

原油罐区维修高风险作业安全与消防协同共管策略

刘畅 (中石化(天津)石油化工有限公司, 天津 300270)

摘要: 本文重点研究原油罐区维修作业中的重大安全风险, 针对传统管理模式中安全与消防职责分离、信息不畅、响应脱节等问题, 系统研究了安全与消防协同共管的策略框架。研究基于文献与案例分析, 深入剖析了罐区维修作业的高风险特性与消防管理现状, 识别出组织、信息、流程及培训等维度的协同短板。进而, 本文提出了一套涵盖组织架构与职责重塑、建设信息化管理系统、作业与应急流程一体化设计以及协同培训体系的整合性策略。

关键词: 原油罐区; 高风险维修; 安全管理; 消防管理; 协同共管

中图分类号: TE88 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2026) 006-0139-03

High risk operation safety and fire protection collaborative management strategy for crude oil tank farm maintenance

Liu Chang (Sinopec (Tianjin) Petrochemical Co., Ltd., Tianjin 300270, China)

Abstract: This paper focuses on the major safety risks in the maintenance operation of crude oil tank farm, and systematically studies the strategic framework of safety and fire co management in view of the separation of safety and fire protection responsibilities, poor information, and disconnection of response in the traditional management mode. Based on literature and case analysis, the research deeply analyzes the high-risk characteristics of tank farm maintenance and the current situation of fire management, and identifies the collaborative weaknesses in the dimensions of organization, information, process and training. Furthermore, this paper proposes a set of integrated strategies covering the reconstruction of organizational structure and responsibilities, the construction of information management system, the integrated design of operation and emergency process, and the collaborative training system.

Key words: crude oil tank farm; High risk maintenance; Safety management; Fire management; Collaborative co management

对于危化品存储企业来说, 必须要定期对大型油罐区进行检维修, 以消除隐患, 确保设备性能完好、安全运行。但多年来, 很多涉及油罐区的伤亡事故都发生在装置检维修期间, 因此危化品存储企业必须重视油罐区检维修工作, 确保作业安全受控^[1]。原油罐区作为能源储存的核心枢纽, 其动火、受限空间等维修作业具有极高的火灾、爆炸风险。当前, 行业内普遍存在安全管理与消防管理在职能、流程与资源上相对独立, 乃至脱节的状况, 导致风险预防与应急响应间存在缝隙, 难以应对复杂高危作业的系统性挑战。

1 原油罐区维修高风险作业特点与风险分析

1.1 原油罐区维修高风险作业类型

原油罐区维修作业因其介质的易燃易爆特性而风险极高, 主要涵盖以下几类: 动火作业, 如焊接、切割、打磨, 是直接引入点火源的首要危险环节; 受限空间作业, 主要指进入储罐内部进行清洗、检查或维修, 面临中毒、窒息及可燃气体聚集的风险; 高处作业, 在罐顶、管架等位置施工, 存在人员坠落和坠物打击双重隐患; 临时用电作业, 不规范的电线敷设与电器使用易引发电气火灾; 大型吊装/破土作业, 可能损坏管线导致泄漏或引发碰撞事故。这些作业往往交叉

进行, 风险叠加, 对安全管理提出严峻挑战^[2]。

1.2 作业风险因素分析

①人的不安全行为。人的因素是导致事故的最主要根源。作业或指挥人员安全意识淡薄, 存在侥幸心理, 违章操作(如无证动火、不按规定进行气体检测); 风险辨识能力不足, 对潜在危害认识不清; 技能与应急知识欠缺, 无法正确使用安全设备或应对初期险情; 沟通失误, 许可交接、工况传达不明确^[3]。此外, 疲劳作业、情绪波动等生理心理状态也会显著增加人为失误概率。②物的不安全状态。设备设施的固有缺陷或失效是风险的客观条件。储罐、管线因腐蚀、老化或密封损坏发生介质泄漏; 安全附件(如呼吸阀、阻火器)失灵, 失去保护作用; 消防与安全设施故障, 如火灾报警系统误报/不报、灭火系统压力不足、泡沫液失效; 个人防护装备(PPE)或专用工具(如防爆工具)缺失、损坏或选用不当。③环境的不利影响。作业内外部环境可能加剧风险。极端天气(雷击、高温、暴雨、大风)可能破坏设备、影响作业安全或阻碍应急; 罐内通风不良易造成有毒有害、可燃气体累积; 狭窄、湿滑的作业空间增加操作难度。相邻储罐或管线仍在运行, 形成潜在的交互风险; 清洗、置换不彻底留有

