

基于风险理念的油库安全管理探析

夏福林（中石化广东石油分公司富湾油库，广东 佛山 528513）

摘要：随着石化行业的迅速发展，油库安全管理显得特别重要。研究围绕油库的危险特性与设备特点，深入分析了油库中存在的主要安全风险，并探讨了引发这些风险的人为、技术与自然因素。在此基础上，提出了一套基于风险理念的安全管理策略，包括风险管理策略的制定、应急响应与恢复计划、安全教育培训以及物联网技术在油库安全管理中的应用。研究旨在通过全面的风险评估与先进技术应用，优化油库安全管理，以达到降低事故发生率，提高应急处置效率的目的。

关键词：油库安全；风险理念；风险管理；物联网技术；应急响应

0 引言

油库作为石油产品存储与转运的关键节点，其安全性直接关系到石化行业的稳定运行及公共安全。传统的油库安全管理方法面对复杂多变的安全威胁显示出许多的不足。近年来，风险管理理念被越来越多地应用于油库安全管理中，通过系统的风险识别、评估与控制，以期达到预防和最小化事故的发生。研究根据现代风险理念，结合物联网等先进技术，构建了一套全面的油库安全管理框架，是在提升油库的安全管理水平，为油库安全管理实践提供理论与方法上的支持。

1 油库安全特性与风险

1.1 油库的危险特性

油库作为重要的石化产品存储设施，其安全风险主要来源于油品的可燃性和易挥发性。统计数据显示，油库事故中超过 60% 与火灾和爆炸有关，这些事故常常因油品泄漏并遇到点火源而引发。油品的闪点通常较低，例如，汽油的闪点在零下 43 度 Celsius，这意味着即使在较低的环境温度下汽油仍可蒸发形成可燃气体。此外，油库储存的石油产品在一定条件下，如气温升高时，蒸气压增加，增加了泄漏或蒸发的可能性，从而提高了火灾或爆炸的风险。

油品泄漏后，在没有适当通风的环境中容易形成爆炸性混合物，这些混合物只需极低的点火能量即可引燃。由于这些特性，油库的设计和运营必须严格遵守安全规范，包括防泄漏设计、防火系统和紧急切断设施的配置。在 2019 年的一项研究中，研究者分析了过去十年全球范围内 100 起重大油库火灾事故，发现超过 80% 的事故中油库的安全管理措施未能有效阻止事故的发生，这进一步强调了加强油库安全管理的紧迫性^[1]。

1.2 油库的设备特点

储罐是油库中最关键的设施之一，设计上通常采用双层壁结构，内层用于存储油品，而外层则充当防泄漏层。为应对内部压力变化，储罐配备有呼吸阀，可在压力超过安全阈值时释放压力，防止罐体破裂。此外，油库的输油管道系统设计要求高度的密封性和耐压性，以防止油品在输送过程中的泄漏或喷溅。装卸设备如泵和阀门的设计同样考虑到了防止油品泄露和火灾风险，采用防火材料和快速关闭功能。现代油库普遍装备有自动监控系统，包括漏油检测、气体探测和火灾报警系统，这些系统能实时监测油库环境的安全状况，并在检测到潜在危险时自动触发警报和应急响应措施。环境监测设备能够监测到油品蒸发产生的有害气体浓度，确保工作环境的空气质量符合健康和标准。此外，近年来物联网技术的应用使得油库的设备管理更加智能化，实时数据的收集和分析帮助管理人员更有效地识别风险并进行预防^[2]。

2 风险管理与原因分析

2.1 油库的风险识别

在油库操作中，风险识别一般牵扯对每个工作环节的详细审查，包括原油接收、储存、处理和最终的产品运输。利用危险和可操作性研究（HAZOP）和故障模式及影响分析（FMEA）等技术，能够系统地评估油库操作中的每个步骤，确定可能的故障点和操作失误，并预测它们可能导致的后果。例如，通过 HAZOP 研究可以发现，在油品装卸过程中，由于操作不当或设备故障，可能引起油品溢出，形成火灾或环境污染的风险。此外，使用定量风险评估（QRA）技术可以对风险进行数值化分析，评估事故发生的概率以及其可能造成的影响，从而帮助管理人员制定更有效的风险控制策略。风险识别不仅涉及技术层面，

