

The Role and Application Measures of Infrared Gas Detection Technology in the Safe Production of Chemical Industry

Zhujin Tang

Jiangsu Ruijing Safety Technology Co., Ltd., Yancheng, Jiangsu, 224000, China

Abstract

In the process of chemical production, there are relatively many potential safety hazards affected by multiple factors such as raw materials and processes. Against this background, it is very necessary to do a good job in safe production management. The application of infrared gas detection technology can provide more technical support for the safe production management of the chemical industry, improve the ability to respond to and handle various risk issues, and ensure production safety, which must attract attention and emphasis. It is essential to clarify the role of infrared gas detection technology in the safe production of the chemical industry. On this basis, according to the actual situation of chemical production, we can give full play to the technical advantages of infrared gas detection technology through various methods such as setting detection points, reasonable selection, calibration and maintenance, and improving the system linkage system, so as to better avoid safety risks.

Keywords

infrared detection technology; chemical production; role; application measures

红外气体检测技术在化工安全生产中的作用与应用措施

唐祝瑾

江苏睿境安全技术有限公司, 中国 · 江苏 盐城 224000

摘要

在化工生产的过程中受原料、工艺等多重因素的影响存在的安全隐患是相对较多的, 在这样的背景下做好安全生产管理则显得十分必要。而红外气体检测技术的应用则可以为化工安全生产管理提供更多的技术支持, 提高各类风险问题的应对能力和处理能力, 保障生产安全, 必须引起关注和重视, 明确红外气体检测技术在化工安全生产中的作用, 在此基础之上根据化工生产的情况通过检测点位设置、合理选型和校准维护以及完善系统联动体系等多种方法发挥红外气体检测技术的技术优势, 更好的规避安全风险。

关键词

红外检测技术; 化工生产; 作用; 应用措施

1 引言

在化工生产的过程中会产生易燃易爆、有毒有害气体, 例如甲烷、硫化氢、一氧化碳等等, 若气体泄漏则很容易会引发火灾、爆炸、人员中毒等相应安全事故。这些安全事故的出现不仅会给企业带来较大的经济损失, 同时也会威胁相关人员的人身安全并破坏生态环境, 因此必须加强管理, 而红外气体检测技术的应用则可以为安全生产管理提供更多的帮助。

2 红外气体检测技术的技术原理

红外气体检测技术是利用朗伯比尔定律进行气体检测, 不同气体分子的分子结构存在鲜明差异, 因此会对特定波长

的红外光进行选择性吸收, 能够与气体分子振动、转动频率对应的红外光波段被称为气体的特征吸收峰, 检测系统可通过红外光源连续发射红外光, 在这个过程中部分特定波长的红外光会被气体分子吸收, 而剩余红外光则会经滤光片筛选后, 由红外探测器接收并转换为电信号, 可通过电信号强度变化配合朗伯比尔定律换算确定待测气体的浓度, 完成定量检测。一般情况下红外气体检测技术可以划分为非色散红外检测和傅里叶变换红外检测两种类别。前者是通过固定滤光片筛选目标气体对应的特征红外光, 优势在于应用成本较低且结构较为简单, 可以满足单一或少数几种气体的常规检测。傅里叶变换红外检测则可通过干涉仪对红外光进行分光处理, 可满足同时检测多种气体的需求, 其检测范围更广, 适用于复杂气体组分的同步检测, 可根据化工安全生产管理需求来对技术类别作出科学选择。

【作者简介】唐祝瑾 (1984-), 男, 中国江苏盐城人, 本科, 工程师, 从事化工安全方向研究。

3 红外气体检测技术在化工安全生产中的作用

3.1 预测泄漏风险

在化工生产过程中气体泄漏是较为常见的问题，但因初期泄漏的气体浓度相对较低，因此往往难以通过人工巡检的方式快速识别。而红外气体检测技术则可通过实时连续监测获得数值，当监测数值超过安全阈值范围则会自动触发声光警报，为后续的人员疏散、泄漏点排查，提供信息参考，避免气体浓度持续上升引发安全事故。因此相较于传统的管理技术，红外气体检测技术可以更加精准的识别气体泄漏问题，为事故防控留出充足的时间，最大化的降低泄漏风险所带来的影响和损失。

3.2 保障人员安全

化工生产中储罐区、反应釜、管道接口、阀门等相应部位是气体泄漏的常见且高发区域，作业人员在实践工作落实的过程中不可避免的会停留于这些区域，若气体泄漏则很容易会引发中毒、窒息等相应安全事故，而红外气体检测设备可实时监测工作人员的作业环境，若某一特定气体成分浓度超标则会及时提醒工作人员撤离至安全区域，这可以从源头上规避工作人员接触有毒有害物质和易燃易爆气体，保障工作人员的人身安全，确保作业环境的安全。此外，若涉及到外出作业还可以通过便携式红外气体检测设备实时完成周边环境特定气体浓度的检测，在移动场景下也可以保证工作人员的人身安全。

