

基于信息化平台的罐区安全协同管理模式

崔涛 (中石化南京工程有限公司, 江苏 南京 210049)

摘要: 借助信息化平台的罐区安全协同管理模式, 是把罐区多种安全要素整合起来、优化管理流程的现代化安全治理举措, 该模式把物联网、大数据等技术当作支撑, 解开传统罐区管理里的信息枷锁, 实现设备运行、人员操作、环境监测等环节的相互协同联动, 依靠搭建数据驱动的风险预警体制与闭环管理流程, 切实增强罐区安全风险识别的精准度与应急响应的效率。

关键词: 信息化平台; 罐区安全; 协同管理模式

中图分类号: TB114.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2026) 002-0121-03

Safety Collaborative Management Model of Tank Farms Based on Information Platform

Cui Tao (Sinopec Nanjing Engineering Co., Ltd., Nanjing Jiangsu 210049, China)

Abstract: The safety collaborative management model of tank farms based on the information platform is a modern safety governance measure that integrates various safety elements of tank farms and optimizes management processes. This model takes technologies such as the Internet of Things (IoT) and big data as its support, breaking the information barriers in traditional tank farm management. It achieves mutual coordination and linkage among equipment operation, personnel operation, and environmental monitoring. By establishing a data-driven risk early warning system and closed-loop management process, it effectively enhances the accuracy of tank farm safety risk identification and the efficiency of emergency response.

Keywords: Information platform; Tank farm safety; Collaborative management model

罐区作为石油、化工等行业存放易燃易爆、有毒有害介质的核心地带, 该区域安全管理水平直接关系到企业生产安全跟周边生态环境, 传统罐区安全管理一般采用分散式模式, 设备监控依赖人工去做巡检, 安全信息递送延迟, 各管理部门协同配合程度欠佳, 引起风险预警不及时、隐患处理不彻底等问题反复出现, 伴随信息技术的急速发展, 采用技术手段对罐区安全管理体系进行重构成为行业共识。

1 罐区安全协同管理模式的构建基础

1.1 罐区安全管理要素的系统识别

罐区安全管理牵扯物质、设备、人员、环境等多个维度的要素, 各要素间相互作用一起组成复杂的安全管理系统, 物质要素紧盯储罐内介质的物理化学特性, 涉及闪点、爆炸极限、毒性等级等核心参数, 这些参数直接决定罐区风险防控的关键要点与措施。设备要素囊括储罐本体、阀门管件、泵机组、安全附件等, 其运行状态稳定与否是罐区安全的硬件后盾, 应着重留意设备的腐蚀程度、密封性能以及运行参数波动等状况, 人员要素强调操作与管理能力、安全意识及操作规范方面的表现, 违规进行操作、应急处置失误等人为因素是罐区安全事故的主要致因之一^[1]。

1.2 信息化技术的支撑体系构建

构建信息化平台需凭借多技术融合的支撑体系,

做到对罐区安全要素的全面察觉与高效处置, 物联网技术凭借在储罐、管道、关键设备上面布置的温度传感器、压力传感器、液位计、气体探测器等终端设备, 及时采集设备运行参数与环境监测状况数据, 为安全管理供给持续、精准的基础数据。大数据技术的任务是对采集到的海量数据做清洗、整合与分析操作, 找出数据背后隐藏的风险规律及异常特征, 为风险预警及决策制定提供数据方面的支撑, 云计算技术为平台赋予稳定的算力支持与灵活的存储服务, 保障多部门、多终端在不同场景里高效完成数据访问与协同操作, 移动互联网技术冲破了管理的空间局限, 让管理人员能借助手机、平板等移动终端马上接收预警信号、查看设备状况、发出处置指令, 实现安全管理既实时又便捷^[2]。

1.3 管理标准与技术规范的适配整合

信息化协同管理模式若要有效运行, 需有完善的管理标准与技术规范作为保障, 实现管理流程跟技术应用的平滑衔接, 就管理标准而言, 应结合《石油化工罐区设计规范》《危险化学品重大危险源安全管理规定》等国家相关法规标准, 制订平台数据采集、风险评估、应急处置流程相关内部标准规范, 搞清数据采集的频率、精度的要求, 判定风险等级的划分依据, 以及隐患处置的时长规定和责任承担主体。从技术规范的角度看, 让传感器数据传输协议、数据编码格式、

表1 罐区安全协同管理考核指标及标准

考核指标	考核对象	考核标准	数据来源
隐患排查完成率	生产运营部门	≥ 98% 为合格, 每降低 1% 扣 2 分	平台隐患处置记录
设备巡检达标率	设备管理部门	≥ 99% 为合格, 每降低 0.5% 扣 3 分	平台设备巡检记录
预警信息处置及时率	各协同部门	100% 为合格, 每出现 1 次超时扣 5 分	平台预警处置记录
应急演练完成质量	应急救援部门	85 分以上为优秀, 60 分以下为不合格	平台应急演练评估报告

