

化工企业油气储运全流程安全管控 与应急管理一体化体系构建

梅艳霞 (惠民县应急救援指挥保障中心, 山东 滨州 256600)

摘要: 油气储运是化工企业能源供应链的核心环节, 介质易燃易爆、强腐蚀性等特性决定其全流程安全管控与应急管理的必要性。本文针对当前化工企业油气储运安全管控与应急管理脱节、标准不统一等问题, 结合行业实践经验, 从全流程管控体系搭建、应急管理机制完善、一体化协同保障等维度, 提出体系构建路径, 实现“管控前置预防、应急快速响应”的一体化目标, 为化工企业提升油气储运安全水平、保障能源供应链稳定提供实践参考。

关键词: 化工企业; 油气储运; 全流程安全管控; 应急管理; 一体化体系

中图分类号: TE88 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2026) 002-0166-03

Construction of an Integrated System for Full-Process Safety Control and Emergency Management of Oil and Gas Storage and Transportation in Chemical Enterprises

Mei Yanxia (Hui min County Emergency Rescue Command and Support Center, Binzhou Shandong 256600, China)

Abstract: Oil and gas storage and transportation is a core link in the energy supply chain of chemical enterprises. The characteristics of the medium, such as flammability, explosiveness, and strong corrosiveness, determine the necessity of full-process safety control and emergency management. Aiming at the current problems in chemical enterprises, such as the disconnection between safety control and emergency management of oil and gas storage and transportation, and inconsistent standards, this paper combines industry practical experience to propose a system construction path from the dimensions of full-process control system construction, emergency management mechanism improvement, and integrated collaborative guarantee. The goal is to achieve the integrated objective of “pre-prevention in control and rapid response in emergency”, providing practical reference for chemical enterprises to improve the safety level of oil and gas storage and transportation and ensure the stability of the energy supply chain.

Keywords: Chemical enterprises; Oil and gas storage and transportation; Full-process safety control; Emergency management; Integrated system.

化工企业油气储运连接生产加工与终端销售, 涵盖管道输送、储罐存储、装卸转运等多个环节, 是能源产业链高效运转的关键纽带。油气介质具备易燃易爆、强腐蚀性、有毒有害等固有属性, 叠加储运环境复杂、作业流程繁琐等因素, 导致储运全流程面临腐蚀泄漏、火灾爆炸等多重安全风险。大连新港火灾等典型事故案例表明, 油气储运安全事故不仅会造成巨额经济损失, 还会威胁生态环境与社会公共安全。

当前, 国内化工企业油气储运安全管理多采用“管控与应急分离”的模式, 安全管控侧重事前预防, 应急管理聚焦事后处置, 两者在标准衔接、数据共享、流程协同等方面存在明显断层, 难以形成防控合力。国外已通过 API581 标准等成熟体系实现安全管控与应急管理的协同衔接, 依托大数据技术构建全流程风险防控与应急响应机制。在此背景下, 构建化工企业油气储运全流程安全管控与应急管理一体化体系, 破

解管理脱节难题, 成为保障能源供应链稳定、推动化工行业高质量发展的重要课题。

1 化工企业油气储运安全管控与应急管理现状及问题

1.1 全流程管控覆盖不全面, 风险防控存在盲区

当前化工企业油气储运安全管控多集中于储罐存储、长输管道等核心环节, 对装卸转运、短途配送等辅助环节的管控力度不足, 形成风险防控盲区。部分企业采用传统静态管控模式, 未建立动态风险评估机制, 无法实时捕捉储运过程中介质参数变化、设备老化、环境突变等动态风险因素。同时, 管控流程存在时序错位问题, 多数企业将风险评估置于详细设计后期, 导致前期设计阶段的风险隐患无法及时发现。

1.2 管控与应急衔接断层, 协同响应效率低下

安全管控与应急管理的标准体系相互独立, 存在关键指标不统一、要求不同步等问题。风险管控中判

定的“高风险”场景，在应急管理预案中缺乏对应的处置流程与响应标准；部分企业应急预案基于静态风险数据编制，未结合实时管控数据动态更新，导致预案针对性不足^[1]。

流程协同层面，安全管控团队与应急管理团队分属不同部门，沟通仅依赖阶段性会议，信息传递延迟且存在偏差。部分企业未建立风险信息共享机制，管控环节发现的设备老化、介质参数异常等风险隐患，无法及时同步至应急管理部门，导致应急预案缺乏针对性调整，事故发生时难以快速响应。

