

石油化工油储设施火灾风险评估与防控策略

徐 迅 (中海油气(泰州)石化有限公司, 江苏 泰州 225300)

摘要: 随着全球石油化工行业的快速发展, 油储设施在支撑能源供应、保障石油产品储备等方面发挥着不可或缺的作用。然而, 油储设施所面临的火灾风险也在逐步增大。这些设施通常储存大量的易燃易爆物质, 且大多处于高温、高压、易泄漏的环境中。一旦发生火灾, 火灾的蔓延速度极快, 造成的破坏性不可估量, 不仅会对设施本身造成重大损失, 还可能引发大范围的环境污染, 对周边社区和公众安全带来严重威胁。因此, 针对油储设施开展系统的火灾风险评估, 并结合实际情况制定行之有效的防控策略, 是保障石油化工行业可持续发展、提高安全管理水平的重要举措。

关键词: 石油化工; 油储设施; 火灾风险; 评估; 防控策略

0 引言

石油化工行业在全球范围内具有重要的经济地位, 尤其是油储设施作为石油化工生产和运输的重要环节, 面临着较高的火灾风险。油储设施不仅储存了大量的石油产品, 还常常处于高温、易燃、易爆的环境中, 一旦发生火灾, 可能引发连锁反应, 造成灾难性的后果。因此, 进行油储设施火灾风险评估和制定有效的防控策略, 不仅是提升行业安全管理水平的重要举措, 也是保障社会经济稳定发展的关键。本文将从火灾风险评估的基本框架出发, 分析油储设施的火灾风险特征, 并提出针对性的防控策略, 为石油化工行业的安全管理提供理论参考和实践指导。

1 石油化工油储设施火灾风险评估的重要性

油储设施通常储存着大量的易燃物质, 火灾一旦发生, 极易造成人员伤亡。通过开展火灾风险评估, 可以识别潜在的火灾风险源, 提前采取相应的安全措施, 从而有效保护操作人员的生命安全。油储设施火灾发生后, 常伴随设备损毁、物资损失和生产中断, 导致严重的经济损失。火灾风险评估能够帮助识别可能的火灾隐患, 采取科学合理的防控措施, 有效降低事故发生的频率及其对经济的影响^[1]。火灾不仅会破坏油储设施, 还可能对周边环境造成污染。油品泄漏可能导致土壤、水源及大气污染, 严重时甚至可能波及更大范围。通过风险评估, 可以采取针对性的措施减少火灾对环境的负面影响, 保持社会的和谐稳定。

2 油储设施火灾风险特点分析

2.1 火灾源多样性

油储设施中储存的物质大多属于高度易燃、易爆的危险品, 包括原油、汽油、柴油、液化气等。这些物质一旦发生泄漏, 极易与空气中的氧气发生反应,

引发火灾或爆炸, 尤其在高温、干燥的环境下, 火灾风险更是显著增加。此外, 油储设施内部的设备故障也是火灾事故的重要诱因。例如, 储罐的泄漏、阀门的损坏或管道的破裂等, 都会导致易燃液体泄漏并积聚在周围环境中, 进而增加火灾发生的可能性。电气设备也是潜在的火灾源, 电气线路的老化、短路或设备故障可能引发火花, 从而点燃周围的易燃气体或液体。更为危险的是, 静电积聚现象, 在油品的流动或设备操作过程中, 静电积聚极易达到临界值, 瞬间释放的电火花能够引发燃烧或爆炸。因此, 油储设施的火灾风险不仅来源于储存的化学品本身, 还受到设备、操作环境和管理制度等多重因素的影响, 需要综合考虑多种风险源, 采取科学的防控措施。

2.2 环境因素的影响

油储设施通常位于远离城市的偏远地区, 以便减少人口密集区域的安全隐患。然而, 这些区域的特殊环境条件往往增加了火灾发生和蔓延的风险。偏远地区通常风力较大, 这种强风可以加速火灾的蔓延, 尤其是当油品泄漏时, 火势在风的作用下会迅速扩展, 难以控制。此外, 这些地区的气温普遍较高, 尤其是在夏季, 干热的天气会导致可燃物的温度升高, 增加火灾发生的概率。除了气候因素, 油储设施周围的自然灾害也是潜在的火灾触发因素。雷击在这些地区尤为常见, 一旦油储设施发生雷击, 火灾风险极高。地震等自然灾害则可能导致设备损坏、管道破裂等事故, 进而引发火灾。因此, 油储设施的地理和气候条件决定了火灾风险管理需要考虑更多外部因素^[2]。

