

计量检定对气体报警器性能改进的影响研究

何 华

宁夏计量质量检验检测研究院 宁夏 银川 750200

摘 要：气体报警器是工矿企业防范可燃、有毒气体泄漏事故的核心安全监测设备，设备检测精度与运行稳定性直接关系现场安全生产水平。为明确计量检定对报警器性能提升的实际作用，本文分析报警器长期运行产生的零点漂移、灵敏度衰减等性能缺陷，梳理非规范检定存在的各类问题。通过研究检定核心流程，系统阐述计量检定对设备检测精度、响应灵敏度、运行稳定性及环境适配性的优化作用，并结合现场应用短板，提出规范化、智能化、制度化的检定优化策略，可为企业气体报警器运维及计量检定工作提供实操参考。

关键词：计量检定；气体报警器；性能改进影响；优化策略

引言：随着化工、燃气、制造等行业安全生产管控标准不断升级，气体报警器的常态化精准监测已成为风险防控的关键环节。工业现场复杂的温湿度环境、粉尘腐蚀干扰及设备长期连续运行，极易造成报警器性能劣化，多数企业存在超期检定、简化检定流程、重使用轻校准等问题，导致设备误报、漏报频发，埋下安全隐患。计量检定是校正设备性能、保障检测数据准确可靠的法定技术手段。基于现行计量与设备安全标准，本文围绕检定作业与设备性能的关联展开研究，旨在梳理检定对报警器性能的改进机制，解决现场检定不规范、性能管控不到位的实际问题。

1 气体报警器与计量检定理论基础

1.1 气体报警器工作原理与核心性能指标

工业常用气体报警器主要依托催化燃烧、电化学、红外传感三种核心检测原理工作，分别适配可燃气体、有毒有害气体及特殊工况气体检测场景。设备通过传感器感应环境气体浓度，将物理化学信号转化为电信号，经电路处理后完成浓度显示与超限报警。结合GB12358-2024最新通用技术要求，设备核心性能指标包含示值误差、响应时间、重复性、稳定性及报警阈值五大核心参数，各项指标直接决定设备检测准确性与现场安全预警有效性，是评判设备运行状态的核心依据。

1.2 气体报警器计量检定依据与标准规程

当前气体报警器计量检定执行国家现行法定标准体系，核心依据为JJG693-2011《可燃气体检测报警器检定规程》、JJG915-2023《一氧化碳检测报警器检定规程》，同时严格遵循2025年6月实施的GB12358-2024《作业场所环境气体检测报警仪器通用技术要求》。标准明确规定报警器常规检定周期不超过1年，设备维修、更换核心部件或检测数据异常时，需立即开展专项检定，为

计量检定工作提供规范化、法定化技术依据。

1.3 计量检定提升报警器性能的核心机理

气体报警器传感器长期运行易出现零点漂移、灵敏度衰减、信号失真等问题，导致检测精度下降。计量检定通过标准气体定值校准、全指标误差检测、参数修正调试等核心流程，可精准修正传感器漂移偏差，校准设备报警阈值与浓度示值。检定能够排查设备响应滞后、重复性偏差、环境抗干扰能力不足等隐性故障，优化设备信号采集与运算逻辑，从技术层面修复设备性能损耗，保障报警器长期稳定、精准运行，满足工业安全生产检测要求^[1]。

2 气体报警器性能缺陷及未规范检定的问题

气体报警器长期处于工业复杂工况环境，受传感器老化、环境干扰、运维缺失等因素影响，易出现各类性能缺陷。不规范检定、超期末检等问题，会进一步放大设备故障隐患，大幅降低现场气体检测与安全预警可靠性，具体问题如下：（1）设备常态化性能缺陷。气体报警器核心传感元件存在自然老化特性，长期运行会出现零点漂移与量程漂移问题，洁净环境下易出现数值虚高，气体泄漏时检测示值偏低。催化燃烧传感器易受油气、胶质物质影响出现“中毒”失效，电化学传感器易因温湿度波动出现信号衰减，直接造成设备灵敏度下降、响应延迟，部分设备外观运行正常，但核心检测功能已不达标。（2）非规范检定引发精度偏差。部分现场仅依靠设备自检功能判定设备状态，未按照现行检定规程开展标气校准与全项目检测。单点校准、标气浓度不符、检定环境不达标等不规范操作，无法修正传感器非线性误差与交叉干扰误差，导致报警器浓度示值偏差超标、报警阈值偏移，出现漏报、误报等异常情况，检测数据不具备真实性与溯源性。（3）检定缺失造成可靠性

