

油气储运罐区危险源辨识及安全防护措施

柳冰瑞 (中海油惠州石化有限公司, 广东 惠州 516086)

摘要: 油气储运罐区是油气产业链中的关键枢纽, 负责油气的储存和中转, 其安全与否直接影响到整个产业链的平稳运行和周边生态环境以及人民群众的生命财产安全, 由于油气介质具有易燃易爆和有毒有害等固有属性, 罐区在运行期间面临着多种危险源的威胁, 容易造成火灾、爆炸和泄漏等严重安全事故, 为此文章对油气储运罐区危险源进行分类, 并有针对性的提出了安全防护的有效措施, 从而为油气企业确保罐区安全和防止事故的发生打下基础, 推动行业高质量和可持续发展。

关键词: 油气储运; 罐区安全; 危险源辨识; 风险评价

中图分类号: TE88 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2026) 004-0136-03

Identification of Hazard Sources and Safety Control Measures in Oil and Gas Storage and Transportation Tank Area

Liu Bingrui (CNOOC Huizhou Petrochemical Co., Ltd., Huizhou Guangdong 516086, China)

Abstract: Oil and gas storage and transportation tank farms serve as critical hubs in the energy supply chain, responsible for storing and transferring petroleum products. Their safety directly impacts the stable operation of the entire industrial chain, the surrounding ecological environment, and the lives and property of the public. Given the inherent flammable, explosive, toxic, and hazardous properties of petroleum media, these facilities face multiple hazards during operation, posing risks of fires, explosions, and leaks. This article classifies the hazards in oil and gas storage and transportation tank farms and proposes targeted safety prevention measures. These efforts aim to establish a foundation for ensuring the safety of tank farms and preventing accidents, thereby promoting high-quality and sustainable development in the industry.

Keywords: oil and gas storage and transportation; tank farm safety; hazard identification; risk assessment

随着全球能源需求不断攀升, 以油气为核心能源品种的整个产业链的稳健运行越来越受到人们的重视, 在过去几年里, 国内外的石油和天然气储运罐区事故时有发生; 这些事故不仅带来了巨大的经济损失, 还导致严重的环境和人员伤害问题, 这突出了对罐区危险源进行控制的重要性和紧迫性; 危险源辨识是安全管理的前提与基础, 准确辨识油气储运罐区的危险源并采取有效的安全防护措施, 对于保障油气行业的安全稳定发展至关重要。

1 油气储运罐区危险源分类及特征

1.1 按危险源性质分类

油气储运罐区危险源根据其性质可划分为固有危险源和人为危险源两种类型。固有危险源产生于油气介质本身特性和罐区固有设备设施, 其中油气介质易燃易爆特性最为根本, 油气蒸气与空气混合后在一定浓度范围内形成爆炸性混合气体, 遇点火源极易引发爆炸事故; 一些油气介质也有有毒有害属性, 泄漏时将对人体造成危害, 也对周围土壤、水体和大气环境造成污染。罐区固有设备设施有关危险源主要有储罐本体、管道系统、阀门、泵等设计缺陷, 材质问题和老化腐蚀等问题容易造成设备失效而引起油气泄漏。

人为危险源是源于员工的操作行为和管理决策等

主观因素, 具有不确定性和突发性等特点, 从操作层面上看危险源有违章操作、误操作和操作技能欠缺, 从管理层面上看危险源主要表现为安全管理制度不够健全, 责任落实不力, 培训教育不到位以及风险管控不到位, 这些管理漏洞将直接影响罐区安全防护水平并加大事故发生几率^[1]。

1.2 按危险源存在形态分类

按照存在形态将油气储运罐区危险源分为物质型和能量型两类, 物质型危险源是以具体危险物质为载体, 由罐区所贮存的油气介质、罐区作业所用化学品以及消防用危险品组成, 这种危险源危险性与其物质数量、浓度以及储存方式等因素息息相关, 一旦泄漏或者失控极易诱发安全事故。

能量型危险源主要是指能量意外泄漏所带来的潜在威胁, 主要由机械能、热能和电能等组成, 在罐区内的泵和压缩机在运作时所造成的机械能, 如果设备的防护措施失效就会导致机械伤害的发生, 动火作业、设备摩擦过热和阳光暴晒等引起的热能将成为油气爆炸的引燃源, 电气设备故障所引起的电火花, 静电积累所释放的电能等也会诱发火灾和爆炸事故。

1.3 按危险源所处环节分类

从罐区运营环节来看危险源可以划分为储存环节

危险源、装卸环节危险源、输送环节危险源和辅助作业环节危险源。储存环节的危险源有储罐液位偏高或偏低、罐内压力异常、储罐腐蚀泄漏、密封圈老化失效；装卸环节危险源主要是装卸设备出现故障、装卸流程不标准、静电防护不完善、油气挥发积聚；输送环节危险源包括管道腐蚀、管道破裂、阀门失效和泵体故障等都会造成油气运输时泄漏；辅助作业环节危险源涉及动火、受限空间和高处等作业中所蕴含的各种风险，还有消防系统、监控系统及其他辅助设施失灵所造成的风险。

