

# 基于化工安全的石油储罐隐患排查治理策略

张春霞 郝绪兰 (山东永鑫石化科技有限公司, 山东 滨州 256511)

**摘要:** 石油储罐是化工行业储存原油、成品油及危险化学品的关键设备, 其安全运行直接关系到化工产业链稳定性、环境与人员安全。本文分析石油储罐常见隐患类型, 包括罐体腐蚀、密封不严、仪表失灵和静电积聚, 探讨这些隐患的成因, 涉及环境因素、材料老化、操作不当与设计缺陷。在此基础上, 提出人工巡检与无损检测结合的隐患排查方法, 还从技术与管理两个层面构建治理策略, 涵盖应用新型防腐材料、升级智能化仪表系统、完善规章制度和加强人员培训。针对策略实施中的成本与技术挑战, 提出相应应对措施, 为提升石油储罐安全管理水平提供理论支持和实践参考。

**关键词:** 石油储罐; 隐患排查; 治理策略; 化工安全; 无损检测; 智能化监控

**中图分类号:** TE988 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2026) 001-0142-03

## Strategies for Hazard Identification and Management of Oil Storage Tanks Based on Chemical Safety

Zhang Chunxia, Hao Xulan (Shandong Yongxin Petrochemical Technology Co., Ltd., Binzhou, Shandong 256511, China)

**Abstract:** Oil storage tanks are key equipment in the chemical industry for storing crude oil, refined oil, and hazardous chemicals, and their safe operation directly affects the stability of the chemical industry chain, as well as environmental and personnel safety. This article analyzes common types of hazards in oil storage tanks, including tank corrosion, poor sealing, instrument failure, and static electricity accumulation, and discusses the causes of these hazards, involving environmental factors, material aging, improper operation, and design defects. Based on this, a hazard identification method combining manual inspection and non-destructive testing is proposed, and management strategies are constructed from both technical and managerial perspectives, covering the application of new anti-corrosion materials, the upgrading of intelligent instrument systems, and strengthening personnel training. In response to the cost and technical challenges during the implementation of these strategies, corresponding countermeasures are proposed to provide theoretical support and practical references for improving the safety management level of oil storage tanks.

**Keywords:** oil storage tanks; hazard identification; management strategies; chemical safety; non-destructive testing

### 1 化工行业背景与石油储罐安全重要性

#### 1.1 化工行业发展现状

化工行业是国民经济重要支柱产业, 对推动经济发展、提升国家综合国力有不可替代作用, 近年全球能源需求持续增长, 科学技术不断进步, 化工行业呈现快速发展态势, 这一背景下, 石油储罐作为化工生产与储存关键设备, 安全性直接关系整个产业链稳定运行。石油储罐主要储存原油、成品油及其他危险化学品, 设计与管理科学性直接影响化工企业生产效率和经济效益, 储罐规模不断扩大, 储存介质危险性增加, 其安全管理已成化工行业发展重中之重。

#### 1.2 石油储罐安全对化工产业链的影响

石油储罐安全隐患若未有效控制, 可能引发连锁反应, 对化工产业链造成严重影响, 储罐泄漏或爆炸事故会导致生产中断, 影响上下游企业正常运营, 甚至引发区域性供应链危机, 石油储罐事故常伴随严重环境污染, 包括土壤污染、水体污染和大气污染, 既破坏生态环境, 还可能引发社会公众广泛关注与担忧。事故导致的人员伤亡和财产损失, 会进一步加剧企业

经济负担与社会责任, 研究石油储罐隐患排查治理策略, 对保障化工产业链安全稳定运行、减少环境风险、保护人民生命财产安全有重要现实意义。

### 2 石油储罐隐患类型及成因分析

#### 2.1 常见隐患类型

石油储罐长期运行中可能面临多种隐患, 未及时发现处理会严重威胁安全运行, 罐体腐蚀是常见问题, 储罐内壁和外壁接触腐蚀性介质会出现金属损耗, 既削弱罐体结构强度, 还可能引发泄漏事故。密封不严是另一突出问题, 浮顶罐或内浮顶罐中, 密封装置老化或安装不当易造成油气挥发, 形成爆炸性环境, 进而增加火灾风险, 仪表失灵也不可忽视, 液位计、压力表故障会让操作人员无法准确掌握储罐内部状态, 引发误操作或事故, 静电积聚是潜在危险源, 干燥环境下, 储罐内油品流动和搅拌易产生静电, 未能及时释放可能引发火花, 导致火灾或爆炸。