1.3 数据共享机制缺失，技术支撑能力不足

安全管控与应急管理采用独立的数据采集与管理系统，数据标准不统一、格式不兼容，形成“数据孤岛”。管控环节的实时腐蚀速率、介质含硫量、设备运行参数等动态数据，无法高效共享至应急管理系统，应急响应时需重新采集数据，延误响应时机。同时，技术工具存在兼容性问题，风险评估常用的PRA软件与应急模拟软件缺乏数据接口，评估得出的风险扩散范围、影响区域等数据需人工手动录入应急模拟系统，不仅耗时费力，还易产生数据误差。此外，部分企业未搭建智能监测平台，依赖人工巡检开展风险管控与应急排查，存在监测精度低、响应滞后等问题。管道沿线腐蚀监测、储罐压力监测等关键数据采集精度不足，无法为安全管控与应急响应提供精准数据支撑。

1.4 应急保障体系不完善，处置能力有待提升

部分化工企业应急物资储备缺乏科学性，未结合管控环节的风险评估结果精准配置物资，存在物资种类不全、数量不足、存放位置不合理等问题，一些高风险储罐区未按要求储备足量的防爆堵漏设备，事故发生时无法及时开展堵漏处置^[2]。应急队伍专业能力不足，缺乏针对油气储运事故的专项培训与实战演练，对泄漏扩散控制、火灾扑救等关键处置环节的操作熟练度不够。同时，企业未建立完善的应急联动机制，与消防、环保等外部应急力量的协同配合不顺畅，事故处置时难以形成合力。

2 一体化体系构建的核心原则与关键路径

2.1 核心构建原则

一全流程覆盖原则，将安全管控与应急管理贯穿油气储运“设计-建设-运营-废弃”全生命周期，覆盖存储、输送、装卸、转运等所有环节，消除风险防控盲区。二协同化原则，打破管控与应急的部门壁垒，实现标准统一、流程衔接、数据共享，构建“预防-监测-预警-响应-处置”全链条协同机制。三智能化原则，依托大数据、物联网、BIM等技术，构建动态风险评估与智能应急响应系统，提升体系运行

效率与精准度。

2.2 关键构建路径

2.2.1 搭建全流程安全管控体系，筑牢风险预防基础

构建全生命周期风险评估机制，将风险评估嵌入设计、建设、运营等各个阶段。概念设计阶段开展初步风险评估，明确设施选址、功能分区的风险控制方向；初步设计阶段完成全面风险评估，针对性优化设计方案，针对储罐基础沉降风险，采用桩基础替代天然地基，增加桩长至25m提升稳定性；运营阶段建立动态风险评估机制，每三年对老旧设施开展专项评估，结合介质参数、设备状态、环境变化等数据实时更新风险等级。按设施类型与储运介质特性制定差异化管控标准，形成覆盖全环节的管控规范^[3]。长输管道高风险区域将埋深从常规1.2m增至1.5m，每500m加装智能监测传感器；人口密集区储罐与居民区距离从常规50m增至60m，扩大安全缓冲区域；装卸转运环节明确介质装卸速率、压力控制等关键指标，配备防爆监测设备。编制全流程管控实操手册，收录典型风险场景的管控措施与处置要点，内置风险参数换算模型，提升管控实操准确率。

2.2.2 完善应急管理机制，提升快速响应能力

建立“风险管控-应急预案”动态匹配机制，基于全流程风险评估结果修订完善应急预案，明确不同风险等级对应的应急响应流程、处置措施与责任分工。针对高风险场景制定专项应急方案，针对管道腐蚀泄漏高风险区域，明确泄漏检测、堵漏处置、介质回收等流程，配套制定生态防护应急措施。建立应急预案定期更新机制，结合动态风险数据与典型事故案例，每两年开展一次预案修订，确保预案针对性与可操作性^[4]。优化应急保障体系，精准配置应急物资。结合风险评估结果，在高风险区域增设应急物资储备点，储备防爆堵漏设备、消防器材、应急监测仪器等物资，明确物资更新周期与维护标准。组建专业化应急队伍，吸纳安全管控人员参与应急处置，开展“管控-应急”协同培训与实战演练，提升队伍对风险隐患的快速识别与处置能力。搭建政企协同应急联动机制，与消防、环保、医疗等部门建立实时沟通渠道，明确应急响应时的协同流程与责任边界，提升应急处置合力。

2.2.3 构建一体化协同保障体系，打破管理脱节壁垒

建立统一的技术标准协同体系，整合安全管控与应急管理的关键指标，形成一体化标准规范。明确风险评估等级与应急响应等级的对应关系，将管控环节的介质参数、设备状态等指标纳入应急响应判定标准；同步更新管控与应急标准，将大数据动态评估指标、智能监测要求等纳入标准体系，消除标准脱节问题。

搭建跨部门协同管理架构, 组建“管控+应急”一体化项目组, 实行项目总负责人制, 统筹协调全流程管理工作。建立每周固定协同会议制度, 同步管控过程中的风险隐患与应急管理中的问题; 搭建云端信息共享平台, 实现风险评估报告、管控数据、应急预案、处置记录等信息的实时同步, 将信息传递延迟从传统 24h 降至 1h 内。完善协同监督机制, 引入第三方专业机构, 对管控与应急衔接效果开展全流程监督, 重点核查风险隐患处置与应急措施落实情况, 确保协同要求落地见效^[5]。

