

可燃液体仓储罐区监控系统设计分析

申国良（奥福科技有限公司安徽分公司，安徽 合肥 230000）

摘要：由于可燃液体自身性质特殊性，其在储存期间，极易受到各方面因素影响而导致发生泄漏等问题，一旦与火源相遇，必然引发严重的燃烧、甚至引起爆炸事故，造成巨大经济损失，以及威胁人员生命安全，可燃液体仓储罐区实时、精准监控逐渐成为关注的焦点。基于此，下文针对可燃液体仓储罐区的火灾危险性分析，提出一种集成多种功能的可燃液体罐区监控系统设计方案，实现可燃液体仓储罐区多角度全覆盖监控，实时掌握监控区域的安全状态。

关键词：可燃液体；仓储罐区；监控系统设计

中图分类号：TQ086

文献标识码：A

文章编号：1674-5167（2025）017-0150-03

Design and analysis of monitoring system for combustible liquid storage tank farms

Shen Guoliang (Anhui Branch of Aofu Technology Co., Ltd., Hefei Anhui 230000, China)

Abstract: Due to the particularity of the nature of the combustible liquid, during its storage, it is very susceptible to the influence of various factors resulting in leakage and other problems, once it meets with the fire source, it will inevitably cause serious combustion, and even cause explosion accidents, resulting in huge economic losses, as well as threatening the safety of human life, real-time and accurate monitoring of combustible liquid storage tank area has gradually become the focus of attention. Based on this, in view of the fire hazard analysis of the combustible liquid storage tank farm, a design scheme of the combustible liquid tank farm monitoring system integrating multiple functions is proposed to realize the multi-angle full coverage monitoring of the combustible liquid storage tank farm and grasp the safety status of the monitoring area in real time.

Keywords: flammable liquids; storage tank farms; Surveillance system design

随着社会经济迅速发展，对成品油、原油等可燃液体的需求也随之增加，可燃液体储存量呈日益增长趋势，使得仓储区储罐数量越来越多。由于可燃液体的特殊性，极易受到各方面因素影响，导致可燃液体仓储罐区发生燃烧、甚至引起爆炸等事故，同时可能会伴随可燃、有毒气体或有害物质泄漏，一旦引发安全事故，必然造成巨大损失和不必要人员伤亡。因此，需要重视可燃液体仓储罐区监控设计，结合实际情况，依托各种先进技术，合理设计监控系统，实现可燃液体仓储罐区实时监控，保证潜在风险及安全隐患发现及时性，提升可燃液体仓储罐区安全水平。

1 可燃液体仓储罐区的火灾危险性分析

基于常温环境下，可燃液体遇点火源极易引起燃烧现象，用于盛装可燃液体的储罐出现泄漏，同时也会伴随着蒸气压较高的易燃液体产生，加上自身流淌性特点，会在流淌过程中不断加快液体蒸发速度，液面所散发的可燃蒸气量也随之增加，一旦与火源相接触，即使火花极其微小，也会同样导致燃烧或爆炸事故发生。可燃液体仓储罐区的火灾危险性具体表现在以下几个方面：

①易燃性。如成品油、原油、甲、乙类可燃液体等的闪点普遍小于或等于60℃，虽然在常温环境下可能引发失火事故的几率较小，与可燃液体尚未达到自

燃点相关，但被加热后或仓储罐区附近存在火源时，促使液体温度短时间内迅速升高，必然增加可燃液体仓储罐区火灾事故发生几率^[1]。

②易蒸发性。部分密度较轻的可燃液体，其具有明显的易蒸发性特征，密度越小，其蒸发速度越快，闪点越低，火灾的危险性越大。可燃液体蒸发情况主要分为静止蒸发与流动蒸发两种，前者是指可燃液体储存于空气流通性相对较差的容器内，出现液面蒸发现象；后者则是指在泵送或罐装可燃液体的过程中，其自身及其周围空气均处于流动状态下，将产生蒸发现象。其中温度、蒸发面积、液体表面空气流动速度等是决定可燃液体蒸发速度的关键因素，可燃液体蒸发速度过快，当空气中蒸发油气浓度达到一定范围时，将产生爆炸性混合物，其密度一直维持在1.59~4区间，并在仓储罐区地面扩散飘荡，若部分区域地面低洼较大，则会使蒸发油气聚积不散，进一步提升了可燃液体仓储罐区的火灾危险系数。

③易爆性。当可燃液体的蒸气与空气混合比达到一定浓度值时，与火源相接触，必然引起爆炸事故，爆炸极限范围越大的可燃液体，其潜在危险性越高。

2 可燃液体仓储罐区监控系统设计路径

2.1 可燃液体仓储罐区监控系统设计思路

在明确可燃液体仓储罐区火灾危险性的前提下，

提出一种融合多项技术的监控系统设计方案，主要包括基于红外热成像技术的监控系统、安全监控预警系统以及消防联动监控系统，充分发挥物联网、大数据、无线通信等现代先进技术优势，以解决传统监控技术所存在的问题，如监控盲区、不支持全天候监控以及监控缺乏针对性等。