#### 2.2 隐患产生原因

石油储罐隐患的产生通常受到多种因素的综合影响, 其中环境因素在隐患诱发中占据着关键地位, 硫

化氢、酸性水这类常见腐蚀介质会持续作用于金属表面，不断加速材料的腐蚀进程，这也是罐体腐蚀问题出现的主要原因；环境中温度与湿度的频繁波动会直接改变储罐材料的物理化学性能，尤其在高温高湿条件下，罐体外层涂层易出现开裂、老化甚至脱落现象，进而大幅加剧罐体的腐蚀程度。材料老化是推动隐患形成的另一重要因素，随着储罐使用年限的不断增长，其内部的内衬材料、各部位密封件等关键部件会逐步丧失初始的密封性能与结构稳定性，最终可能引发泄漏或其他安全问题，操作不当同样是隐患产生的重要诱因，具体涵盖违章违规作业、日常维护保养不及时等行为，比如在储罐检修过程中，若未严格依照行业规范完成作业许可证的申请办理，或是未对施工人员开展全面的风险交底工作，就可能在施工环节引发安全事故，设计阶段存在的缺陷也可能成为隐患的潜在根源，像储罐整体布局不符合安全间距要求、连接管道设计存在清洗与检测盲区等问题，在实际运行过程中都可能转化为显性的安全隐患。

### 3 石油储罐隐患排查方法

#### 3.1 人工巡检

人工巡检是石油储罐隐患排查的基础手段，工作人员通过视觉检查、听觉判断配合简单工具，对储罐外部结构、附属设施及运行状态展开系统性评估，检查内容涵盖罐体表面腐蚀情况、焊缝完整性、阀门密封状态，呼吸阀、阻火器等安全附件功能是否正常，还有仪表读数的准确性，流程上会依照预先设定的检查清单推进，保证每个关键部位都得到细致观察与记录。

#### 3.2 无损检测技术

无损检测技术能在不破坏被检测对象的前提下，通过采集与分析物理信号，评估储罐内部及外部缺陷，常用技术有超声检测、射线检测和磁粉检测，每种都有独特原理与适用范围，超声检测借助超声波在材料中的传播特性，分析反射波的时间和幅度变化，识别内部缺陷的位置与大小，适合检测金属材料的内部裂纹、气孔等问题，射线检测用 X 射线或  $\gamma$  射线穿透材料，依据底片上的影像对比度差异判断缺陷是否存在，常用来检验焊缝质量。磁粉检测基于铁磁性材料表面或近表面缺陷在磁场作用下产生漏磁场、吸附磁粉的现象，可检测表面裂纹等缺陷，这些技术在内部缺陷检测上有效性较高，能弥补人工巡检的不足，但无损检测技术也存在成本较高、操作难度大的问题，比如射线检测需要专业设备与防护措施，对操作人员技能要求高；超声检测可能因材料特性或表面状况不佳，影响检测结果准确性，实际应用中，需结合具体

场景选择合适的无损检测技术，同时综合考虑其经济性与可行性。

### 4 石油储罐隐患治理策略

#### 4.1 技术层面治理策略

##### 4.1.1 新型防腐材料应用

石油储罐在长期运行过程中，储存介质的腐蚀作用与外部环境因素持续影响，罐体表面易逐渐出现腐蚀现象，这类问题若未及时处理，会直接引发安全隐患，新型防腐材料的实际应用，为延长罐体整体使用寿命、降低腐蚀相关隐患提供了切实有效的解决方案，采用高性能涂层技术或专用复合材料，对罐体内外表面进行全面防护处理，能够显著提升罐体整体的抗腐蚀能力。这些新型防腐材料通常具备优异的耐化学腐蚀特性与稳定的机械强度，同时拥有良好的表面附着力与实用耐磨性，可充分适应储罐复杂的工况条件，部分材料还额外具备自修复功能，在出现轻微损伤时可自动恢复原有防护性能，进一步增强罐体运行过程中的安全性，引入此类先进技术，可减少因腐蚀问题导致的泄漏风险，还能显著降低设备日常维护成本，为企业提供更经济可行的安全管理方案。

##### 4.1.2 仪表监控系统升级

智能化仪表监控系统升级是提升石油储罐安全管理水平的重要手段，系统集成传感器、数据采集模块及数据分析平台，实现实时监测与自动报警功能，及时发现潜在隐患，储罐区安装油气浓度监测点和液位监测仪，动态跟踪罐内介质状态，数据传输至中央控制系统分析处理。监测到异常情况，系统立即触发报警机制，通知相关人员采取应急措施，避免事故发生，智能化监控系统结合历史数据开展趋势预测，帮助管理人员提前制定维护计划，优化资源配置，这种基于现代信息技术的安全管理方式，提高隐患识别准确性，为实现精细化运营奠定坚实基础。

#### 4.2 管理层面的治理策略

##### 4.2.1 完善规章制度

建立健全石油储罐安全管理制度是保障其安全运行的关键，完善的制度需全面涵盖日常巡检、设备维护和特殊作业审批等核心方面，确保全流程操作符合规范与标准，巡检制度要清晰明确检查内容、执行频率及具体责任人，保障设备按时开展维护与性能评估，及时发现并消除潜在隐患。维护制度须详细规定保养操作流程与质量验收要求，避免因维护不当引发设备故障或安全事故，作业审批制度重点规范动火、清罐等高风险作业，通过严格审批流程和全面风险交底，降低人为操作失误带来的风险，这些制度相互协同发挥作用，构建科学高效的管理体系，为石油储罐

