

港口油库受限空间油气环境下安全作业管控对策

郭 群 (辽港控股(营口)有限公司第四分公司, 辽宁 营口 115007)

摘要: 港口油库受限空间是油气存储与转运的关键区域, 其封闭性、通风不畅等特性易导致油气积聚, 形成高风险作业环境, 直接威胁作业人员安全与港口稳定运营。为破解这一行业难题, 本文从风险预判、流程标准化、技术融合、人员管理四个维度构建安全作业管控体系, 并配套制度、资源、监督三大保障机制。研究表明, 构建的多维度闭环管控体系可实现风险的提前防控、过程管控与持续改进, 有效降低作业安全事故发生概率, 为港口油库受限空间油气环境下的安全作业提供理论支撑与实践指导。

关键词: 港口油库; 受限空间; 油气环境; 安全作业; 管控对策

中图分类号: X937 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167(2026)003-0136-03

Safety Operation Control Strategies for Oil and Gas Environments in Confined Spaces of Port Oil Depots

Guo Qun (Fourth Branch of Liaogang Holdings (Yingkou) Co., Ltd., Yingkou Liaoning 115007, China)

Abstract: Confined spaces in port oil depots are critical areas for oil and gas storage and transfer. Their enclosed nature and poor ventilation can easily lead to oil and gas accumulation, creating a high-risk working environment that directly threatens the safety of personnel and the stable operation of the port. To address this industry challenge, this paper constructs a safety operation control system from four dimensions: risk prediction, process standardization, technological integration, and personnel management, supported by three guarantee mechanisms: regulations, resources, and supervision. The study shows that the constructed multidimensional closed-loop control system can achieve proactive risk prevention, process management, and continuous improvement, effectively reducing the probability of operational safety incidents, and providing theoretical support and practical guidance for safe operations in oil and gas environments within confined spaces of port oil depots.

Keywords: Port oil depot; Confined space; Oil and gas environment; Safe operation; Control strategies

港口油库作为成品油及液体化工品中转的核心枢纽, 其受限空间包括储罐、管道、窨井、坑(池)等关键设施, 是油气存储、输送的重要载体。这类空间具有结构复杂、通风条件差、空间狭窄等特点, 油气易泄漏积聚且难以扩散, 形成易燃易爆、有毒有害的作业环境。随着能源需求增长, 港口油库作业频次提升, 受限空间检修、维护等作业增多, 安全风险防控压力加大。当前, 港口油库受限空间安全管控仍存在风险识别不全面、流程不规范、技术应用不充分、人员能力不足等问题, 导致安全事故时有发生, 造成人员伤亡与财产损失, 甚至引发环境污染^[1]。因此, 深入分析其风险特征, 构建科学的安全作业管控体系, 对提升受限空间作业安全, 保障港口油库安全运营水平具有重要意义。本文基于行业实践与理论研究, 探索安全作业管控新路径, 为港口油库安全管理提供新思路。

1 港口油库受限空间油气环境风险特征分析

1.1 受限空间结构与油气积聚特性

港口油库受限空间的结构特性直接影响油气积聚与扩散规律。这类空间多为封闭或半封闭状态, 出入口狭窄、通道曲折, 通风条件先天不足, 导致油气泄

漏后难以快速排出, 易在底部、角落等区域积聚^[2]。油气具有易燃易爆、有毒有害的物理化学性质, 与空气混合达到一定浓度时, 遇点火源易引发爆炸燃烧; 部分油气成分有毒, 长期接触会损害作业人员呼吸系统、神经系统, 甚至危及生命。不同类型受限空间油气积聚特性存在差异: 储罐类空间容积大, 油气易在顶部分层积聚; 管道类空间狭长, 油气易沿管道扩散并在低洼处滞留; 泵房等设备密集型空间, 油气易在设备缝隙、电缆沟等隐蔽部位积聚, 增加风险识别与防控难度。

1.2 作业过程中的风险传导机制

港口油库受限空间油气环境下的作业风险具有明显传导性与叠加性。作业前风险识别不到位, 易对油气泄漏源、积聚区域、潜在点火源等关键风险点判断失误, 为后续作业埋下隐患。作业过程中, 违规操作是风险传导的重要诱因, 如未按规定检测气体便进入空间、使用非防爆工具产生火花、作业时间过长导致人员体力不支或中毒等, 均可能触发爆炸、中毒窒息等事故。此外, 风险传导存在跨环节叠加效应, 如通风设备故障导致油气浓度升高, 同时作业人员防护装备佩戴不规范, 两者叠加会大幅提升事故概率与严重

程度。风险传导速度快、影响范围广，一旦失控，将从作业点扩散至整个受限空间，甚至蔓延至周边区域，引发系统性安全风险。

1.3 现有管控模式的短板

当前港口油库受限空间安全作业管控模式存在诸多短板，难以适应油气环境的复杂风险。风险识别环节多依赖传统经验，缺乏系统评估方法，对隐蔽性、潜在风险识别不足，导致部分风险点遗漏^[3]。管控流程方面，部分油库作业流程缺乏标准化规范，作业前准备、作业中监控、作业后复盘衔接不紧密，存在流程简化、操作不规范等问题。

