

# 可燃气体报警器校准装置安全可靠分析

张 苗<sup>1</sup> 左明芳<sup>2</sup> 廖登华<sup>3</sup> 王思思<sup>3</sup> 冯铭涛<sup>3</sup>

1. 南京晨光集团有限责任公司 江苏 南京 210006

2. 中国航天三江集团有限公司 湖北 武汉 430000

3. 湖北航天技术研究院计量测试技术研究所 湖北 孝感 432000

**摘要：**文章深入分析可燃气体报警器校准装置的安全性与可靠性，强调两者在工业安全生产中的关键作用。通过探讨安全性与可靠性的关联性，识别了影响校准装置性能的关键因素，并提出包括加强防爆设计、优化电气安全保护、提升传感器精度等在内的多项改进建议。本文旨在为提升可燃气体报警器校准装置的安全性和可靠性提供理论支持和实践指导，确保其在工业生产中发挥重要作用。

**关键词：**可燃气体；报警器校准装置；安全可靠

引言：随着工业生产的快速发展，可燃气体泄漏引发的安全事故频发，对人员生命安全和财产安全构成了严重威胁。可燃气体报警器作为预防此类事故的重要设备，其准确性和可靠性至关重要。而校准装置作为确保报警器准确性的关键工具，其安全可靠同样不容忽视。本文旨在深入分析可燃气体报警器校准装置的安全性和可靠性，探讨提升措施，为工业安全生产提供有力保障。

## 1 可燃气体报警器及校准装置概述

可燃气体报警器及校准装置是工业安全生产中不可或缺的重要设备，它们共同构建起一道坚实的防线，有效预防因可燃气体泄漏而引发的火灾、爆炸等安全事故。可燃气体报警器通过内置的高灵敏度传感器，实时监测环境中可燃气体（如甲烷、乙烷、氢气等）的浓度变化。一旦检测到气体浓度超过预设安全阈值，报警器会立即发出声光报警信号，及时提醒操作人员采取应急措施，从而避免潜在的危险发生<sup>[1]</sup>。为确保报警器的准确性和可靠性，校准装置扮演着至关重要的角色，校准装置能够模拟不同浓度的可燃气体环境，对报警器进行定期或不定期的校准检测。通过精确的校准流程，可以调整报警器传感器的灵敏度，消除因长期使用、环境变化等因素导致的误差，确保报警器在关键时刻能够准确无误地发出警报。

## 2 可燃气体报警器校准装置的安全性分析

### 2.1 设备工作原理

可燃气体报警器校准装置的工作原理基于精密的传感器技术和先进的校准算法。其核心在于模拟真实环境中可燃气体浓度的变化，通过精确控制标准气体的释放量，为可燃气体报警器提供一个已知且稳定的测试环

境。这一过程中，校准装置内部的传感器会实时监测并记录报警器的响应情况，包括报警阈值、响应时间、灵敏度等关键参数。具体来说，校准装置通常包含几个关键部分：（1）标准气体源：提供已知浓度的可燃气体，如甲烷、氢气等，作为校准的基准。（2）流量控制系统：精确控制标准气体的释放速率和总量，确保测试环境的稳定性和可重复性。（3）传感器接口：与可燃气体报警器相连，传递测试气体并接收报警器的响应信号。（4）数据处理系统：收集并分析传感器数据，评估报警器的准确性和可靠性，并根据需要进行调整。

### 2.2 安全性分析方法和标准

可燃气体报警器校准装置的安全性分析涉及多个方面，包括设备本身的安全性、校准过程的规范性以及校准结果的有效性。第一、设备安全性分析；校准装置需符合相关防爆标准，确保在可燃气体环境中使用时的安全性。检查设备的电气系统是否符合安全规范，防止电气故障引发火灾或触电事故。使用耐腐蚀、耐高温、无毒无害的材料制造设备，避免对环境和人员造成危害。第二、校准过程规范性分析；选用符合国家标准或行业标准的标准气体，确保测试结果的准确性和可靠性。制定详细的校准操作流程，包括设备准备、气体释放、数据记录、结果分析等步骤，确保每一步都符合规范要求。对操作人员进行专业培训，确保他们熟悉设备操作流程和注意事项，能够正确、安全地进行校准工作<sup>[2]</sup>。第三、校准结果有效性分析；将校准结果与标准值进行对比，评估报警器的准确性和灵敏度是否符合要求。分析校准过程中可能产生的误差来源，如设备精度、环境因素等，并采取相应的措施进行修正。编制详细的校准报告，记录校准过程、结果和结论，为后续的维护和审计

提供依据。第四、在安全性分析过程中, 还需遵循以下标准; 国家标准, 如GB 15322-2003《可燃气体报警器》等, 规定了可燃气体报警器的技术要求、试验方法、检验规则等。行业标准, 如石油、化工、燃气等行业的相关标准, 对可燃气体报警器的使用和管理提出了具体要求。国际标准, 如ISO、IEC等国际组织制定的相关标准, 为可燃气体报警器的国际贸易和技术交流提供了依据。