长期安全运行提供有力保障。

#### 4.2.2 加强人员培训

培训操作和维护人员,提升专业技能与安全意识,是提高石油储罐安全管理水平的重要举措,培训内容需覆盖设备操作规范、应急处置流程及相关法律法规,确保员工严格遵守安全操作规程,结合不同岗位特性设计差异化方案,检修人员侧重无损检测技术实操培训,管理人员强化风险评估与决策能力培养。采用理论授课、典型案例分析、实地模拟演练等多样化培训方式,强化知识吸收与技能掌握效果,系统培训能切实提高员工专业素养与责任意识,使其在储罐突发状况时快速做出正确判断,精准采取有效应对措施,大幅减少安全事故发生可能性。

### 5 治理策略实施挑战与应对措施

#### 5.1 成本挑战与应对

石油储罐隐患排查治理策略实施中,成本增加是企业核心挑战,压力来源呈多维度、持续性。设备购置层面成本攀升明显:聚脲涂层、玻璃鳞片涂料等新型防腐材料,耐候性、抗腐蚀性优于传统材料,单价普遍高出30%-50%;智能化仪表监控系统需集成压力、液位、泄漏检测多模块,单套采购及安装费用常达数十万元;涡流检测、声发射检测等先进无损检测设备,单台购置成本甚至超过百万元,大幅加重初始投资压力。人员培训成本同样需重视。适配新技术应用,企业要对操作人员、维护人员开展分层培训:基础操作培训覆盖设备启停、数据读取等内容,周期通常1-2周;高级维护培训涉及故障诊断、系统校准等专业技能,常需外聘专家授课,单人次成本可达数千元。技术迭代下,培训需定期开展,形成持续性支出。储罐防腐层修复、阀门更换等定期维护工作,及设备老化后的更新改造,都会产生稳定持续成本,进一步加剧企业经济负担。企业可通过多维度策略控制成本:制定长期预算规划,按隐患优先级分阶段实施治理,先解决泄漏风险高的储罐问题,再推进智能化升级,避免资金集中投入;设备选型时对比不同厂商方案,优先选择性能达标且价格合理的国产设备,降低采购成本;积极对接应急管理、财政等部门,申请安全生产专项资金、税收抵免等政策支持;将无损检测、技术咨询等非核心业务外包给专业第三方机构,减少内部人员配置及设备闲置成本,实现资源优化配置。

#### 5.2 技术难度挑战与应对

石油储罐隐患排查治理中,新技术应用是提升安全管理水平的关键,实践中面临的技术难题却不容忽视。系统兼容性问题很突出,不少企业升级仪表监控系统时,传统4-20mA模拟信号仪表与新型数字化监

测系统常出现通信协议冲突,导致压力、液位等关键数据传输延迟或丢失,还可能让监控平台功能失效,没法实现隐患实时预警。技术掌握难度大成为中小型化工企业的主要瓶颈,这类企业技术团队往往欠缺物联网传感设备调试、AI故障诊断算法应用及大数据分析工具操作能力,就算引入先进监测设备,也难充分发挥其隐患识别效能。现有基础设施条件制约也很明显,老旧储罐区普遍存在供电容量不足、通信管线老化等问题,满足不了红外热成像检测、超声波探伤等新型设备稳定运行的需求。

企业可从三方面破解上述难题:深化与科研机构、高校的合作,共建专项研发团队,针对企业现有设备特性定制开发兼容性接口模块和数据转换系统,提升技术适配性;建立常态化培训机制,联合行业技术专家开展智能化监测设备操作、数据分析软件应用等实操培训,同时组织技术人员参与行业交流峰会,学习先进应用经验;推行“试点先行”模式,选取1-2个典型储罐区进行新技术试点应用,持续跟踪设备运行状态、隐患识别效果,通过数据积累优化技术方案后再全面推广,降低实施风险。

### 6 结论

石油储罐的安全管理是化工行业安全生产的重要组成部分,本文系统分析储罐常见隐患类型及深层成因,提出结合人工定期巡检与专业无损检测技术的隐患排查方案,从技术与管理双维度构建综合治理策略,技术层面推进新型防腐材料现场应用与智能化仪表系统迭代升级,管理层面着重规章制度细化完善与人员专项培训强化落实。策略实施过程中可能遭遇成本控制与技术适配挑战,通过分阶段有序推进、合理调配资源、开展技术合作及针对性培训,可有效提升石油储罐安全运行水平,未来需进一步推动智能化、信息化技术在储罐安全管理中的深度应用,实现隐患早发现、早预警、早处理,为化工行业高质量发展提供坚实保障。

#### 参考文献:

- [1] 邹昌镛.石油化工安全技术与环境风险的评价研究[J].山西化工,2023(10).
- [2] 何彦强.石油化工安全技术与环境风险评价[J].消防界(电子版),2019(20).
- [3] 王成洪,王腾飞.石油化工安全技术与环境风险的评价研究[J].中国石油和化工标准与质量,2025(15).
- [4] 万义.石油化工安全技术与安全控制分析[J].中国石油和化工标准与质量,2025(09).
- [5] 魏伟.石油化工安全技术与安全控制探讨[J].中国石油和化工标准与质量,2024(21).