还需要考虑人为因素、管理制度和外部环境等因素,确保全面覆盖所有可能的风险源,为制定应对措施提供坚实的基础^[3]。

2.2 风险存在的原因

2.2.1 人为因素

人为因素包括操作失误、不按照安全规程操作以及缺乏安全意识。例如,2013年青岛输油管道爆炸事故,该事故造成62人死亡,136人受伤,直接经济损失近7.51亿元。调查结果显示,事故是由于在施工过程中,相关人员未能正确识别地下管线而触发爆炸。此外,应急响应不当和信息传递不及时也加剧了事故的严重性。这一事件凸出了专业技能培训和安全教育的重要性,尤其是在涉及高危设施操作和维护的情境中。为防止类似事故的发生,油库管理应加强对操作人员的安全培训,确保他们完全理解并严格遵守操作规程。同时,加强日常监督和安全检查,确保所有安全措施得到有效执行。安全文化的建设应通过持续的教育和实践,提升员工的安全责任感和自我保护意识,从而建立起一套全员参与的安全防护体系。

2.2.2 技术因素

技术因素涵盖了设备故障、技术落后以及技术操作错误等方面。油库中的设备如储罐、输油管道、泵和阀门等,其技术状态直接关系到整个设施的安全性。设备老化是导致技术故障的一个重要原因,老化的设备容易发生性能下降和故障率增加,这不仅增加了维护成本,还可能导致严重的安全事故。例如,输油管道的腐蚀问题可能导致油品泄漏,如果泄漏油品遇到点火源,极易引发火灾或爆炸。此外,过时的技术和设备缺乏现代安全功能,如自动监控和泄漏检测系统,这限制了事故预防和及时响应的能力。在现代油库管理实践中,采用先进的技术和设备是提升安全水平的重要手段。例如,使用基于物联网的监控系统可以实时监控设备的运行状态,及时发现异常情况并自动调整或报警,极大地提高了安全管理的效率和有效性^[4]。

2.2.3 自然因素

自然因素包括极端天气、地质灾害以及环境条件的变化。例如,2013年中国四川省遭遇的芦山地震,震中附近的油库因地震导致的地面震动和结构损伤遭受严重威胁,幸运的是,由于先进的地震预警系统和及时的应急响应措施得以避免了灾难性的油品泄漏。此类事件突显了为油库设施实施抗震设计的重要性,以及在自然灾害高发区进行地质风险评估的必要性。

油库需要针对所在地的特定环境条件建立应对自然灾害的策略,包括加固储存设施、安装自动化监控系统以监测环境变化,并制定详尽的灾害应急预案。此外,高温、暴雨和风暴等气候条件也需考虑在内,例如,强降雨可能导致油库区域水位上升,不仅威胁到储罐的安全,还可能引发土壤侵蚀和地基不稳,从而增加设施的风险。因此,建立一个包含自然因素监测、风险预评估及时效性强的应对措施系统是确保油库安全运营的关键^[5]。

3 基于风险理念的安全管理措施

3.1 制定风险管理策略

在油库的安全管理中,坚持“以预防为主,安全优先”的原则至关重要,这要求加强安全管理并有效地进行风险评估,一旦识别到潜在的安全隐患,便需要迅速实施预防措施和响应策略。风险管理策略的制定以科学的风险评估为基础,通过收集和分析历史事故数据、操作失败案例以及潜在的危险点,确定油库中存在的主要风险因素。利用风险矩阵方法对各类风险进行分类和优先级排序,从而确保能够针对性地分配资源,优先处理那些可能导致最严重后果的风险点。此外,策略制定还应考虑到不同风险因素的相互作用,采用系统动态模拟方法来预测各种风险组合的潜在影响,以实现更为全面和精确的风险控制。在策略实施方面,不仅要制定具体的操作标准和程序,还需要通过建立健全的监控和审计系统来持续跟踪风险管理的效果,确保所有安全措施得以有效执行,并在必要时进行调整优化^[6]。

3.2 应急响应与恢复计划

油库应急响应与恢复计划使确保在发生安全事故时能迅速且有效地采取行动,最大限度地减少事故的影响。这一计划应基于全面的风险评估,明确不同类型事故的响应流程 and 责任人,包括初始事故报告、事故现场管理、紧急措施执行、事故调查与分析及后续恢复工作。重要的是,应急响应计划需要与当地的消防、医疗和环保等相关部门的计划相协调,以实现资源的最优配置和响应的最大效率。为了提高执行效果,定期的演练和培训是必不可少的,这不仅帮助员工熟悉应急程序,还能在模拟的压力环境下测试和优化响应流程。