残油、残气。

2 原油罐区消防管理现状与问题

2.1 消防设施配备与运行情况

当前,大型原油罐区普遍配备了相对完善的固定消防系统,如消防水源(水池/水罐)、高压消防泵、环状供水管网、泡沫灭火系统(液上/液下喷射)、固定式消防冷却水系统及火灾自动报警系统。然而,在配备与运行层面仍存在突出问题:一是部分设施维护保养不到位,存在消防水泵定期试运行不落实、泡沫液过期未更换、管道阀门锈蚀等问题,导致“战时有故障”;二是系统可靠性受挑战,如火灾报警系统误报率高降低了警觉性,或关键电动阀门故障无法远程启动;三是移动消防器材(如灭火器、消火栓)的配置点与高风险维修作业点的动态匹配不足,存在应急取用不便的隐患^[4]。

2.2 消防管理制度与执行情况

制度层面,企业大多建立了消防安全责任制、灭火和应急疏散预案等文件体系。但问题主要体现在执行与实效性上:首先,制度更新滞后,未能及时跟进新设备、新工艺或新型维修技术带来的风险变化;其次,应急预案往往“大而全”,与具体的、动态的维修高风险作业场景结合不紧密,针对性、可操作性不强;再者,消防演练形式化严重,多为预先通知的“表演式”演练,侧重于接警出动和喷射灭火剂,缺乏与工艺处置、人员疏散、医疗救护及环境监测的“无脚本”综合实战联动,无法真正检验和提升协同应急能力。

2.3 消防与安全管理的脱节问题

安全与消防管理在实际工作中常处于“两条线”状态,存在系统性脱节。在职责上,安全管理部门主要负责日常安全监督和作业过程风险控制(如票证管理),而消防部门(或企业专职消防队)则侧重于火灾扑救和消防设施管理,在维修作业前的风险联合评估、措施联合审查等预防性环节深度融合不足。在信息上,维修作业的计划、风险分析(JSA)、隔离方案等信息未能有效、提前共享至消防值守力量;消防设施的实时状态、维保情况也未整合进作业安全许可的决策流程。在标准与资源上,两者在风险评估方法、管控重点上有时存在差异,且应急资源(如监护人员、监控设施)未能实现高效统一的调度与配置,削弱了整体风险屏障的效力。

2.4 移动消防力量协同联动不足

当前罐区消防管理虽普遍配备了企业专职消防救援队,但其与固定消防系统及作业现场的协同联动仍存在明显短板。问题集中体现在:一是联动机制缺失,固定设施的报警信息与作业风险动态未能与移动力量

实时共享,导致接警响应与战术决策存在迟滞。二是战术融合不足,应急预案中对“固移结合”的具体战术分工与衔接程序规定模糊,缺乏针对高风险维修场景的专项演练,两者往往各自为战。三是现场响应脱节,移动力量在作业期间多为“待命”状态,未能有效嵌入作业许可与现场监护流程,导致应急响应启动后,仍需较长时间进行火情侦察与战术部署,错失初期处置关键时机。

3 原油罐区安全与消防协同共管策略

3.1 组织架构与职责协同

实现协同共管,首要在于打破部门壁垒,构建权责清晰的整合型组织。建议成立常设的“安全消防联合委员会”,由企业高层领导直接负责,安全、生产、设备、消防(队)等部门负责人为固定成员。该委员会负责制定协同策略、审批重大高风险作业方案、协调资源并监督执行。在具体作业层面,推行“双负责人”与“双监护”制度:每一项高风险维修作业,必须同时指定一位安全负责人和一位消防负责人,共同审批作业许可;作业现场必须同时配备安全监护员和消防监护员,共同对作业条件确认、过程监控及应急初动负责。

3.2 建设信息化管理系统,引入安全生产技术

近年来,随着信息技术的快速发展,信息化建设俨然成为各行各业发展的必由之路,石油化工领域也不例外,在此大环境下,石油储运企业应针对大型原油罐区特点,积极建设并不断完善信息化管理系统,在系统中动态更新和管理罐区生产、运行的全部信息,实时监控罐区安全情况,为安全风险的提前预警提供可靠参考依据,为安全管理措施的针对性与及时性提供保障。此外,大型原油罐区的生产工艺中与时俱进引入安全生产技术,弥补传统生产工艺的不足之处,降低风险隐患,进一步提高安全管理的整体效果^[5]。

3.3 作业流程与应急响应协同

将消防要素深度嵌入作业全过程管理,实现流程闭环。在作业许可流程中,增设强制性的“消防措施会签”环节,消防负责人必须对消防器材配置、监护点位、消防系统待命状态等签字确认后,作业票方可生效。应急响应方面,必须制定“作业场景化”的专项应急处置预案,针对每一个具体的维修点(如“3#罐顶动火”),明确融合工艺处置(如关闭阀门)、消防战术(如冷却邻近罐)、人员疏散与救援的统一行动程序。定期组织不预先通知的“双盲”实战演练,模拟在维修过程中突发火情,重点检验安全与消防人员的现场联动、指挥协调和按融合预案处置的能力,通过演练持续优化流程。