隐患。企业普遍存在超期检定、故障后不复检、重使用轻检定的问题。长期无检定校准的报警器,重复性、稳定性持续劣化,设备抗环境干扰能力大幅下降^[2]。

3 气体报警器计量检定的关键流程与实施要点

气体报警器计量检定严格依据现行规程开展,整套流程分为前期准备、核心项目检定、环境误差管控三个关键环节:(1)检定前期准备与设备调试。检定前需完成设备外观核查,清理传感器探头粉尘、油污,检查设备线路连接、显示界面及声光报警结构完整性,排除硬件破损、部件松动等问题。同时匹配对应量程的标准气体,确认标气浓度精准、在有效期内,调试检定仪器与供气设备,完成设备通电预热及零点校准,消除设备基线漂移,保障检定初始状态达标。(2)核心指标规范化检定操作。核心检定项目包含示值误差、重复性、响应时间及报警阈值检测。按照规程要求,分别通入20%LEL、50%LEL、80%LEL梯度浓度标准气体,多点采集检测数据,记录设备示值偏差。重复多次测试设备检测数值,核验数据重复性,同步记录气体通入至稳定报警的响应时长,核对报警动作阈值是否符合标准允许偏差范围,完成全指标检测记录。(3)检定环境控制与误差规避。检定需在恒温恒湿、无杂气干扰的标准实验室环境开展,规避温湿度波动、交叉气体干扰引发的检测误差。严格控制标气通入流速与稳压时长,保证气体均匀接触传感器,杜绝气流不稳、通气时间不足导致的数据失真。检定完成后整理原始数据,排查异常数据并复检,确保检定结果客观、精准,符合计量溯源要求^[3]。

4 计量检定对气体报警器性能改进的具体影响

4.1 对报警器检测精准度的校正优化

检测精准度是气体报警器的核心核心指标,直接决定气体浓度检测数据的真实性,依据JJG693-2011规程,可燃气体报警器示值误差允许范围为 $\pm 5\%FS$,报警动作值误差不超过 $\pm 10\%$ 设定值。工业现场未定期检定的报警器,普遍存在传感器灵敏度衰减、基线偏移、非线性误差累积等问题,易出现低浓度漏检、高浓度示值偏差超标等问题,无法真实反映现场气体实际浓度。(1)零点与量程偏差校正。计量检定通过高纯氮气零点校准、多梯度标准气体量程校准,可彻底消除设备长期运行产生的零点漂移与量程漂移,修正传感器信号输出偏差,让设备检测基线回归标准状态。(2)非线性误差修正。检定过程采用20%LEL、50%LEL、80%LEL多点位校准方式,能够修正传感器全量程区间的非线性偏差,解决单一浓度校准导致的局部检测失准问题。(3)报警阈值精准校准。检定可校正偏移的报警动作值,杜绝报警阈值

虚高、虚低问题,避免危险浓度下漏报、常规浓度下误报的工况故障,实现检测数据精准溯源。

4.2 对设备响应速度与报警灵敏度的提升

响应速度与报警灵敏度是保障突发气体泄漏应急预警的关键指标,规程明确要求扩散式报警器T90响应时间不超过30s,吸入式不超过15s。设备长期使用后,传感器探头积尘、透气膜堵塞、传感元件老化中毒,会造成信号采集滞后、灵敏度下降,大幅延长响应时长,存在极大安全隐患。规范化检定可针对性排查并解决此类硬件与性能问题。(1)硬件故障排查优化响应效率。检定前期的外观与探头清理作业,可清除传感器表面粉尘、油污与胶质附着物,疏通透气通道,恢复传感器正常的气体接触效率,解决物理堵塞导致的响应延迟问题。(2)灵敏度参数复位优化信号输出。检定通过标准气体梯度测试,重新标定传感器灵敏度参数,修复老化元件的信号衰减缺陷,提升设备微弱气体信号的捕捉能力。(3)报警功能校验优化触发精度。检定过程中通过1.5倍报警设定值标气测试,校验声光报警功能,修正报警触发滞后、灵敏度不足等问题,保证设备可快速、精准触发预警。

4.3 对设备长期运行稳定性与重复性的改善

设备重复性与长期运行稳定性是工业连续监测的基础,规程要求报警器重复性误差不大于2%。未经规范检定的设备,传感器信号输出离散性大,多次检测同一浓度气体数据波动明显,长期运行易出现指标持续劣化、运行状态不稳定等问题,无法满足工业常态化监测要求。计量检定可有效改善设备运行一致性与长效稳定性。(1)重复性误差优化。检定通过同一浓度标准气体多次重复测试,筛选并修正异常数据对应的传感参数,降低设备检测数据离散度,将重复性误差控制在规程允许范围内,保证多次检测数据的一致性。(2)长期稳定性提升。检定过程中的参数校准与故障调试,可延缓传感器老化速率,抑制设备基线持续漂移,减少长期运行中的数据跳变、数值漂移等故障。(3)设备运行状态标准化。定期检定可建立设备性能数据档案,及时捕捉性能劣化趋势,提前干预修复隐性故障,保障设备长期连续稳定运行。