技术防控上，部分油库仍采用传统气体检测设备与通风方式，检测精度低、响应慢，难以实现油气浓度实时动态监测与精准调控；智能防控技术应用范围有限，未形成全方位技术防控网络。人员管理方面，作业人员安全意识参差不齐，部分人存在侥幸心理，违规操作时有发生；安全培训内容缺乏针对性，多停留在理论层面，未结合受限空间油气环境作业特点，导致人员应急处置能力不足。

2 安全作业管控体系的构建路径

2.1 风险预判与分级管控机制

风险预判是安全作业管控的前提，需建立全面系统的风险评估体系，实现对受限空间油气环境风险的精准识别与提前防控。结合港口油库受限空间的结构特点、油气种类、作业类型等因素，构建多维度风险评估指标体系，涵盖空间特性、油气特性、作业活动、设备状态、环境条件等多个维度。

运用定性和定量相结合的评估方式，针对各类风险因素展开综合分析，确定风险等级^[4]。依据风险等级制定不同的管控举措，高风险区域要施行严格的准入制度，作业前开展全面的气体检测以及通风置换工作，作业过程中配备专职监护人员与应急设备；中风险区域需加强过程监控，持续进行气体浓度检测，优化通风方案；低风险区域要维持常态化管控，做好日常巡检与设备维护工作。

借助风险预判与分级管控，实现资源的合理配置，提高管控的针对性和有效性。比如对于储罐检修这种高风险作业，作业前需组织专业技术人员对储罐内部结构、油气残留状况进行全面排查，运用惰性气体置换等手段降低油气浓度，经过多次检测确认达标后，才可以允许作业人员进入。作业过程中，依靠实时监测设备持续追踪油气浓度变化，一旦出现异常立刻启动应急措施。

2.2 全过程作业流程标准化构建

全过程作业流程标准化乃是规范作业行为、降低

操作风险的核心手段。针对受限空间油气环境下的作业全周期，制定详尽的标准化流程，清晰界定各环节的操作要求、责任主体以及时间节点。在作业前准备阶段，要完成风险评估、方案编制、设备检查、人员培训等工作，明确作业目的、作业范围、安全注意事项等内容，配备齐全的防护装备、检测设备以及应急物资。作业审批环节要严格执行审批制度，只有审批借助之后才可开展作业。在作业实施阶段，要严格依照作业方案执行，作业人员需佩戴合格的防护装备，遵守操作规程，不得擅自更改作业流程；监护人员需坚守岗位，实时观察作业人员状态以及空间内油气浓度变化，及时制止违规操作。

作业后复盘阶段，要对作业过程进行全面总结，梳理存在的问题与不足，分析原因并制定改进措施，完善作业流程与管控方案。通过全过程标准化管控，形成“准备-审批-实施-复盘”的闭环管理，保证作业活动的规范性与安全性。以储罐罐内维修作业为例，作业前要编制详细的作业方案，明确储罐切割、焊接等关键环节的操作规范，检查防爆工具、通风设备的完好性；作业过程中，监护人员借助视频监控与气体检测设备实时掌握作业情况，作业人员严格按照规定的焊接参数操作，避免产生过量火花；作业后，对储罐焊接质量进行检测，对作业区域进行清理与通风，总结作业过程中的经验教训，优化后续作业方案。

2.3 技术防控与智能监测体系融合

技术防控与智能监测体系相互融合，这对提升管控科技水平以及实现风险精准防控而言，是极为关键的支撑要素。引入先进的检测技术以及智能设备，构建起全方位且立体化的技术防控网络。在气体检测领域，运用高精度且高响应速度的智能气体传感器，以此实现对油气浓度、氧气含量以及有毒气体含量的实时监测，传感器所获取的数据可实时传输至中控系统，一旦出现超标状况便会立刻发出声光报警^[5]。在通风防控方面，采用智能通风系统，依据空间内油气浓度自动调节通风量与通风时间，以此保证通风效果。针对结构复杂的受限空间，采用分区通风与局部通风相结合的方式，提高通风的针对性。在视频监控方面，安装高清摄像头以及红外成像设备，实现对作业区域的实时可视化监控，方便监护人员及时察觉违规操作与异常情况。在应急救援方面，配备智能应急设备，如便携式气体检测仪、自给式空气呼吸器、应急照明设备等，提高应急处置能力。