综合考虑可燃液体仓储罐区布局情况以及基本特点，根据监控对象不同，运用不同的监控系统，实现全方位覆盖监控，提高监控效果，确保潜在风险隐患发现与处置及时性，降低可燃液体仓储罐区发生火灾的可能性^[2]。

2.2 基于红外热成像技术的监控系统

综合考虑可燃液体仓储罐区所具有的易燃性、易爆性等特征，一旦发生安全事故，不仅会污染周边生态环境，也会严重危害人体安全；因此，需要重视可燃液体仓储罐区的日常管理与实时监控。由于日常巡检工作中难以发现可燃液体仓储罐区的隐藏风险隐患，例如可燃液体渗透起火、腐蚀性物质渗漏等。针对该情况，提出一种基于红外热成像技术的监控系统，以热成像方式实时监测可燃液体仓储罐区温度，全面掌握监控区域易燃物质状态，根据其内部温度变化实现异常情况及时预警，第一时间提醒值班人员并启动事故应急预案，实现短时间内快速处置安全隐患。

2.2.1 系统功能与特点

在运用红外热成像技术基础上，在可燃液体仓储罐区安装可见光相机双光监控设备，设计满足智能化、信息化监控需求的仓储罐区监控系统，实现实时不间断、全覆盖监测仓储罐区的可燃液体状态，并采取点、面、片的监测方式，对整个可燃液体仓储罐区进行精准测温，同时支持在监控中心平台实时展示监测区域画面。当监测区域有温度异常情况出现时，系统将自动发送温度异常预警信号，提醒和通知相关人员第一时间查看现场情况，并依据预警温度值实施相应的应急预案，以达到全方位监控可燃液体仓储罐区的效果。

2.2.2 系统组成

根据可燃液体仓储罐区正常储存温度（50℃以下），设计全面覆盖仓储罐区的监控系统，借助双光防爆固定式热像仪，对监控区域的温度变化实时监控，并将红外热成像画面不间断回传；监控中心平台接收现场监控图像，以判断监控区域是否存在温度异常情况。

该监控系统分别有前端双光采集系统、传输网络以及控制中心共同组成，各单元相互连接，且层级互联，以满足全天候监控可燃液体仓储罐区的需求。以某地可燃液体仓储罐区为例，可燃液体盛装容器直径

40m，高度17.8m，可以选用配置视场角镜头的双光防爆单筒热像仪，以做到多角度、多区域的全覆盖监控，除了支持全天候红外测温与预警罐区以外，也能起到减少监控系统建设成本投入的作用。

综合考虑可燃液体仓储罐区整体布局特点与监控设备安装便捷性，需要精准计算实现最佳监测效果的设备所需数量，避免后期出现监控盲区、监控死角等问题。例如，监控设备搭载4mm红外镜头，其安装高度与地面相距18mm，保证各台设备的监控面积与设计要求一致，按照仓储罐区布局和实际面积，确定监控设备安装数量。罐区进出口风险点需要单独安装红外测温仪，将其设置为重点监控区域，实时掌握重点监控区域的温度变化，依据可燃液体的性质特点，确定其温度极限，针对性设置温度异常预警，保证预警信息发送即时性，以便在短时间内快速消除潜在安全隐患。此外，控制中心可以根据监控对象的测温信息绘制实时温度变化曲线，辅助工作人员判断监控对象的温度变化趋势，及时采取相应措施预防可燃液体仓储罐区火灾事故。

2.3 安全监控预警系统

仓储罐区是储存各类可燃液体的重要场所，一般可燃液体的储罐数量越多，罐区安全是关注的焦点；实时监控与精准预警可燃液体罐区，有利于更好地保障生产安全。结合现阶段可燃液体罐区监控需求，依托物联网技术、无线通信技术以及大数据技术等技术手段，构建工业物联网监控预警平台，实现对可燃液体储罐的各项安全指标实时监测，并利用数据分析手段以及搭建的预警模型，及时、精准预警和处理潜在安全隐患。相较于传统监控系统，具有实时性强、可靠性高等优势，可以充分满足当前可燃液体罐区监控预警需求。其功能如下：

①实时监测。将罐区中的各个可燃液体储罐作为重点监测对象，采集与储罐相关的各项数据，实现对储罐压力、温度、液位等关键参数实时监测，为相关人员开展罐区安全管理工作提供可靠数据支持。