3.3 提高过程管控能力

红外气体检测技术可实时收集整合化工生产环节气体浓度的数据信息，其最大优势在于可借助物联网等相应技术实时传递数据，保障数据检查的时效性，相较于传统检测方法，该种检测方法能够获得实时数据，因此可以更好的确保生产过程的安全性。此外，红外气体检测技术不仅可以完成泄漏气体的检测，还可对生产工艺中的反应气体浓度进行实时把控，确保其符合于生产工艺参数要求，这也为生产质量的提升提供更多的帮助^[1]。

4 红外气体检测技术在化工安全生产中的应用措施

4.1 布设检测点位

检测点位设置将会直接影响红外气体检测技术的应用成效，若检测点位布设不科学则会导致红外气体检测技术无法及时的发现气体泄漏问题，影响最终的安全生产管理效果。而在检测点位布置的过程中相关工作人员首先需要做好数据收集、整合、分析，根据化工生产规模、工艺特点以及需要检测的气体特性来确定监测点位的高度。例如，若需要监测硫化氢、氯气这些密度大于空气的气体，这时则需要将检测点位设置在距离地面 0.3~0.6m 处。若监测的气体为甲烷、氢气等密度小于空气的气体，这时则需要将检测点位设置在距离地面 2.0m 以上。若检测的气体密度与空气接近，

如一氧化碳、乙烯，这时则需要将监测点位设置在距离地面 1~1.5m 处，确保红外气体检测的敏感性。

在此之后则需要通过历史数据收集和生产结构分析明确气体泄漏的高发区域，并且在该区域加密布点，保障监测的精准性，尤其需引起关注和重视的则是储罐区、反应釜、换热器的进出口管道接口、阀门、法兰等相应位置，这些位置都属于气体泄漏的高频点位，需设置至少一个监测点。而在输送气体的管道则可在沿线位置，每隔 20~30m 设置监测点位，管道的转弯处、接头处则需要增设点位，以此来确保无监测盲区^[2]。

除此之外，在监测点位布设的过程中还应当根据环境特质来对监测点位作出适当调整。事实上气体的扩散范围、路径往往受环境的温度、湿度和气流方向等多重因素的影响，因此需结合生产现场的环境特点对监测点位作出适当调整。例如高湿多粉尘区域则需要在监测点位设置的过程中选择粉尘不易积聚、不易积水的位置，避免粉尘水珠影响红外检测设备的正常运行。再例如若车间有固定的气流方向，这时则需要将监测点位设置在泄漏源下游气流方向。若工作区域存在高温设备则需要确保监测点位距离高温设备 1.5m 以上，最大化的降低环境对于红外气体检测技术应用成效所带来的影响。

4.2 选型和校准

经济社会的迅速发展以及科技研究的不断深入使得现阶段市场中可供借鉴和选择的红外检测设备变得越来越多。在这样的背景下做好设备选型是十分必要的，需要通过气体种类适配分析、浓度范围匹配分析以及工况环境适配分析和安装环境适配分析来进行合理选型^[3]。在气体种类适配分析中若监测气体为单一气体，可以选择对应气体特征吸收峰的非色散红外检测设备。若监测气体为多组分气体则可以选择傅里叶变换红外检测设备，确保检测结果完整、精确。再例如，需根据浓度范围来确定检测设备的检测量程，确保其能够覆盖目标气体的安全阈值，具体可如表 1 所示进行设备选型。

表 1 选型维度及选型的核心要求

选型维度	选型核心要求
气体种类 适配	针对单一气体检测，选用对应气体特征吸收峰的非色散红外检测设备；多组分气体检测选用傅里叶变换红外检测设备，确保覆盖所有目标气体特征吸收波段
浓度范围 匹配	检测量程需覆盖目标气体的安全阈值（报警阈值、爆炸下限），量程上限需高于可能出现的最大泄漏浓度，检测下限低于最低报警阈值
工况环境 适配	高温工况（温度 > 60°C）选用耐高温型设备（工作温度 -20°C ~ 80°C）；高湿工况（湿度 > 85%RH）选用防潮型设备；多粉尘工况选用带防尘滤芯的设备
安装方式 适配	固定监测区域选用壁挂式、支架式固定设备；移动作业场景选用便携式设备，要求体积小、重量轻、续航时间长（≥ 8h）

