内容需同步更新最新能效检测标准与设备使用规程,保障检测技能与技术标准保持一致。针对行业发布的新检测规范,机构须在三十个工作日内启动专项培训,培训材料需详细解读新增检测项目、调整参数设置及更新的设备操作要求。技能培训过程应突出现场实操,检测人员需在规定时间内独立完成样品制备、设备参数设置、测试运行及数据采集全过程,测试数据允许误差范围不得超过 $\pm 0.3\%$,操作过程要求符合全流程记录标准培训考核应设置现场随机抽测,检测各环节操作是否规范,数据记录是否完整,任何关键环节出现失误的检测人员必须重新培训并重新考核。机构需建立完整的培训档案管理系统,详实记录每名检测人员培训过程,保障其资质合法有效且持续更新。

4.3 应用智能检测设备,保障检测数据有效

应用智能检测设备可以提升能效检测数据准确性。检

测机构应引进具备自动化数据采集功能的高精度功率分析仪,其测量分辨率需达到0.001W,满足低功耗设备微小能耗监测要求。智能设备应配备实时状态监控系统,能够连续采集电压、电流等关键参数,采样频率不得低于10Hz,保证动态测试数据的完整性。设备必须支持自动校准提醒功能,校准周期严格控制在六个月内,相关校准数据应自动上传至质量管理平台,保障设备状态透明可查。数据传输方面,智能检测设备须具备稳定的有线及无线传输能力,支持连接工业以太网、Wi-Fi,保证数据实时传送无丢包,延迟控制在100ms以内,并且系统可集成自动异常数据识别与报警功能,能够即时剔除偏离均值 $\pm 3\sigma$ 的异常数据,防止误差扩散至最终结果。数据管理平台应实现检测数据的集中存储与多层次权限管理,数据访问权限按照岗位职责严格分配,满足国家信息安全等级保护要求。智能检测设备还应支持与环境监测系统联动,记录并分析实现温湿度、电源波动等环境参数,保障检测数据在环境变化情况下依然具备高度准确性。借助自动化控制,检测机构可以减少人工干预环节降低操作失误风险,同时加快检测周期提升响应速度,为电子电器产品能效检测提供坚实数据保障。

5 结语

检测机构构建完善质量管理体系,推动检测流程和操作标准规范化,提升电子电器产品能效检测精准度,严格控制设备精度、环境参数,可保证检测结果的科学性,应用智能检测设备提高自动化水平,为信息安全与数据完整性提供保障。未来随着节能政策不断深化,检测机构需持续创新技术、培养专业人才,完善质量控制体系,积极适应行业发展新要求,从而推动能效检测迈向更高标准,为实现绿色节能目标提供坚实有力支持。

参考文献

- [1] 张雅婕,杨洁.电子电器产品能效检测的质量控制[J].产品可靠性报告,2024,(09):98-99.
- [2] 徐旭东.电子电器产品能效检测的质量控制技术[J].电动工具,2024,(01):4-6+9.
- [3] 宋列棣.浅谈电子电器产品能效检测的质量控制技术应用[J].轻工标准与质量,2023,(03):139-141.
- [4] 王衍营,唐丽媛,胡晖,盖玉超,鲍兆礼.探究电子电器产品能效检测的质量控制技术[J].轻工标准与质量,2022,(01):56-58.