2 油气储运罐区危险源辨识体系构建与实施

2.1 辨识体系构建原则

油气储运罐区危险源辨识体系构建需要遵循全面性、科学性和针对性以及动态性的基本原则，辨识范围要涵盖罐区全部运营环节、全部设备设施、全部人员行为和全部外部环境因素，保证没有疏漏、没有死角，采取科学辨识方法和技术手段，根据油气储运有关理论、安全管理规范和事故案例分析等，保证辨识结果准确可靠，并结合罐区具体规模，储存介质特性，设备种类和运营模式，以核心风险点为主线进行辨识，罐区运行过程中设备更新、介质变更、工艺调整和外部环境变化等情况定期更新辨识内容，达到危险源动态管控的目的^[2]。

2.2 辨识体系核心构成

油气储运罐区危险源辨识体系主要包括辨识主体、辨识对象、辨识方法和辨识标准等核心组成部分，辨识主体要成立由安全管理人员、技术人员、一线操作人员以及内外部专家等共同组成的专业队伍，保证辨识工作兼备管理视角、技术视角和实践视角，辨识对象涉及罐区设备设施、运营流程、人员行为和外部环境，辨识方法主要有文献研究法、事故案例分析法、现场排查法、专家评议法和风险矩阵法等多方法综合运用，辨识标准主要基于国家有关法律法规和行业标准规范，并结合罐区本身的安全管理需求来确定危险源判断标准和风险等级划分标准。

2.3 辨识实施流程

油气储运罐区危险源辨识实施过程主要由准备阶段、实施阶段、分析阶段和更新阶段四部分组成，在准备阶段确定辨识目的和范围，并对罐区有关资料进行搜集整理，成立辨识队伍并进行专业培训，运用现场排查和资料分析相结合的方法，从罐区各个环节和各个对象上进行全面检查，初步发现潜在危险源并记录危险源所在位置、种类、特性以及可能造成的事故种类等信息；分析阶段对初步识别危险源进行了深入分析，明确了各危险源风险级别、影响范围和触发条

件等信息，同时对辨识过程中可能出现的疏漏和偏差进行了排查；更新阶段建立危险源动态管理台账并依据罐区运营的变化状况进行定期重新辨识，及时更新危险源的信息以保证辨识结果始终保持符合罐区安全管理工作需要。

2.4 辨识技术难点

油气储运罐区危险源辨识过程中的关键技术难点主要表现在：隐性危险源识别困难，多危险源耦合风险辨识不足，动态风险辨识滞后，隐性危险源有设备内部腐蚀，管道微小裂纹和油气微量泄漏，因其隐蔽性强，常规排查手段很难准确地进行识别。多危险源耦合风险例如油气泄漏和静电以及点火源耦合作用等，容易造成风险等级上升，而且传统的辨识方法通常注重单一危险源的识别，很难综合把握耦合风险，动态风险辨识滞后表现为罐区工艺调整、设备老化、人员因素等动态变化所引起的新增风险没有得到及时识别。

3 油气储运罐区安全防控措施

3.1 技术防控措施

①设备设施安全强化。设备设施作为罐区安全运行的根本，需要通过设计选型安装和维护整个生命周期环节加强安全防控，在设计和选型阶段要按照有关标准规范进行，结合储存介质的性质来选择合适的设备材质和型号以保证设备具有较强的抗压，抗腐蚀和抗疲劳的能力，对储罐、管道等关键设备要采取冗余设计并设置备用系统，减少单个设备故障造成的危险。安装环节严格执行安装质量控制标准，保证设备安装精度及密封性能。维护环节对设备进行全生命周期维护台账记录，定期进行设备巡检和保养工作，并利用先进技术对设备的老化，腐蚀和泄漏情况及时发现，及时修理或者更换，加大阀门和泵等易损设备重点保养力度，保证设备运行状态平稳^[3]。②泄漏防控与监测技术应用。泄漏是罐区安全事故发生的主要诱因，需要建立全方位泄漏的防范和监测体系，在泄漏防控上，对罐区密封设计进行优化，使用高性能密封材料，强化储罐本体及连接法兰、阀门等密封部位的密封性能，对储罐内设置液位、压力、温度及其他重要参数自动控制装置，以避免由于超液位、超压等而造成的泄漏。为防止罐区泄漏油气扩散蔓延，在罐区周围布置防火堤、围堰及其他防护设施。泄漏监测上，搭建“定点监测+移动监测+远程监测”立体化监测网络，对储罐、管道和阀门等关键泄漏点安装固定气体检测仪器实时监测油气浓度，并安装移动检测设备进行定期巡检监测，并且借助物联网技术把监测数据实时发送到中控系统上，达到泄漏的远程实时监测作用，引入泄漏预