3.4 培训与教育协同

设计和实施强制性的“安全-消防融合”培训课程体系,使安全管理人员掌握火灾动力学、初期灭火及消防设施基本原理;使消防人员深入理解工艺过程、维修作业风险及隔离锁定知识。开展联合实操训练,例如模拟在受限空间作业发生险情时,安全员与消防员如何协同进行气体检测、通风、救援进入与伤员转移。定期组织跨部门案例分析会,共同剖析事故和未遂事件。目标是培养一支具备“双重能力”的队伍,使员工在意识上认同“安全即防火,防火即安全”,在行动上能够无缝协作。

3.5 强化企业专职消防队的移动应急能力

相较于固定设施,其核心优势在于灵活机动与战术自主,可快速抵近动态风险点(如临时动火点、受限空间入口)实施精准处置。管理重点在于:一要专业化配装与训练,针对罐区油品火灾特性,配备大流量泡沫车、高喷车等主力装备,并围绕工艺管线破拆、立体火灾扑救等场景开展专项演练。二要推行“消防监护前置”模式,即在特级动火等极高风险作业期间,指令移动消防力量携装备提前进入现场指定位置执勤,实现“秒级响应”,将应急关口前移。

3.6 构建“固移结合”的协同作战机制

需建立技术互联、战术互补的一体化机制。在技术层面,应实现固定火灾报警与气体检测信号直通专职消防队接警终端,并同步推送作业点位、物料信息及固定系统状态,为快速决策提供支持。在战术层面,需制定并演练详尽的“固移结合预案”,明确固定系统(如泡沫炮)覆盖为主时,移动力量如何辅助冷却、掩护或堵漏;反之,当移动力量主攻时,如何快速手动启动周边固定设施(如消防水幕)进行隔离。定期开展贴近实战的联合演练,是磨合双方配合、优化响应流程的核心途径,最终形成“固定抑火、移动攻坚”的协同作战闭环。

4 案例分析

4.1 案例背景介绍

以某沿海原油储备库一座10万m³外浮顶储罐(代号T-2)的检修为例。本次作业内容为更换罐顶部分腐蚀的浮盘面板,涉及罐内清罐、通风后,在罐内底部及罐顶同步进行动火焊接作业,作业周期长、区域复杂,且周边有多个处于运行状态的满装储罐,风险等级极高。

4.2 协同共管策略的应用

项目启动前,即成立了T-2检修联合指挥部。在组织与流程上,安全部与消防队共同审批作业方案,并实施“双监护”:罐内、罐顶各设一名安全监护与

一名消防监护。在信息共享上,作业JSA、气体连续监测数据、消防水炮远程控制状态均在协同平台实时可视。在应急协同上,制定了“T-2罐顶动火点应急处置卡”,明确了小火用现场灭火器、中火启动罐顶泡沫栓、威胁邻罐时启动固定冷却水系统的分级响应流程,并由安全与消防人员共同演练。整个作业期间,每日召开四方(施工、安全、消防、生产)站班会,确认当日风险。

4.3 效果评估与经验总结

本次检修安全完成,协同策略成效显著。主要成效:①消防力量的全程深度介入,提升了预防措施的可可靠性与响应速度;②信息透明化消除了沟通盲区,提升了决策效率;③融合的应急处置程序使各方应对有序。暴露的不足:协同平台移动端在罐区信号弱区域存在数据传输延迟;部分施工人员对联合指挥体系的响应仍显生疏。核心经验:高层领导的全力支持与资源保障是协同成功的前提;将协同程序“表单化”、“仪式化”(如联合签字、站班会)能有效固化操作习惯;必须针对协同中的技术瓶颈(如通信)和人员适应性进行持续改进。

综上所述,构建并实施安全与消防协同共管策略,是破解原油罐区维修高风险作业管理难题的关键所在。通过建立权责交织的组织架构、建设信息化管理系统、将消防要求深度嵌入作业许可与应急流程、并开展一体化的培训教育,能够系统性克服传统管理模式中的脱节问题。本文提出的策略框架,不仅实现了从风险源头预防到末端应急响应的闭环管理,更在实践中验证了其提升风险管控精度与应急联动效率的显著价值。

参考文献:

- [1] 田晓蔚. 确保油罐区检维修安全[J]. 现代职业安全, 2021,(12):48.
- [2] 王钰. 浮顶原油罐主动安全防护系统研究及应用[J]. 石油和化工设备, 2025,28(08):161-164+156.
- [3] 钟建龙. 储运联合车间乙烯罐区的风险评价与安全管理[J]. 石油化工安全环保技术, 2021,37(01):12-14+5.
- [4] 叶鹏. 油罐清罐检维修作业违章行为分析及解决方法[J]. 石化技术, 2016,23(12):271.
- [5] 陈云霞. 石油储运企业大型原油罐区安全风险分析与安全管理策略探究[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2022,42(04):54-56.

作者简介:

刘畅(1985-),女,汉族,辽宁锦州人,大学本科,工程师,研究方向:原油储罐安全与消防安全管理。