2.2.4 搭建智能化技术支撑体系, 强化数据驱动能力

构建一体化数据共享架构, 搭建油气储运全流程数据库, 统一管控与应急数据标准, 纳入介质参数、设备运行数据、环境监测数据、风险评估数据等核心数据, 明确数据采集精度与更新频率。其中, 原油含硫量实时监测精度需达到 $\pm 0.05\%$, 土壤腐蚀性参数每季度更新, 管道壁厚测量误差 $\leq 0.1\text{mm}$ 。部署智能数据采集与校验系统, 在管道沿线每 2km 设置腐蚀监测传感器, 储罐区安装 $\pm 0.01\text{MPa}$ 压力传感器, 通过校验算法自动比对数据, 实现超阈值预警。

研发兼容型一体化技术工具, 推进风险评估软件、管控监测软件与应急模拟软件的接口开发, 实现数据与模型的无缝联动。开发 BIM 一体化管理平台, 将风险点位置、风险等级等数据自动导入 BIM 模型, 用不同颜色标注风险等级, 为管控优化与应急处置提供可视化支撑; 在设计软件中嵌入风险参数计算与应急方案生成模块, 输入介质含硫量、土壤腐蚀性等级等参数, 自动生成管控措施与应急处置方案。搭建动态数据反馈系统, 将运营期智能监测数据实时传输至管控与应急系统, 实现风险评估、管控措施、应急预案的动态优化^[6]。

3 一体化体系实施效果保障措施

3.1 强化组织保障, 明确责任分工

化工企业应成立一体化体系建设专项工作组, 由企业主要负责人担任组长, 统筹协调安全管理、生产运营、应急管理等部门的工作。明确各部门在一体化体系中的职责边界, 安全管理部门负责全流程风险管控的统筹实施, 应急管理部门负责应急预案修订与应急响应组织, 生产运营部门负责数据采集与现场管控措施落实, 形成“全员参与、权责明晰”的工作格局。建立责任追溯机制, 对因管控与应急衔接不到位、数据报送不及时、措施落实不力导致安全事故的, 严肃追究相关部门与人员的责任。

3.2 完善制度保障, 规范体系运行

制定《油气储运全流程安全管控与应急管理一体

化实施细则》, 明确体系运行的流程要求、数据标准、协同机制等核心内容; 出台数据管理、风险评估、应急演练等配套制度, 规范各环节工作开展。建立体系运行评估机制, 每半年开展一次全面评估, 重点核查管控覆盖完整性、应急响应及时性、数据共享有效性等指标, 针对评估发现的问题制定整改方案, 持续优化体系运行效果。

3.3 加强人才保障, 提升专业能力

建立“管控-应急”复合型人才培养机制, 定期组织安全管控、应急管理、数据技术等领域的专项培训, 提升工作人员的跨领域专业能力。邀请行业专家开展实战化教学, 结合典型事故案例讲解一体化体系的运行要点与处置技巧。开展常态化“管控-应急”协同演练, 模拟不同风险场景的应急处置流程, 提升团队的协同配合能力与应急处置熟练度。

4 结语

化工企业油气储运全流程安全管控与应急管理一体化体系构建, 是破解“管控与应急脱节”难题、提升安全防控能力的关键举措。该体系通过搭建全流程管控体系、完善应急管理机制、构建协同保障体系与智能化技术支撑体系, 实现了安全管控与应急管理的深度融合, 形成“预防-监测-预警-响应-处置”的全链条防控合力。本文提出的一体化体系构建路径, 结合了行业实践经验与量化数据支撑, 具备较强的可操作性。但体系在极端环境下的适配性、智能化技术的落地应用等方面仍需进一步研究。未来, 可结合 AI、VR/AR 等先进技术, 优化动态风险评估与应急模拟功能, 加强新能源与传统油气储运设施融合场景的安全管控与应急管理研究, 为化工行业油气储运安全管理提供更全面的技术支撑。

参考文献:

- [1] 牛奇, 蔡严, 张祎坤. 油气储运设施的安全风险评估与设计优化 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2025, 45(18): 7-9.
- [2] 童豪杰. 油气储运中的设施安全问题及解决措施 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2024, 44(24): 25-27.
- [3] 刘啸奔, 王昊, 姜子涛, 等. 油气储运设施强度设计与安全管理课程数字化教材建设 [J]. 化工管理, 2024(22): 25-28.
- [4] 闵祥东. 油气管道及储运设施安全保障技术发展现状 & 展望 [J]. 化学工程与装备, 2023, (09): 93-95.
- [5] 向洪诚, 江嘉勇. 油气储运中的设施安全问题及解决措施 [J]. 化工设计通讯, 2022, 48(04): 31-33.
- [6] 周建伟. 油气储运设施的安全风险评估与设计优化 [J]. 中国化工贸易, 2025, (34): 157-159.