警算法并通过数据分析达到泄漏早期预警。③点火源防控技术。鉴于油气储运罐区介质普遍具有易燃易爆的特点,需要对各种点火源进行严格控制,在电气防火中罐区全部电气设备都使用防爆型设备,并按防爆等级的要求进行选型、安装和维修工作,强化电气线路绝缘防护措施,避免线路老化和短路出现电火花现象,安装防雷和防静电等装置并定期检查维修以保证其性能稳定,及时释放静电和雷电能量,动火作业防范措施中运用无火花作业技术、严格执行动火作业审批制度、作业前检测作业区域内油气浓度、在作业时配备灭火器材和监护人员、作业后现场清理和检查。

3.2 管理防控措施

①完善安全管理制度体系。建立完善的罐区安全管理制度体系,要覆盖设备管理、作业管理、人员管理和风险管控几个方面,建立设备维护保养制度、特种设备管理制度、作业许可制度、动火作业管理制度和进入受限空间作业管理制度等专项制度,并对各项制度适用范围、执行标准、责任主体及考核机制等方面做出明确规定,健全安全管理责任制,把安全责任层层分解落实到各部门、各岗位和个人身上,形成本身参与、自行负责的安全管理体系,定期开展安全管理制度的评估和更新,并结合法律法规的更新和罐区运营的变化,及时更新制度的内容以保证制度的适用性和有效性^[4]。②强化人员安全管理。人员作为安全管理核心要素之一,在人员安全管理中必须加强对人员安全管理的训练、考核和激励,建立系统性人员培训体系并根据岗位特点制定个性化培训方案,定期进行培训效果评估,对培训效果不达标的人员不予上岗,保证员工有相关安全操作技能和风险辨识能力。强化人员作业过程管理、实施标准化作业、规范人员的操作行为、禁止违章操作和误操作、建立人员安全绩效考核机制、把安全绩效同薪酬和晋升相联系,鼓励员工积极服从安全管理制度、强化安全文化建设、以安全宣传和案例警示相结合的方式提高员工安全意识和责任意识。

3.3 应急防控措施

①完善应急管理体系。建立健全罐区应急管理体系,理清应急组织架构和各环节及工作人员应急责任,并建立“统一指挥、分工协作、快速响应”的应急处置机制;建立完善应急预案体系由综合应急预案、专项应急预案和现场处置方案组成,对应急预案适用范围、应急响应流程、处置措施和应急保障进行明确规定,并定期评估和更新预案,保证预案同罐区实际相符,强化应急队伍建设、成立专业应急救援队伍、安排兼职应急人员、定期进行应急培训和演练等,提高

应急队伍应对突发事件的能力。②强化应急保障能力。完善应急保障设施和物资储备、保障应急处置过程顺利进行,配备充足的消防器材、泄漏处置物资、个人防护装备、应急通信设备、应急照明设备等、建立应急物资台账并定期检查、维修和更新,保证其良好状态,强化应急通信保障、建设多渠道应急通信网络、保障应急处置期间信息传递顺畅,并与周边消防、医疗、环保等应急救援力量形成联动机制、理清联动响应流程、提高应急救援协同能力。③规范应急处置流程。要明确各类安全事故应急处置的流程,保证应急处置工作的有条不紊和高效,事故发生时现场工作人员要立即执行初步处理措施,并且要向中控室和应急指挥机构进行通报,应急指挥机构接收到通报后要立即启动相应级别的应急预案并组织应急队伍到现场进行应对,以保证应对措施科学有效地实现控制,并对事故发生后及时进行事故调查分析,确定事故原因及责任主体及损失情况并对事故教训进行了总结并制定了预防措施以避免同类事故的再次发生^[5]。

4 结论

油气储运罐区危险源辨识与安全防控作为保障罐区安全运行的关键一环,直接影响着油气产业链是否稳定和安全,针对其特点采取有针对性的安全防范措施能够有效地减少罐区事故发生的几率,确保油气储运罐区平稳高效地运行。石化企业要不断强化安全管理,不断完善危险源辨识与安全防控措施,并向数智化化和精准化的方向迈进,以保证油气行业安全生产可持续发展。

参考文献:

- [1] 郑炯涛. 油气储运罐区危险源辨识及安全防范技术研究[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2025, 45(22): 72-74.
- [2] 赵锋. 炼厂油品储运罐区安全运行相关问题研究[J]. 中国设备工程, 2022(13): 67-69.
- [3] 杨利民. 油品储运罐区安全运行相关问题研究[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020(20): 33-35.
- [4] 卢方起. 油品储运罐区运行管理常见问题及措施[C]. 2024 新质生产力视域下智慧建筑与经济发展论坛论文集(三), 2024: 74-75.
- [5] 唐柏林, 易洪民, 宁妮. 储运罐区安全危险辨识与事故预防探讨[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2025, 45(06): 10-12.

作者简介:

柳冰瑞(1975-), 男, 湖北黄梅人, 毕业于江苏石油化工学院, 工程师职称, 工艺副经理, 从事油品储运工作。