2.4 人员能力提升与责任落实机制

人员是安全作业的实施主体，人员能力提升与责任落实是管控体系有效运行的关键保障。建立分层分

类培训体系,根据作业人员、监护人员、管理人员的岗位职责制定针对性培训内容,涵盖风险特性、安全规程、防护装备使用、应急处置技能,采用理论教学、案例分析、情景模拟、实操训练等方式提升效果。定期组织考核,合格后方可上岗,不合格者重新培训直至合格。建立健全责任落实机制,明确各岗位安全职责,将责任分解到个人,签订安全责任书,形成“人人有责、层层负责”的责任体系;强化责任追究,对违规操作、履职不力者严肃追责,同时建立激励机制,表彰奖励安全作业表现优秀的个人与班组,激发工作积极性。例如,有的港口油库定期组织情景模拟培训,模拟油气浓度超标、人员中毒等应急场景,提升作业人员应急反应能力;通过安全积分制度,对遵守规程、无安全隐患的作业人员给予积分奖励,有效提升人员安全意识与责任意识。

3 管控对策的实施保障体系

3.1 制度保障与流程优化

制度保障乃是管控对策得以有效施行的根基所在,要构建起完备的管理制度以及操作规程,塑造出一套完善的制度体系。制定如《受限空间安全作业管理办法》《受限空间作业事故风险识别及防范工作指南》《应急物资管理制度》《应急预案演练制度》等一系列规章,以此明确管控要求以及操作标准。强化制度的宣贯以及执行力度,保证全体人员熟悉制度内容并且可严格给予落实;定期对制度的适用性以及有效性展开评估,依据行业发展、技术进步以及实践经验进行修订完善,以此保障制度有科学性以及时效性。优化管理流程,简化审批环节以此提升效率,强化部门之间的协同合作,构建信息共享以及沟通协调机制,保证管控工作可顺利开展。例如,通过线上审批系统实现作业方案的快速提交、审核以及审批;建立安全管理部门、生产部门、技术部门的定期沟通机制,及时解决管控过程中出现的问题,形成工作合力。

3.2 资源投入与技术支撑

充足的资源投入以及技术支撑是管控体系得以落地的保障。要加大安全投入力度,对人力、物力、财力资源进行合理配置;在人力资源方面,需配备专业的安全管理以及技术人才,组建高素质的作业队伍和应急救援队伍,同时加强人才的培养与引进工作。在物力资源方面,要购置先进的检测设备、防护装备、通风设备以及智能监控设备,保证设备数量充足且性能完好,建立定期检查与维护的制度,及时更换老化损坏的设备。在财力资源方面,设立专项安全资金,用于设备购置、人员培训、应急演练以及技术研发。还要加强技术研发与合作,与科研机构、高校合作开

展受限空间油气环境安全管控技术的研究,引进吸收先进成果,以此提升管控的科技含量与创新水平。

3.3 监督评估与持续改进

监督评估以及持续改进是提升管控效果颇为关键的手段,构建起全方位的监督检查机制,采用日常巡检、专项检查以及不定期抽查等形式,针对管控措施的落实状况给予检查,可及时察觉到问题以及隐患。组建由安全管理部门与技术部门人员共同构成的监督检查小组,清晰明确检查内容、频率以及标准。针对检查所发现的问题构建台账,明确整改责任人、措施以及期限,跟踪进度以保证整改可达到预期效果。搭建科学的评估体系,定期对管控体系的运行效果展开评估,从风险识别准确性、流程规范性、技术有效性以及人员能力等多个维度进行综合评价,剖析其中存在的不足以及改进空间。依据监督检查与评估的结果,对管控措施以及保障机制进行调整优化,持续提升管控水平。例如每季度组织开展全面的管控效果评估,形成相应的评估报告;依据报告中所提及的技术防控不完善、人员培训针对性欠缺等问题,增加智能监测设备的安装数量,优化培训内容以及方式。

4 结语

港口油库受限空间油气环境下的安全作业管控属于复杂系统工程,涉及风险识别、流程规范、技术应用以及人员管理等诸多方面。本文剖析港口油库受限空间油气环境的风险特性与现有管控不足,搭建“风险预判-流程标准化-技术融合-人员管理”多维度安全作业管控体系,配备制度、资源、监督三大保障机制,形成闭环管控模式。该管控体系重视理论与实践相融合,有较强针对性与可操作性,能有效提高港口油库受限空间安全作业管控水平,降低安全事故发生几率。未来随着科技持续进步,可强化智能防控技术研发与应用,推进管控体系数字化、智能化转型,不断完善管控对策,为港口油库安全稳定运营提供更坚实支撑。

参考文献:

- [1] 蔡忠林.油库重大作业前安全风险评估方法初探[J].化工安全与环境,2014(36):14-15.
- [2] 黄晓明.油库埋地管道改造施工作业安全管理研究[J].低碳世界,2024,14(11):126-128.
- [3] 郭振.受限空间作业危险有害因素分析与安全措施[J].中国石油和化工标准与质量,2025,45(16):108-110.
- [4] 罗孟然.海洋工程制造行业的受限空间作业风险分析及管控[J].化工管理,2025,(15):97-101.
- [5] 刘霞,贺飞龙.石化企业受限空间作业风险及安全防范措施分析[J].中国石油和化工,2024,(10):60-61.