②数据分析。统计并分析所采集到的各类数据，再将关键参数变化通过大屏实时展示，在此基础上制定出科学合理的决策，以规避安全隐患。

③预警通知。利用设计要求的报警规则和通知形式，将设备故障预警信息及时发送，支持以微信、短信、邮件等方式进行消息通知，保证应急处置措施采取及时性。

④系统管理。提供用户管理、设备管理、数据管理等功能，可以利用电子地图以及数据大屏，将可燃液体储罐的关键信息直观展示，同时编辑记录，实时

掌握储罐位置分布、数量类型以及安全参数等方面情况，避免仓储区域发生严重事故，在一定程度上也能全面提升可燃液体仓储罐区的数字化监控管理水平。

2.4 基于消防联动的监控系统

可燃液体仓储罐区监控本质目的是通过全方位、实时性监控强化安全保障。由于可燃液体自身性质的特殊性，使其受到各方面因素，极易出现泄漏等情况，与火源相遇，导致燃烧爆炸事故发生，造成严重经济损失和环境污染同时，也威胁着人员生命安全。因此，提出一种基于消防联动的监控系统设计方案，根据可燃液体火灾的特殊性、火灾蔓延等连锁反应，将可燃液体仓储罐区监控与消防安全管理相结合，在原有监控系统架构基础上，与不同消防安全监控设备相互通，实现信息交互和共享，以分析判断监控区域潜在风险，实现针对性、有效性监控可燃液体仓储罐区。

2.4.1 明确仓储罐区可燃液体泄漏监测要求

综合考虑可燃液体仓储罐区的火灾的危险性，并结合现阶段可燃液体泄漏监测需求，规范合理安装消防安全探测器，对监控区域的可燃液体泄露后产生的蒸气浓度、成分、温度等参数进行监测；针对不同类型可燃液体，设置不同的监测参数，以保证仓储罐区可燃液体泄漏监测有效且精准。例如，针对原油这一类可燃液体，其属于重质油品，涉及大量碳物质，同时燃烧过程中会有大量烟气产生，因此，可燃液体仓储罐区监控即可充分利用这一特性，明确该区域的火灾探测侧重点，即烟气浓度探测、火灾温度监测等，确保可燃液体罐区火灾隐患发现和处置及时性。针对成品油类可燃液体，相较于前者，其含碳量相对较小，遇火燃烧后，在初期阶段仅会有少量烟气产生，可以采取图像监测与火焰探测相结合技术，提高可燃液体仓储罐区监控精准性。

2.4.2 系统硬件设计

根据可燃液体仓储罐区特点及布局，考虑该区域的火灾危险性以及相关参数监测要求。针对火灾探测器设备选择，适宜选用防爆型火焰光探测器、防爆型电子感温探测器等，不仅可以高精度采集仓储罐区的火灾参数，又能避免因火灾发生而导致探测器爆炸。

与此同时，根据数据通信传输要求，设计相应转换器，用于信号输出，将负责采集现场数据的探测器输出信号向监控主机传送，实现各项参数连续采集与实时状态分析，精准预测潜在风险隐患，同时制定相应措施，保证现场消防设备及时启动，第一时间完成灭火。

2.4.3 系统软件设计

考虑可燃液体仓储罐区泄漏监测与消防安全监控

联动，提出模块化设计，将该系统划分为多个不同功能模块，具体内容如下：

①统主控功能模块。负责数据采集处理、预警信息判断以及联动控制输出等。主要根据探测器、监控设备所采集的各项参数，分析与判断可燃液体仓储罐区是否存在火灾隐患，再结合实际情况，自动启动消防安全系统。

②事故处置功能模块。以监测数据为依据，分析与预测仓储罐区监测区域的安全情况或事故状态，再采取相依的操作控制手段，快速响应紧急情况处置，以及火灾事故应急预案实施。

③信息通信功能模块。为通信控制、异地远程联网提供支持。

④消防管理模块。主要对系统操作、设备工况、防火、数据存储等方面进行管理，按照不同功能模块，提供相应的管理应用界面与数据库，提高可燃液体仓储罐区消防安全管理效率以及监控效能。

2.4.4 数据通信传输

数据通信是基于消防安全联动的监控系统重要组成部分，需要通过数据通信传输模块将不同探测器采集的可燃液体仓储罐区现场数据向监控主机传送，再分析与预测判断各类参数，将预警与消费设备进行联动控制，在对该部分数据以远程传输方式向上级管理中心送入，以满足数据分类存放、数据共享、业务管理等功能操作需求。

3 结语

综上所述，面对可燃液体需求日益增长的趋势，现有可燃液体仓储罐区难以满足当前存储量不断提升的需求，提出扩建与改造仓储罐区方案，但因控制阀门以及设备类型多样，且工艺复杂，极易因操作失误而引发可燃液体渗漏等风险。因此，需要结合实际情况，针对性设计仓储罐区监控系统，实现实时监控可燃液体仓储罐区各方面情况，保证潜在风险及安全隐患发现与处置及时性，降低各种事故发生几率，强化可燃液体仓储罐区安全保障。

参考文献：

- [1] 宁靖卫, 聂文洁. 可燃液体罐区安全系统设计及泄放总管优化分析 [J]. 山东化工, 2023, 52(15):211-213+219.
- [2] 姜建军, 胡候林, 金晓宸. 港口能源储油罐区可燃气体浓度预测建模 [J]. 广州航海学院学报, 2024, 32(3):69-73.

作者简介：

申国良 (1989.09-)，男，汉，安徽省含山县，本科，中级工程师，研究方向：化工化学。