平台接口标准等实现统一, 保证不同品牌、不同类别的设备跟系统可以实现数据互通与兼容, 创建平台安全规章, 含有数据加密、访问权限约束、系统备份与恢复等方式, 保证平台数据安全与运行有序, 管理标准与技术规范的匹配融合, 为协同管理模式搭建标准化的运行架构。

2 信息化平台的核心功能设计与实现

2.1 多源数据采集与融合处理功能

平台通过构建“终端感知、数据传输、融合处理”的全链路数据采集系统, 完成罐区多源数据的一体化统筹, 终端感知层部署着多种样式的智能监测设备, 其中温度、压力、液位传感器以每 10s 一次的频率采集关键运行参数, 气体探测器实时去监测罐区周边可燃、有毒气体的浓度数值, 视频监控设备借助 AI 算法来实现对人员违规操作(比如未佩戴安全帽、违规动火等现象)的自动识别。数据传输采用 5G 跟工业以太网的双模通信形式, 保证数据传输在实时性与稳定性上达标, 遇到极端网络环境可自动切换通信的模式, 让数据传输不停歇^[3], 数据融合处理模块利用数据清洗算法剔除掉异常数据, 以数据关联分析为手段, 建立设备参数、环境条件、操作行为之间的关联模型, 把分散的各类数据转化成有应用意义的信息, 通过把储罐液位数据跟介质温度、压力数据进行融合, 可精准鉴别储罐运行状态是否正常。

2.2 风险预警与智能研判功能

风险预警及智能研判功能是平台的核心价值呈现, 凭借构建量化风险评估模型, 做到罐区安全风险的精准识别与提早告警, 平台采用层次分析法与模糊综合评价法相结合的模型进行风险评估, 先利用层次分析法算出设备运行状态、环境条件、人员操作等各风险因素的权重, 随后采用模糊综合评价法对各风险因素做量化评分, 最终计算求出罐区综合风险值。其计算公式如下:

$$R = \sum_{i=1}^n W_i \times S_i$$

其中, R 为罐区综合风险值, W_i 为第 i 个风险因素的权重, S_i 为第 i 个风险因素的量化评分, n 为风险因素的个数。当 R 值超过预设阈值时, 平台自动触

发预警机制, 根据风险等级(一般、较大、重大、特别重大)推送不同级别的预警信息, 同时生成风险分析报告, 明确风险诱因、影响范围及建议处置措施。

2.3 应急响应与协同处置功能

平台的应急响应及协同处置功能凭借整合应急资源信息、优化应急步骤, 达成事故发生时各部门的迅速配合与高效处理, 平台里面内置了应急资源管理模块, 全面记录罐区及周边范围内消防设施的位置和现有状态、应急救援队伍的联系方式、应急物资储备数量和存放地点等信息, 可按照事故类型与位置自动匹配出最佳应急资源。应急响应流程采用数字化的闭环管理模式, 当事故发生时刻, 现场人员利用移动终端一键上传事故信息, 平台自动开启对应级别的应急预案, 将事故详情、应急处置流程和任务分工推送给相关应急救援部门^[4], 在处置事情的期间, 各部门实时将处置进展数据上传, 平台实时更新应急处置的进度, 保障指挥人员全面掌握现场态势。应急响应效率计算公式如下:

$$E = \frac{T_0 - T_1}{T_0} \times 100\%$$

其中, E 为应急响应效率提升百分比, T_0 为传统模式下的应急响应时间, T_1 为信息化平台模式下的应急响应时间。通过该功能, 实现应急处置从“被动响应”向“主动防控”的转变, 大幅缩短应急响应时间。

2.4 全流程追溯与管理考核功能

平台构建罐区安全管理全流程追溯体系, 对设备运行、人员操作、隐患处置、应急响应等所有环节的信息进行实时记录与存储, 确保管理过程可追溯、责任可追溯。同时, 平台内置管理考核模块, 结合各部门职责与管理标准, 建立量化考核指标体系, 自动统计各部门及人员的工作完成情况, 生成考核报告。表 1 为罐区安全协同管理考核指标及标准示例。

考核结果与部门绩效、人员评优直接挂钩, 通过正向激励与反向约束, 提升各部门及人员的工作积极性与责任意识, 推动安全管理工作落到实处。

3 罐区安全协同管理模式的应用实施与成效

3.1 模式实施的阶段化流程

罐区安全协同管理模式开展采用分阶段推进举措,

保证模式与企业实际情形深度契合,首个阶段为需求调研及方案设计阶段,采用实地走访、座谈研讨等途径,全方位梳理罐区当前的管理流程、设备状态、人员配置等情形,结合国家法规要求与行业先进的实践经验,制订量身定制的平台建设与模式实施方案。第二阶段是平台开发跟部署的阶段,要求技术团队依照方案条件开发信息化平台,实现传感器、通信设备等硬件的安装及调试,完成平台跟现有生产系统的数据对接操作,第三阶段为实施人员培训与试运行阶段,针对各部门、各岗位的人员开展平台操作培训,明确操作规范以及管理要求,在罐区选定部分区域进行试运行,收集运行过程中产生的问题及改进提议,第四阶段为全面推广及优化阶段,依照试运行情况把平台功能和管理流程加以完善,在整个罐区全面推广应用这一管理模式,进而建立起长期优化机制,持续增进管理成果。