2.3 火灾传播的连锁反应

油储设施通常由多个储油罐、管道、泵站等组成, 构成一个复杂的系统。一旦发生火灾, 火源不仅可能

迅速蔓延到其他储油罐和设备，还可能引发管道爆炸、设备故障等一系列连锁反应，导致火势无法控制。火灾不仅会对油储设施本身造成重大损失，还可能对周围环境、人员安全以及公共设施带来严重威胁。火灾的传播速度通常较快，尤其是在风力、温度等因素的影响下，火源可能在短时间内扩展到多个区域，进一步加大灭火难度。因此，油储设施的火灾防控工作不仅是局部安全问题，更关系到整个油储系统的稳定与安全运营。

2.4 火灾应急响应难度大

油储设施通常是大型且复杂的建筑群，内部存在大量易燃油品，这使得火灾一旦发生，其扑救难度极大。油品本身具有较高的可燃性，且火灾蔓延速度快，容易导致火势失控。与此同时，火灾扑救工作不仅需要高度专业的技术，还需要专门的灭火设备和人员进行配合。此外，由于油储设施的规模庞大、结构复杂，火灾现场的环境极为危险，常常导致救援行动受到限制。

为此，扑救油库火灾需要多个部门、单位的密切协作，包括消防队伍、应急救援人员、环境保护专家等，同时需要借助现代化设备和技术，快速高效地进行紧急响应和灭火行动，以减少火灾对设施、环境及周边居民的影响。

3 石油化工油储设施火灾事故发生后的后果分析

3.1 火灾事故模拟后果及分析

火灾后果模拟是一种先进的计算机模拟技术，它能够详细地再现火灾发生之后的整个过程。通过这种模拟，我们可以分析火灾蔓延的速度、影响范围以及可能造成的损失。在模拟过程中，不仅会考虑火灾的直接影响，比如温度的升高和火焰的蔓延，还会深入分析可能的间接影响，例如由爆炸引发的次生灾害。这种全面的模拟后果分析，为事故发生后的应急响应提供了重要的数据支持，帮助相关部门和人员更有效地制定应对措施，减少人员伤亡和财产损失。

3.2 爆炸后果分析

油储设施火灾可能引发爆炸，尤其是当油品储罐在高温下发生剧烈反应时，气体的膨胀可能引起爆炸。这种爆炸的后果分析主要评估爆炸波及范围、冲击波的强度、碎片飞散的影响等。通过这种分析，可以判断爆炸对周围人员、建筑物和环境的破坏程度，并为爆炸后的救援提供重要依据。此外，分析还会考虑油品的种类、储罐的材料和结构、周围环境等因素，以

更全面地评估爆炸可能带来的风险和影响。了解这些信息对于制定有效的预防措施和应急响应计划至关重要，能够帮助减少潜在的人员伤亡和财产损失。

3.3 毒性后果分析

在火灾发生的情况下，油品及其添加剂会产生大量的有毒气体，这些气体包括但不限于一氧化碳、二氧化硫以及苯类化合物等。这些有毒气体对环境和人员的健康构成了极其严重的威胁。为了深入理解这些毒性后果，需要进行细致的分析工作。这通常包括对火灾产生的烟雾成分和浓度进行模拟，以分析有毒气体的扩散范围和浓度分布。通过这样的分析，可以评估火灾发生后对周围地区可能产生的影响，以及对人员健康的潜在危害^[3]。

3.4 多米诺效应分析

油储设施发生火灾时，存在一种潜在的危险，即可能触发一系列连锁反应，导致所谓的多米诺效应。举例来说，一旦某处发生火灾，这种火情有可能蔓延至相邻的储罐，引起一系列的连锁反应，或者火势可能扩散到周边的其他设施，从而引发更大规模的灾难性后果。通过深入分析多米诺效应，我们能够识别出不同风险之间的相互关联性，评估单一事故对整个油储设施乃至周边环境可能产生的联动影响。这样的分析结果对于制定全面的防控措施和应急预案具有重要的指导意义，有助于我们更好地理解和准备应对潜在的复杂事故场景。

4 油储设施火灾防控策略

4.1 加强设施设计与建设

油储设施作为重要的能源储备单位，其火灾风险较高，因此在设计和建设过程中，应充分考虑火灾防控措施。合理设置防火隔离带是确保火灾不会蔓延的重要手段。防火隔离带的作用是隔离火源，减少火灾发生时火焰传播的速度和范围，保障周围设施的安全。隔离带的宽度、材质及其设置位置需要根据油储设施的规模、油品种类以及当地的气候和地形条件进行精心设计，确保其有效性和适用性。储罐间距的设置不仅有助于提高消防安全性，还能降低火灾发生时火源扩散的风险。标准间距能够有效控制火灾蔓延的速度，减少火灾对整个设施的影响，避免因火灾蔓延造成更多的损失^[4]。

