

燃气场站气体检测报警系统设计与应用的思考

张永杰 (北京讯腾智慧科技股份有限公司, 北京 100029)

摘要:伴随着城市化与工业化的不断推进, 燃气作为一种重要的能源被广泛地应用于工业生产, 居民生活中。燃气场站的规模和数量越来越大, 它的安全运行受到了人们的高度重视。气体检测报警系统是守护场站安全至关重要的一道屏障, 设计和使用效果如何, 直接关系到燃气行业运行的稳定性和安全性。文章以燃气场站气体检测报警系统为研究对象, 对设计中关键要素及应用要点进行了说明, 以期对促进燃气场站安全可靠性发展提供有益借鉴。

关键词: 燃气场站; 气体检测报警系统; 系统设计; 系统应用

中图分类号: TU996.7 文献标识码: A 文章编号: 1674-5167 (2025) 030-0148-03

Thoughts on the Design and Application of Gas Detection and Alarm Systems in Gas Field Stations

Zhang Yongjie(Beijing Xunteng Wisdom Technology Co., Ltd., Beijing 100029, China)

Abstract: With the continuous advancement of urbanization and industrialization, gas, as an important energy source, has been widely applied in industrial production and residents' daily life. The scale and number of gas stations are increasing, and their safe operation has received great attention. The gas detection and alarm system is a crucial barrier to safeguarding the safety of gas stations. The design and application effect of this system directly relate to the stability and safety of the gas industry's operation. This article takes the gas detection and alarm system of gas stations as the research object, explains the key elements and application points in the design, with the aim of providing useful references for promoting the safe and reliable development of gas stations.

Keywords: Gas stations; Gas detection and alarm systems; System design; System application

燃气对保证能源供应等起着至关重要的作用, 然而燃气具有易燃、易爆的危险特点, 这对燃气场站安全运行提出了挑战。气体检测报警系统是确保燃气场站运行安全的关键装备, 能够对场站内部气体浓度进行实时监控, 对潜在危险进行及时报警, 降低事故发生的可能性。伴随着科技的进步, 它的设计和应用也在不断的发展中, 但是仍然存在着优化的空间, 需要进行深入的考虑, 才能保证系统更加有效地保证燃气场站的安全性。

1 气体检测报警系统原理及组成

1.1 基本工作原理

气体检测报警系统基本原理是根据具体气体的物理或者化学特性进行探测, 从而达到监测和报警环境气体浓度的目的。它是以传感器技术为核心, 各种传感器分别对应着各种气体检测机制。催化燃烧式传感器通常被用来探测可燃气体, 例如普通甲烷和乙烷以及其他烷烃类燃气, 当可燃气体与传感器表面的催化剂发生接触时, 在特定的温度条件下会产生无焰燃烧现象^[1]。

这种燃烧产生的热量会引起传感器电阻的变化, 而这种电阻的变化与可燃气体的浓度之间存在线性关系。通过探测电阻的变化, 然后经过电路转换和信号

处理, 可以准确地确定可燃气体浓度值。比如某工业厂房使用天然气作为燃料, 如果出现天然气泄漏现象, 催化燃烧式传感器能够快速捕捉泄漏的甲烷并将甲烷浓度变化转换成电信号输送至后续处理单元。

电化学式的传感器主要被设计来探测有害和有毒的气体, 例如一氧化碳和硫化氢等, 以一氧化碳探测为例, 传感器内有特定电解液及电极, 一氧化碳通过工作电极氧化反应生成电流, 电流正比于一氧化碳的浓度。这种电流信号经放大、变换, 能正确地反映出一氧化碳在周围环境中的真实浓度。在地下停车场这类容易积聚汽车尾气(含一氧化碳)的场所, 电化学式传感器就能有效监测一氧化碳浓度, 保障人员安全。

1.2 系统的组成

气体检测报警系统包括气体检测器、信号传输线路、控制器、报警装置4个主要组成部分。

气体检测器作为体系的“感知器官”, 如前面提到的催化燃烧式、电化学式和半导体式多种传感器都被整合到气体检测器上。它在设计时需要充分考虑检测气体性质、环境条件。以高湿度环境中可燃气体检测为例, 气体检测器需要有很好的防潮性能以避免水分破坏传感器或者干扰结果。为了确保气体检测器的检测结果既准确又可靠, 我们需要定期对其进行校准

和保养。根据相关的标准规定，通常每隔半年或一年就需要进行一次这样的校准工作^[2]。

信号传输线路担负着向控制器发送气体检测器所检测信号的任务，其常用传输方式包括有线和无线两种，有线传输以屏蔽电缆为主，可以有效地抗干扰和保证信号的平稳传输，在大规模的燃气站点中，鉴于检测点的广泛分布，通常会选择使用总线制的有线传输技术，例如 RS-485 总线，这样可以将多个气体探测器连接到一个统一的控制器上，从而降低布线的成本并简化施工过程。无线传输技术，如蓝牙、Wi-Fi 和 LoRa 等，被广泛应用于一些布线复杂的特定场景，例如古建筑中的气体探测。但是无线传输受到信号强度、干扰的影响很大，需要对无线信号的覆盖范围和抗干扰措施进行合理的规划。