此外,应急响应计划还应包含一个详细的事后恢复计划,确保在事故后能快速恢复正常的运营状态。恢复计划中应明确各阶段的恢复目标、所需资源以及

时间框架，同时考虑到长期的环境修复和声誉管理，这有助于油库在经历事故后能够完整地恢复其商业活动和公众形象^[7]。

3.3 安全教育与培训

安全教育与培训的目的是确保所有员工不仅理解基本的安全操作规程，而且能够在紧急情况下有效地应对。这一过程包括了从基础的安全知识到复杂的应急响应技能的广泛培训。例如，中国某大型国有油库在进行安全培训体系升级后，对其员工安全意识和事故响应能力的显著提升。该油库采用了一套综合的培训模块，包括在线课程、面对面的工作坊以及模拟紧急情况的演习，以此来增强员工的实际操作能力。此外，安全培训的效果通过定期的演练和技能评估进行检验，从而确保每位员工都能达到所需的安全标准。如表1所示了安全培训项目改进。通过这些针对性的改进，油库管理层不仅提高了员工的安全操作水平，还强化了整个组织的安全文化。安全教育和培训成为了日常工作的一部分，员工的安全意识得到了持续提升。

表1 安全培训项目改进描述

培训项目	改进描述
火灾应对演练	引入实际火场模拟，提高了员工的灭火技能和疏散效率
化学品泄漏应急	通过使用真实化学物质的模拟泄漏，加强了泄漏控制和清理响应
个人防护装备使用	增加了对个人防护装备正确使用的训练，确保员工能在危险情况下正确装备

3.4 利用物联网技术优化安全管理

物联网技术是通过实时数据监控和分析，极大提高了油库的安全水平和效率（如图1所示）。物联网设备，如传感器和智能监测系统，可以部署在油库的关键位置（包括储罐区、输油管线和装卸区），这些设备能够实时收集关于温度、压力、流量和化学气体浓度等关键安全参数的数据。通过把这些数据传输到中央监控系统，可以对油库的运行状况进行全面监视，及时发现异常情况并自动触发预警，从而预防事故的发生或减轻其后果。例如，如果监测到储罐区的某个罐体压力超出安全范围，系统可以自动调整压力或通知操作人员采取措施。

此外，物联网技术还可以优化油库的维护和检修计划，通过对设备的使用状态和性能进行实时监控，

可以实现基于条件的维护，这意味着只有在检测到设备性能下降时才进行维护，从而避免了不必要的维护工作和相关成本。进一步物联网技术还支持远程操作和管理，这在疫情等特殊情况下尤为重要，能确保油库的正常运行同时最小化员工的风险暴露。最后，物联网数据的集成和分析还为油库管理提供了决策支持，通过大数据分析可以发现潜在的风险模式和改进点，为制定更有效的安全策略提供科学依据^[8]。

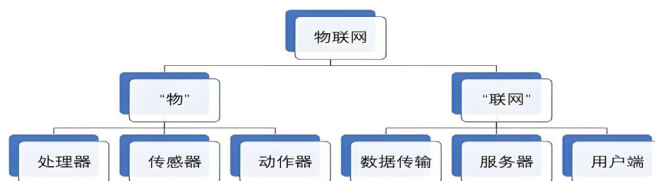


图1 物联网技术原理图

4 结论

油库安全管理是一个多方面的挑战，涉及从风险识别和技术应对到人员培训和应急反应的各个层面。通过实施基于风险理念的管理策略，结合物联网技术的应用，可以显著提高油库的安全操作标准和事故响应效率。安全教育和持续培训对于提升员工的安全意识和操作技能至关重要，确保了油库能够有效应对各种突发事件。整体而言，综合安全管理措施的实施对于保障油库的安全运营和保护员工生命安全具有决定性作用。

参考文献：

- [1] 郑关莹. 基于风险理念的油库安全管理研究[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2024, 44(09): 70-72.
- [2] 张正瀚. 物联网技术在油库安全管理中的应用[J]. 现代盐化工, 2024, 51(01): 95-97.
- [3] 刘献, 贾晓博, 李辉, 等. 基于风险理念的油库安全管理[J]. 化学工程与装备, 2023, (08): 240-242.
- [4] 瞿燧, 梁博. 论我国油库安全管理存在的问题与应对措施[J]. 当代化工研究, 2023, (13): 191-193.
- [5] 赵璘. 对油库安全管理工作的探析[J]. 中国储运, 2023, (01): 199-200.
- [6] 姚小伟. 风险理念的油库安全管理分析[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2022, 42(18): 82-84.
- [7] 邵景春. 风险理念的油库安全管理分析[J]. 清洗世界, 2021, 37(11): 147-148.
- [8] 岳新江. 基于风险理念的油库安全管理分析[J]. 当代化工研究, 2021, (13): 15-16.