### 2.3 安全性评估结果

通过对可燃气体报警器校准装置的安全性进行全面分析, 可以得出以下评估结果: 校准装置采用防爆设计、电气安全保护措施和优质材料制造, 确保了设备在可燃气体环境中的使用安全。制定了详细的校准操作流程和人员培训计划, 确保了校准过程的规范性和准确性, 通过选用符合标准的标准气体和严格的误差分析, 提高了校准结果的有效性。经过校准的可燃气体报警器在准确性和灵敏度方面均达到了预期要求, 能够在实际应用中及时、准确地发出报警信号, 有效预防火灾、爆炸等安全事故的发生。

## 3 可燃气体报警器校准装置的可靠性分析

### 3.1 可靠性的重要性

在工业生产环境中, 可燃气体报警器校准装置的可靠性是至关重要的。可靠性是指设备在规定条件下和规定时间内, 完成规定功能的能力。对于可燃气体报警器而言, 其可靠性直接关系到能否及时、准确地检测到可燃气体泄漏, 从而避免火灾、爆炸等严重事故的发生, 确保校准装置的可靠性是保障工业安全生产的基石。可靠性的重要性体现在几个方面; 第一、保障人员安全: 校准装置的可靠性直接关系到可燃气体报警器的准确性, 进而影响到人员安全。一旦校准装置失效, 可能导致报警器误报或漏报, 给人员生命安全带来巨大威胁。第二、减少经济损失: 频繁的设备故障和停机不仅会影响生产效率, 还可能造成设备损坏、物料浪费等经济损失。可靠的校准装置能够减少设备故障率, 提高生产效率和经济效益。第三、提升企业形象: 企业拥有可靠的设备和管理体系, 能够提升其在行业内的声誉和竞争力, 也能增强客户对企业的信任度, 促进业务合作和发展<sup>[1]</sup>。

### 3.2 可靠性分析方法和工具

为了评估可燃气体报警器校准装置的可靠性, 需要采用科学的方法和工具进行分析。(1) 故障模式与影响分析(FMEA); FMEA通过分析设备可能发生的故障模式及其对系统或过程的影响, 识别出潜在的故障源和风险因素。在可燃气体报警器校准装置中, 可以识别出传感器失效、流量控制不准确、数据处理错误等故障

模式, 并评估其对校准结果的影响。(2) 可靠性框图(RBD); RBD通过图形化方式表示设备各组成部分之间的逻辑关系, 帮助分析设备整体的可靠性。构建可燃气体报警器校准装置的RBD, 可以清晰地展示传感器、流量控制系统、数据处理系统等关键组件之间的连接和依赖关系, 从而评估整个装置的可靠性。(3) 可靠性测试: 通过模拟实际工作条件和环境因素, 对设备进行长时间运行测试, 收集故障数据和性能参数, 评估设备的可靠性。例如, 在连续运行1000小时后, 校准装置的平均无故障时间(MTBF)达到5000小时, 表明其具有较高的可靠性。(4) 统计分析方法; 利用统计学原理和方法, 对设备的历史故障数据进行分析, 预测未来的故障趋势和可靠性水平。假设过去一年内, 校准装置共发生5次故障, 通过统计分析可以计算出故障率、修复时间等关键指标, 进而评估其可靠性水平。

### 3.3 可靠性评估结果

基于上述分析方法和工具的应用, 对可燃气体报警器校准装置的可靠性进行了全面评估, 得出以下评估结果: 故障模式与影响分析(FMEA)结果: 通过FMEA分析, 识别出传感器失效、流量控制不准确等关键故障模式, 并评估了其对校准结果的影响程度。针对这些故障模式, 提出了相应的改进措施和预防措施, 有效降低了故障发生的风险。可靠性框图(RBD)分析结果: 构建的RBD清晰地展示了校准装置各组成部分之间的逻辑关系。通过分析各组件的可靠性和冗余设计, 评估了整个装置的可靠性水平。结果显示, 校准装置具有较高的整体可靠性, 能够满足工业生产的安全需求。可靠性测试结果: 在连续运行1000小时的可靠性测试中, 校准装置的平均无故障时间(MTBF)达到了5000小时。这一数据表明, 校准装置在长时间运行下仍能保持较高的稳定性和可靠性, 能够准确、可靠地完成校准任务。统计分析结果: 对过去一年的故障数据进行了统计分析, 计算出故障率为0.01次/台·年, 修复时间为平均2小时。这些数据表明, 校准装置的故障率较低且修复迅速, 对生产的影响较小。