在设备选型结束以后还需要注意红外气体检测设备的检测精度可能会随着时间的推移和环境的影响出现偏差。为确保检测结果精确、可靠，能够为安全生产管理提供更多的助力，还需要定期落实校准工作^[4]。而在校准工作开展的过程中可根据设备使用频率和工况环境来确定校准周期，一般情况下，在常规工况下可每半年落实一次校准工作。若红外检测设备的工作环境属于高温、高湿、多粉尘等相应环境，这时则需要缩短周期，每隔三个月进行检测。此外，在化工生产的过程中便携设备需要移动使用，因此对于其精确度要求是更高的，需进一步缩短校准周期，每隔 2~3 个月就需要落实一次校准工作。在校准工作落实的过程中需采用标准气体，并保障其气体浓度能够涵盖设备量程的关键节点，如量程的 30%、60% 和 90%，在校准作业开展的过程中需要先将标准气体通入到检测设备当中，然后对比实际浓度和设备显示值，若偏差值超过 5% 则需要对设备参数进行调整校验，然后再次进行检测，直至其偏差数值符合要求。此外，在首次投入设备时也需要对设备进行校准，避免精度偏差。在维护工作落实的过程中需定期做好清理工作，清除设备表面的灰尘杂物，避免防尘滤芯阻塞、电线破损等相应问题。同时还需要在维修工作落实的过程中对报警设备进行检测，若发现异常应及时修理并建立设施设备维护台账，明确设备的安装位置、型号、校准时间，维护内容和故障情况及处理结果，为后续维修保养校准工作的落实和方案的调整提供更多的信息参考^[5]。

4.3 加强系统联动

在化工安全生产中单一红外气体检测设备仅仅只能满足报警需求，而想要更好的保障生产安全就需要在报警的同时做出一系列的应急处理，最大化的规避安全事故，而系统联动则可以较好的实现这一目标，可紧抓报警系统、通风及紧急切断系统以及应急疏散和消防系统等相应关键重点来进行系统联动。

在与报警系统联动时，可借助物联网技术、人工智能技术等相应现代化技术来对红外检测设备的气体浓度数据进行自动化分析，若气体浓度数值超过预设阈值系统除了会触发声光警报以外还会将报警信号输送至管理中心的报警平台，精准显示气体泄漏的点位、种类、浓度，并根据浓度数值来确定报警等级。例如一级报警为浓度达到了安全阈值的 50%~82%，二级报警则为浓度达到安全阈值的 80% 以

上。在此基础之上可联动广播系统播放语音提示，明确危险区域，提醒工作人员及时撤离至安全区域。在与通风及紧急切断系统联动时也可借助物联网技术，若气体浓度达到报警阈值则会自动触发指令信息，将车间内部的通风系统开启，加速空气流通，降低气体浓度，避免气体持续上升。若浓度较高例如达到二级报警阈值，则会自动联动紧急切断系统，自动关闭泄漏源对应的阀门，避免气体继续泄漏，从源头上阻断风险^[6]。

在和应急疏散及消防系统联动时可将红外检测系统的检测数据作为判断依据，若检测数据达到指定阈值或检测数据在短时间内急剧上升，这时则会自动联动应急疏散系统，启动车间应急照明、疏散指示标识，引导工作人员及时撤离至安全区域，并且联动应急门，自动开启应急门，提高输送效率。若气体为可燃气体，还需自动联动消防系统，例如，若检测气体浓度达到爆炸下限则会自动启动消防喷淋系统，降低环境温度，预防爆炸事故。若在化工生产过程中出现火灾等相应问题，也可自动联动消防系统，精准定位火灾区域开启喷淋系统并发送报警信息至相关部门，提高消防处置能力。

5 结语

红外气体检测技术在化工生产中有效应用可更好的预测气体泄漏风险，保障人员作业安全，确保生产过程安全，应引起关注和重视，通过合理布设监测点位、科学选型与规范校准维护以及加强系统联动等多种方式保障生产安全。

参考文献

- [1] 郭晓杰. 红外气体检测技术在化工安全生产中的运用解析 [J]. 科技资讯, 2025, 23 (11): 183-185.
- [2] 王瑞瑞, 黄天柱. 化工安全生产中红外气体检测技术运用分析 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2025, 45 (09): 47-49.
- [3] 王克鸿. 基于红外图像和深度学习的危险化工气体泄漏检测技术研究[D]. 合肥大学, 2025.
- [4] 卞广涛, 刘信刚, 李娜. 红外气体检测技术在化工安全生产中的运用探析 [J]. 山西化工, 2023, 43 (06): 186-187.
- [5] 金伟其, 吴月荣, 王霞, 等. 化工园区工业气体泄漏气云红外成像检测技术与国产化装备进展 [J]. 化工学报, 2023, 74 (S1): 32-44.
- [6] 王红亮. 试析红外气体检测技术在化工企业安全生产中的应用 [J]. 化工管理, 2019, (14): 85-86.