控制器作为整个系统的“大脑”，肩负着信号处理、数据存储、阈值设定，和报警装置进行通讯等主要功能。它从气体检测器接收信号并通过复杂的算法进行分析处理，从而判断出气体浓度的超标情况。同时控制器能够对历史检测数据进行存储，便于后续的查询及分析，为事故追溯及设备运行状态评估提供依据。操作人员也可以通过控制器设定系统参数，例如调节报警阈值和标定传感器。

2 燃气场站气体检测报警系统设计方法

2.1 检测区域规划

燃气场站因贮存、运输了大量可燃气体，而对检测区域进行合理的规划是非常重要的，需要考虑燃气场站布局、设备分布和气体泄漏潜在扩散路径^[3]。燃气储罐区为重点探测区之一，大型燃气储罐中贮存了巨量的可燃气体，这些可燃气体一旦泄漏，其危害性是很大的。

在储罐区内，气体检测器应均匀地布置在储罐的周围，并且与储罐外壁的距离不应超过 7.5m。考虑到气体密度的差异，对于比空气更重的气体，例如液化石油气，检测设备应该被放置在离地面 0.3-0.6m 的高度范围内，因为这类气体一旦泄露，会在地面附近沉积并积累；对于轻于空气的天然气，检测设备应该被放置在离天花板 0.3-0.6m 的高度范围内，这样可以方便地及时侦测到上浮的气体。

工艺装置区也为重点检测区域。燃气场站内各种工艺设备如压缩机、阀门和管道连接处是气体易泄漏处。压缩机房内、压缩机进出口、机身四周等处要安装检测器；对阀门与管道的接口处按管径的大小及泄漏风险的大小间隔设置检测器。另外还要考虑检测区域内通风条件的变化，通风不畅的角落、地下室等易聚集气体，检测器布置密度要适当提高。同时应编号、

标识不同的探测区域，并设置详细的探测区域分布图以方便日常巡检及维护管理。通过科学合理地规划检测区域，可以保证燃气场站各关键部位在有效监控下进行检测，增强了气体检测报警系统运行的可靠性与有效性。

2.2 检测器的选择和布局

检测器选型应根据燃气场站内参与检测的气体类型、性质及对检测环境的要求等因素进行。在主要使用天然气作为介质的燃气场站中，首选的是催化燃烧式可燃气体检测器，该检测器对甲烷等可燃成分的检测灵敏度高，响应速度快。但是若场站内可能有少量一氧化碳和其他有毒有害气体时，也需要配套使用电化学式一氧化碳检测器^[4]。

就检测器的布局而言，除遵照检测区域规划要求外，还要兼顾安装便利性与安全性。检测器应装在便于观察、维修及校准的地方，切忌装在高温、高湿及强电磁干扰的苛刻条件下。如避免检测器靠近加热炉、蒸汽管道和其他高温设备设置，以防高温对检测器造成损害。同时安装位置应保证正常巡检过程中人员能轻松靠近并进行日常巡检维护作业。对某些防爆区域等特殊地方，检测器一定要选择有防爆功能、按防爆要求安装的产品。

防爆型检测器壳体为特殊材料，可有效地防止内部电路中的电火花诱发外界可燃气体爆炸。安装时应保证防爆密封性能优良，各接线端口均应严格防爆密封，满足有关防爆标准及规范要求。通过对检测器的正确选择和合理布局，可使燃气场站气体检测报警系统起到最好的检测作用，并能及时、准确地发现潜在气体泄漏问题。

3 燃气场站气体检测报警系统应用方法

3.1 系统日常巡检的方式

对系统进行日常巡检，是确保气体检测报警系统能够正常工作的一个重要环节。巡检人员要掌握专业知识与技能，了解系统工作原理、设备组成及常见故障的处理^[5]。

在日常巡检中，必须先检查气体检测器的外观，看有无破损、变形和腐蚀现象，以保证检测器的外壳完好。同时检查检测器安装位置有无偏移现象，如果发现有偏移要及时调到合适位置。同时也要检查检测器采样孔有无卡死，如有卡死需要及时清除，以确保气体能正常流入检测器内被检测。然后对信号传输线路进行排查，看电缆有无断裂、老化和短路现象，尤其对某些容易受到外力作用的地方，比如穿墙和穿管的地方，应着重进行排查。