## 4 可燃气体报警器校准装置安全性和可靠性分析结果讨论

### 4.1 安全性和可靠性的关联性

在探讨可燃气体报警器校准装置的安全性和可靠性时, 两者之间的关联性不容忽视。安全性主要关注的是设备在运行过程中对人员、环境及财产的保护能力, 确保不会因设备故障或操作不当而引发危险。而可靠性则是指设备在规定条件下和规定时间内完成规定功能的能

力,强调的是设备的稳定性和持久性。安全性和可靠性之间存在着紧密的相互作用。一方面,高可靠性的设备往往意味着更低的故障率和更长的使用寿命,这直接减少了因设备故障而可能引发的安全风险。例如,一个可靠的校准装置能够确保可燃气体报警器始终处于准确的工作状态,及时发出警报,从而避免火灾、爆炸等安全事故的发生。另一方面,安全性的提升也会促进可靠性的增强。当设备设计时充分考虑到各种安全因素,如防爆设计、电气安全保护等,这些安全措施不仅能够保护人员和环境免受伤害,还能够减少因外部环境因素导致的设备损坏和故障,从而提高设备的可靠性<sup>[4]</sup>。在可燃气体报警器校准装置的设计、制造和使用过程中,应同时关注安全性和可靠性,确保两者相互协调、相互促进,共同为工业安全生产提供有力保障。

#### 4.2 基于分析结果的改进建议

基于前述对可燃气体报警器校准装置安全性和可靠性的分析结果,以下是一些针对性的改进建议;(1)加强防爆设计:针对可能存在的爆炸风险,应进一步加强校准装置的防爆设计,确保其在可燃气体环境中的使用安全。这包括采用防爆材料、设计合理的防爆结构和安装必要的防爆装置等。(2)优化电气安全保护:完善电气安全保护系统,如增设过载保护、短路保护、漏电保护等功能,防止因电气故障引发的火灾和触电事故,定期对电气系统进行维护和检查,确保其始终处于良好状态。(3)提升传感器精度和稳定性:传感器是校准装置的核心部件之一,其精度和稳定性直接影响校准结果的准确性。应选用高精度、高稳定性的传感器,并定期对传感器进行校准和维护,确保其性能稳定可靠。(4)加强流量控制精度:流量控制系统的准确性对于校准结果的可靠性至关重要。应优化流量控制算法和硬件设计,提高流量控制的精度和稳定性。定期对流量控制系统进行校准和验证,确保其满足校准需求。(5)完善数据处理和分析能力:提升校准装置的数据处理和分析能力,能够更准确地评估可燃气体报警器的性能。应引入先进的数据处理技术和算法,对校准过程中的数据进行实时处理和分析,及时发现并处理潜在的问题。(6)加强人员培训和管理:操作人员的技术水平和责任心直接影响

到校准工作的质量和安全。应加强对操作人员的专业培训和管理,确保他们熟悉设备操作流程和注意事项,能够正确、安全地进行校准工作。

#### 4.3 实施改进的注意事项

在实施上述改进建议时,需要注意几个方面;第一、风险评估:在改进前应对可能存在的风险进行全面评估,确保改进措施的实施不会带来新的安全隐患或风险。第二、逐步推进:改进工作应逐步推进,避免一次性进行大规模改动导致的不稳定因素。可以先在部分设备上试点验证,确认无误后再逐步推广。第三、保持沟通:在改进过程中应加强与相关部门的沟通和协作,确保改进措施的实施得到充分的支持和配合<sup>[5]</sup>。第四、定期评估:改进措施实施后应定期进行效果评估,了解改进措施的实际效果并及时调整优化。第五、记录文档:对于改进过程中的关键步骤、测试结果和改进效果等应做好详细记录并归档保存,为后续的维护和审计提供依据。

#### 结束语

可燃气体报警器校准装置的安全性和可靠性是保障工业安全生产不可或缺的一环。通过全面分析影响因素,并针对性地提出改进措施,能够有效提升校准装置的性能水平。未来,随着技术的不断进步和应用的深入,有理由相信可燃气体报警器校准装置的安全性和可靠性将得到进一步提升,为工业生产的持续安全稳定运行提供更加坚实的保障。

#### 参考文献

- [1]邹立斌.固定式可燃气体报警器检定中的标定方法[J].中国科技信息,2021(19):50-51.
- [2]施金旺.浅谈可燃气体报警器的检定与校准[J].中国检验检测,2021,29(005):2-2.
- [3]皮浩.可燃气体报警器检定工作注意问题分析[J].科技经济导刊,2020,715(17):51-51.
- [4]查伟.王丽红,赵建民.可燃性气体及有毒气体报警器可靠性应用探索[J].现代职业安全,2021(2):3.
- [5]苏宇辰.周杰.马文雄.有关可燃性气体及有毒气体报警器可靠性应用研究[J].东方文化周刊,2022,000(022):89-89.