4.4 对环境适应性与抗干扰性能的优化

工业现场温湿度波动、多类型气体交叉干扰、粉尘油污污染等复杂工况,会严重影响气体报警器的检测精度与运行状态,导致设备环境适配性差、抗干扰能力不足。计量检定结合工况特点开展针对性校准与调试,可有效提升设备复杂环境适配能力。(1)温湿度适应性优

化。标准化检定在恒温恒湿标准环境下完成参数校准,可抵消设备在低温、高湿工况下的检测偏差,改善温湿度交变引发的零点漂移问题。(2)交叉气体干扰抑制。检定过程可排查设备对非检测气体的交叉响应问题,通过参数修正降低有机溶剂、杂散气体带来的误干扰,提升设备抗交叉干扰能力。(3)复杂工况适配优化。检定同步校验设备在粉尘、气流波动工况下的运行状态,调试信号滤波参数,减少外界环境干扰导致的数据失真,提升设备现场适配能力^[4]。

5 基于性能改进的气体报警器计量检定优化策略

结合气体报警器检定流程现存短板与现场性能劣化问题,单纯依靠常规年度检定难以完全保障设备长期检测精度与运行可靠性。需从以下四个维度落实针对性优化策略,形成标准化、常态化、精细化的检定作业体系。(1)落实全流程规范化检定作业标准。统一企业内部报警器检定作业细则,杜绝简化流程、随意校准等不规范操作。检定工作需严格执行多点梯度校准模式,覆盖低、中、高全量程浓度区间,禁止单一浓度定点校准。细化检定前期设备预处理流程,强制开展传感器清洁、线路排查、零点预调试工作。针对维修、探头更换、长期停机复用的设备,落实即时复检制度,从作业源头规避人为操作误差,保证检定数据的准确性与有效性。(2)推进检定设备与智能化检定技术升级。针对传统人工检定效率低、误差大、数据留存不规范等问题,逐步替换老旧检定供气设备与检测仪器,采用稳压可调式标气供给装置,稳定气体流速与压力,降低通气工况带来的检测偏差。引入智能化自动检定系统,实现浓度梯度自动通气、数据实时采集、误差自动计算,减少人工读数、记录造成的失误。依托数字化技术留存检定原始数据、性能偏差数据,形成设备性能变化曲线,精准定位传感器老化、性能衰减规律,为设备维护更换提供数据支撑。(3)构建定期检定与性能溯源长效机制。结合厂区工况差异,实行差异化检定周期管理,高温、高

湿、多粉尘、腐蚀性气体工况下的报警器,适当缩短检定周期。建立设备一机一档台账,详细记录设备安装位置、检定时间、偏差数据、故障维修记录,实现全生命周期溯源管理。摒弃“重使用、轻检定”的管理模式,将报警器检定、性能核查纳入安全生产常态化管控体系,定期开展设备性能抽检,及时排查隐性性能缺陷。

(4)强化检定人员专业能力与现场管控。组织检定人员开展规程标准、设备原理、误差分析等专项培训,熟悉不同类型报警器的检定要点与故障判定标准,杜绝违规操作。建立检定作业复核制度,单次检定完成后由专人复检数据、核对检定流程,杜绝不合格检定结果归档。落实岗位考核机制,针对检定不规范、数据造假、漏检超检等问题进行追责,从人员层面保障计量检定工作的规范性与严谨性,稳定设备整体运行性能^[5]。

结束语:本文通过分析气体报警器常见性能缺陷与不规范检定的现场问题,明确了标准化计量检定对设备核心性能的改进价值。规范的检定作业可有效校正检测误差、提升报警灵敏度、稳定设备运行状态,增强设备复杂工况适应能力。现阶段企业检定工作仍存在流程不标准、技术滞后、管理制度不完善等短板。落实全流程规范检定、升级智能检定技术、建立差异化检定机制、强化人员管控,能够持续优化报警器运行性能。

参考文献

- [1]吴康,尚闰伟.可燃气体检测报警器检定装置计量比对研究[J].质量与市场,2025,(12):85-87.
- [2]林俊辉.可燃气体报警器计量检定和使用的相关问题分析[J].大众标准化,2023,(7):186-188.
- [3]陈起勇.有毒气体报警器检测精度的影响因素及标准化测试方法[J].大众标准化,2026,(11):159-161.
- [4]钱鹏.计量检定对气体报警器性能改进的影响研究[J].中国设备工程,2025,(3):208-209.
- [5]谢林富.可燃气体报警器的计量检定探讨[J].质量与市场,2025,(7):78-80.