对无线传输中的检测器来说，为了检测无线信号

强度的正常值，可以用专用设备或者控制器来观察信号参数，如果信号强度不够，需要对其原因进行检查，例如调整天线的位置和检查无线设备的电池电量。

另外还需要定期检查报警控制器的功能，看显示屏的清晰程度和按键操作的灵敏程度，并按顺序检测“自检”，“消音”，“复位”等功能，保证了控制器能够正常的接收检测器的信号，引发报警。若控制器连接了联动设备，还需模拟报警场景，验证联动设备是否能及时启动，保障应急响应机制有效，在巡检的过程中，要有详细的记录，主要有巡检的时间，设备的编号，巡检项目的结果以及异常的处理方法等，如果检测到检测器的数值漂移、线路接触不良等等，都需要马上标记出来与维修人员联系进行大修，以免设备带出的故障进行操作。同时每周都需要对不同时间段的检测数据进行比较，并对其数值变化趋势进行分析，对可能存在的隐患进行提前发现，以保证气体检测报警系统的连续平稳运行^[6]。

3.2 报警响应的处理过程

在气体检测报警系统发出警报时，值班人员需要马上通过控制器对报警区域，气体种类和浓度值进行确认，并在第一时间告知现场巡检人员带着便携式气体检测仪前往报警点进行复核，场站应急响应预案同步启动，不受影响的人员不得进入报警区，并关闭区内上、下游燃气阀门和切断气源，巡检人员抵达现场时，需要在安全距离之外用便携式检测仪进行多点位检测以验证气体泄漏的地点和浓度。如果是检测器报错，则需要及时将系统复位，标定，将报错的原因记录下来，报告；如果证实有气体泄漏，则需要按照泄漏浓度进行分级^[7]。

低浓度泄漏发生后，组织工作人员利用防爆工具对泄漏点进行检查，并采取紧固和封堵措施，在此过程中对浓度的变化进行连续监控；高浓度泄漏发生后，应立即将现场人员疏散到安全区域并打开防爆排风扇以增强通风，当浓度降低到安全值后方可进行泄漏治理，在泄漏问题得到解决之后，需要再利用检测仪对无残留泄漏进行确认，并对报警系统进行复位，对联动设备的正常运行情况进行检测，最终对报警时间，处理过程进行详细的记录、对泄漏原因和整改结果组织工作人员进行复盘总结并对应急处置流程进行优化，以避免类似问题的反复出现。

对气体检测报警系统做了一次全面的检查与维修，保证了系统的正常工作，避免了同类事故的再次发生。并使事故处理过程及调查结果形成详细的报告、归档备查，为场站安全管理工作的后续改进与提高提供依据。燃气场站安全管理系统中气体检测报警系统

起决定性作用，其连续平稳运行有赖于前期的科学设计、严格的施工安装和后期的精细运维管理。

日常巡检和报警响应的处理过程是确保系统高效工作的关键环节，通过标准、详细的巡检可以及时发现和消除可能存在的故障隐患，保证系统始终运行在最佳状态。而有效的报警响应处理流程是处理突发气体泄漏事故、能够把事故危害控制在最小范围内的强大武器。

今后，在技术快速发展的背景下，气体检测报警系统会不断更新和演变。新型传感器技术、智能算法和物联网通信技术等的综合运用会进一步提高系统检测精度、响应速度和智能化管理水平，为燃气场站安全运营提供更扎实、更可靠的保证^[8]。

4 结语

燃气场站气体检测报警系统的设计与应用对于确保燃气场站的安全运行具有十分重要的意义。目前的系统虽然取得了一定的效果，但是在应用过程中还存在着一些亟待解决的问题。通过对系统设计和应用策略进行优化，符合智能化和融合新技术的发展趋势，可以进一步提升燃气场站中系统的保障能力，从而为燃气行业的安全平稳发展提供扎实支持。

参考文献：

- [1] 薛琛,胡群芳,苏展,张昱,杨俊勘.超高层建筑燃气系统运营安全检测与风险评价[J].上海煤气,2025(01):21-24+31.
- [2] 吴垠.基于DCVG技术的燃气管道泄漏检测预警技术研究[J].化学工程与装备,2025(01):130-132.
- [3] 陈华.城镇燃气中四氢噻吩加臭剂检测技术研究[J].石化技术,2024,31(12):123-126.
- [4] 张营营,胡晓珊,柴佳丽,李伟.城镇燃气管道腐蚀检测技术研究进展[J].管道技术与设备,2024(06):20-24+30.
- [5] 卞智媛.人工智能在新能源燃气管道泄露检测中的运用研究[J].中国新技术新产品,2024(18):143-145.
- [6] 郭福田,刘心红.油气站库可燃气体远程监测与报警系统设计[J].天然气与石油,2014,32(3):3-3.
- [7] 孙秋红,张立岩,韩颖.智能化可燃气体泄漏检测报警系统的设计与实现[J].河北工业科技,2008,25(1):4-4.
- [8] 冯省利.石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范的应用体会[J].石油化工自动化,2012,48(3):16-20.

作者简介：

张永杰（1984-），男，汉，山东省菏泽市人，本科，研究方向：自动化、智能化。