3.2 实施过程中的保障体系建设

模式实施阶段得构建全面的保障体系,保障各项工作顺利实施,就组织保障相关事宜而言,成立由企业主要负责人牵头任组长的罐区安全协同管理领导小组,协调统筹平台搭建、人员培训、资源配备等重大事项,界定各部门的分工及协作机制,从制度保障角度看,拟定《信息化平台运行管理办法》《罐区安全协同管理规范》《数据安全管理规定》等一系列规章制度,使平台操作流程与管理行为规范化。就技术保障这方面而言,构建专业的技术服务小组,承担起平台日常保养、故障查验、功能升级等工作,保障平台平稳运转,就资源保障情况而言,恰当调配资金、人员等相关资源,加大对信息化设备、人员培训等方面的资源投放,为模式的推行提供充足的资源助力^[5],采用多维度的保障体系,给协同管理模式的落地夯实稳固基础。

3.3 模式应用的实际成效分析

某大型石化企业罐区引入该协同管理模式后,赢得了明显的安全管理成果,就风险防控这方面而言,罐区安全隐患排查覆盖率,从传统模式里的82%提升到98.5%,重大安全隐患识别时间从原本的平均24h缩短到2h以内,达成了风险的早察觉、早处理。就设备管理而言,设备故障造成的停机时间较去年同期减少52%,设备综合效率上升到89%,依托平台的预防性维护预警,着实降低了设备突发故障出现的几率,就应急处置相关工作而言,应急响应的平均时间从原来的40min缩短至现在的24min,应急响应效率增长达40%。

3.4 模式的优化方向与发展前景

现阶段协同管理模式还有可进一步优化的空间,

未来可从下列方向去提升完善,在人工智能技术深度应用的范畴,采用机器学习算法,凭借分析历史数据构建更精准的风险预测模型,实现从“异常预警”过渡到“故障预测”,事先预判设备故障与安全隐患。在数字孪生技术融合应用的范畴,搭建罐区数字孪生模型,做到罐区物理实体跟虚拟模型的实时对应,借助虚拟仿真对不同工况下罐区的安全状态进行模拟,为风险评估跟应急演练提供更直观、精准的协助,产业链协同管理的拓展范畴,把协同管理范围从企业内部扩大到上下游产业链,达成跟供应商、运输企业、监管部门等外部主体的信息共用与协同联动,打造全面覆盖的罐区安全管理体系,伴着信息化技术的不断演进,借助信息化平台的罐区安全协同管理模式会朝着更智能、更高效、更全面的方向前行,为罐区安全管理提供更强劲的后盾。

4 结语

基于信息化平台的罐区安全协同管理模式,通过整合安全管理的各类要素、优化协同运行机制、强化技术后盾,成功克服了传统罐区安全管理里存在的信息壁垒、协同缺失、响应缓慢等问题,该模式把数据当作核心驱动,促成了罐区安全管理从“经验驱动”过渡到“数据驱动”、从“分散管理”过渡到“协同管理”的转变,极大提升了罐区安全管理的精细水平与风险防范能力。该模式呈现出较高的实用性与可推广效能,为石油化工等行业罐区安全管理向现代化过渡提供了可行思路,往后需持续推进技术创新与管理优化,拉动协同管理模式逐步提升,为罐区安全平稳地运行提供更坚实的后盾,推动行业实现安全跟效益的协同提升。

参考文献:

- [1] 吕昕. 浅谈原油仓储罐区安全生产一体化管理平台的建设和应用 [J]. 山东化工, 2024, 53(12): 228-230.
- [2] 伊飞. 基于智慧化储运罐区工业互联网平台的数字孪生技术的应用 [J]. 石油化工自动化, 2025, 61(2): 11-16, 55.
- [3] 于一帆. 大型罐区事故致因分析及风险防控信息化对策研究 [J]. 安全、健康和环境, 2021, 21(5): 17-21.
- [4] 陈延. 霍尼韦尔助力提升石化罐区安全及智能化水平 [J]. 自动化博览, 2021, 38(8): 24-26.
- [5] 蒋仲安. 基于危险源理论的油气管道安全管理模型的研究 [J]. 湖南大学学报(自然科学版), 2021, 48(4): 56-65.

作者简介:

崔涛(1989-),男,汉族,山东潍坊人,本科,中级工程师,研究方向:石化储运工程。