自动灭火系统能够在火灾初期便迅速启动，最大程度地减少火灾对设施的破坏。这些系统包括自动喷淋设备、消防泵、泡沫灭火系统等，能够根据火灾的

不同类型选择合适的灭火方式进行扑灭，确保火灾扑救的高效性和及时性。特别是在储罐、管道以及其他关键区域，应配备高效的灭火设备，如泡沫灭火装置、高压水喷雾系统等，这些设备能够迅速覆盖火源，抑制火势蔓延。此外，还需要定期对设备进行检查与维护，确保其在火灾发生时能够稳定运行，发挥最大作用。通过这些综合性防火措施，可以显著提升油储设施的火灾防控能力，保障人员和财产安全。

4.2 强化监测与预警系统建设

在油储安全管理的领域中，一些先进的监测系统扮演着至关重要的角色，例如气体泄漏检测系统(GDS)和集中控制分散管理系统(DCS)。GDS系统能够实时监测气体浓度的变化，一旦检测到异常，系统会立即发出报警信号，从而有效地预防火灾或爆炸事故的发生。

与此同时，DCS系统则通过集中管理油储设施的生产过程，实时监控设备的运行状态，与其他安全系统协同工作，共同构建起一个多层次的安全防护网。安全仪表系统(SIS)则能够自动执行应急措施，例如自动关闭阀门、启动灭火装置等，从而减少因人为操作失误所带来的风险，显著提高安全管理的智能化和自动化水平。

在石化行业和建筑规范中，火灾报警系统是必须强制安装的，它能够对火灾初期做出快速响应，并自动启动初步的灭火措施，从而有效降低火灾造成的损失。温湿度监测系统则确保油品储存环境的安全，防止火灾的发生以及设备的腐蚀。随着技术的不断进步，新兴的监测技术如火眼监测系统、气云成像系统和红外探测系统为油储设施提供了更为先进的安全保障。这些系统能够实时监测火灾和气体泄漏情况，精准识别火源和泄漏点，并提供直观的支持。这些监测系统综合运作，提供全天候的安全监控，能够迅速发出警报并启动应急处理程序，包括自动灭火、通风系统启动和人员疏散等措施，从而有效降低风险，确保人员和设备的安全。

4.3 完善应急预案、强化消防培训完善管理制度与流程

针对油储设施的火灾应急预案，其制定对于火灾发生时的迅速响应和有效控制至关重要。基于不同风险情境，设施管理者需依据实际情况，拟定周密的火灾应急预案。该预案应详尽覆盖火灾初期的报警机制、人员疏散程序、火源扑灭措施以及后期处理流程等关键环节，确保应急响应人员能够依照既定流程迅速执

行相应措施，从而最大限度地降低火灾所造成的损失。为增强应急响应效率，应定期对预案进行演练，演练内容应包含灭火操作、疏散流程、通讯联络等关键环节，以确保员工对应急处理流程的熟悉程度，并能在紧急情况下保持冷静，迅速作出有效反应。演练活动不仅应定期举行，还应模拟多样化火灾情景，以便应对各种复杂且突发的火灾状况^[5]。

此外，员工对火灾防控的意识是确保应急响应顺利实施的基础。因此，必须强化员工对火灾防控的认识，定期进行安全教育和培训，提升他们对火灾风险的敏感度及应对能力。培训内容应涵盖火灾基础知识、防火措施、火灾报警与疏散程序等，特别是针对设备操作和消防设备使用的培训，确保每位员工都能熟练掌握各类应急设备的使用方法，如灭火器、消防栓、自动灭火系统等。严格的操作规范和安全操作技能培训对于减少人为操作失误、提升火灾防控效果具有决定性意义。通过持续提升员工的专业技能和安全意识，可以最大程度地降低火灾发生时的风险，确保设施及人员的安全。

5 总结

综上所述，油储设施的火灾风险评估与防控策略是确保石油化工行业安全的重要组成部分。通过科学的火灾风险评估，能够识别潜在的火灾隐患，为防控措施的制定提供依据。同时，结合设施建设、管理制度和应急预案等多方面的防控策略，可以有效降低火灾发生的概率，减少火灾带来的损失。随着技术的不断进步，智能化的火灾监测和预警系统将在油储设施的火灾防控中发挥越来越重要的作用，为行业的安全生产提供更有力的保障。

参考文献：

- [1] 秦京伟,高崇,韩鹏.石油化工生产中的火灾危险性与消防安全措施探析[J].今日消防,2019,4(08):42-43.
- [2] 李斐.石油化工企业消防安全问题及防火策略分析[J].云南化工,2020,47(11):160-162.
- [3] 张文华,刘宁,赵亮.石油化工企业的消防安全管理技术及应用研究[J].化工管理,2017(18):129.
- [4] 王芳,鞠瑞.油气储运设施本质失效风险及对策分析[J].中国化工贸易,2023(11):160-162.
- [5] 王玉兰.石油企业投资项目的相关问题[J].当代化工,2024(12):101-103.