

化工安全应急管理机制创新研究

贺恩伟

中化应急技术服务(舟山)有限公司 浙江 舟山 316000

摘要:当前化工安全应急管理面临流程衔接不畅、模式适配性不足、资源配置低效及多主体协同壁垒等问题。本文通过分析机制创新的内在逻辑,提出流程动态循环、模式差异化重构、资源精准调度、协同生态构建及技术深度融合等创新方向,并从流程优化、模式转型、资源配置、协同联动及技术融合五个维度设计实施路径,为提升化工行业应急管理效能提供系统性解决方案。

关键词:化工安全;应急管理;机制创新;资源配置;技术融合

引言:化工行业作为国民经济支柱产业,其安全生产直接关系到社会稳定与经济发展。随着化工装置大型化、工艺复杂化及新型风险形态涌现,传统应急管理机制在流程衔接、资源配置、协同响应等方面暴露出诸多短板,难以满足高风险场景下的防控需求。在此背景下,探索应急管理机制创新路径,构建适应行业发展趋势的现代化管理体系,成为保障化工行业可持续发展的关键命题。

1 化工安全应急管理机制的现存困境

1.1 应急管理流程衔接不畅

化工安全应急管理覆盖风险预防、前期准备、事故响应、事后恢复四大阶段,各阶段运行呈现明显割裂状态。风险预判环节形成的评估成果,无法有效作为应急预案编制的核心依据,造成预案内容和现场实际风险现状相互脱节。筹备阶段的物资储备方案、应急演练规划缺少动态调校机制,无法依照生产装置运行工况变化及时完成优化调整。事故处置阶段信息逐层上报易出现内容衰减,现场关键数据经多级流转后易缺失核心要素,干扰指挥决策的精准度。事后恢复阶段事故溯源复盘与经验提炼工作推进滞后,同类安全隐患反复滋生,无法构建闭环管控链路。

1.2 应急管理模式适配性不足

传统化工应急管理普遍采用统一化管控标准,未兼顾不同体量企业、差异化工艺装置的个性化管控诉求。大型化工企业与中小化工企业在风险等级、物资储备体量、从业人员专业素养上差距显著,统一化管控标准造成大型企业流程冗余低效,中小企业难以落地执行。装置开停车、设备检维修等特殊作业场景,安全管控逻辑和常规生产模式存在本质差异,现有体系针对特殊作业场景的专属管控规则仍不完善。化工产业朝着精细化、智能化方向迭代,全新风险类型持续涌现,传统管控体系应对数字孪生落地、工业网络安全等新兴领域风险的适配能

力相对滞后。

1.3 应急资源配置与调度低效

应急物资储备呈现结构性失衡特征,通用防护物资储备量冗余,专用救援设备供给缺口突出^[1]。区域间物资布局不均衡,事故突发后跨区域调配需求频繁产生,缺少科学风险预判模型支撑,极易出现物资错配、资源浪费等问题。现有调度体系智能化层级偏低,过度依托人工统筹协调,难以应对复杂事故场景下多任务同步处置需求。物资设备全流程动态监测机制缺失,无法实时掌握储备物资有效期、专业设备运行状态等关键信息,拖慢整体应急响应节奏。

1.4 多主体应急协同存在壁垒

政府监管部门、化工生产与危化品存储企业、第三方专业机构职责边界界定模糊,权责划分缺少清晰规范约束。各参与主体独立搭建信息管理系统,应急装备物联网未充分整合,应急基础数据分散存储,数据格式标准不统一,难以实现集中整合共享。多方联合应急演练制度不完善,各主体参与积极性参差不齐,协同处置流程缺少实战场景校验。社会公众参与应急事务的渠道较为狭窄,大众安全防护意识与自救实操能力偏弱,未能搭建完善的民间应急支撑体系。

2 化工安全应急管理机制创新的内在逻辑

2.1 创新的内在驱动因素

化工安全应急管理机制革新由多重动力共同助推。产业技术的快速迭代,推动管控范式不断升级,而工业互联网、大数据等前沿技术的应用,更为风险感知、智能决策提供了全新工具,进而推动传统人工管控模式向智能管控转型。行业风险特征持续演变提出全新管控标准,大型化装置与复杂化工艺大幅提升事故危害程度,老旧经验化管控方式已无法适配高风险防控要求。行业内部对管理效能升级的诉求持续攀升,现有体系在流程衔

接、资源统筹等环节的低效问题,需依靠体系化革新实现突破。全球化格局下国际安全管控标准持续升级,国内行业需对标接轨先进规范,外部约束逐步转化为内部体系改革的内生动力。

2.2 创新与应急管理的内在关联

机制革新和化工安全应急管理具备深度适配属性。体系革新是破除当前管控困境的核心抓手,依托前沿技术引入、组织架构重构、运行流程优化等方式,补齐现有体系在场景适配、快速响应等层面的短板^[2]。日常应急管理实践为机制革新锚定优化方向,常规管理暴露的漏洞、事故处置显现的薄弱环节,均可作为体系升级的切入点。双向互动助力应急管理从被动事后处置,转向主动事前预判,从单点环节整改升级为全链路架构优化,实现管控能力的层级跃升。

2.3 创新的逻辑闭环构建

化工安全应急管理机制革新需搭建完整运行逻辑链条。以全域风险识别为起始,依托多源数据融合解析手段,精准刻画并动态更新风险特征。结合风险评估结果定制革新方案,依照风险等级匹配差异化管控策略,保障各项革新举措贴合实际场景需求。将革新理念转化为落地管理工具,搭建智能预警系统、设立弹性物资调配规则,形成可落地执行的管控载体。依托制度规范保障革新成果长效运行,完善行业标准体系、建立成效考核规则,避免革新举措流于形式。以管控成效反向校验优化革新方向,构建“风险识别-方案定制-工具落地-制度保障-成效复盘”的闭环逻辑。

3 化工安全应急管理机制创新方向

3.1 应急管理流程创新

应急管理流程革新需跳出传统线性管控思维,搭建全周期动态循环管控架构。将风险评估嵌入生产运营全流程,依托实时监测数据与工艺参数关联解析,动态捕捉风险演变特征并自主调校预警临界值^[3]。打破预案静态文档固化模式,借助知识图谱整合过往事故案例与行业专家经验,搭建多场景全覆盖的动态预案资源库。事故处置阶段推行分级启动与动态评估模式,依照事故演变态势灵活调整响应等级与处置方案,规避物资过度投入或响应力度不足等问题。事后复盘环节强化经验复用价值,依托数字孪生复刻事故演变全过程,梳理核心管控要点并反哺前端风险预防环节,形成全流程循环管控模式。

3.2 应急管理模式创新

管控模式革新聚焦参与主体职责重构与运行规则优化。政府监管工作从事后追责转向全过程帮扶引导,搭建企业安全成熟度评级体系,推行分级分类的差异化监

管模式。企业层面构建本质安全与应急管控并行的发展模式,将安全设计理念融入工艺优化、设备选型全流程,从源头降低事故触发概率。推进区域应急治理共同体建设,依托协同协议明确各方权责边界,落实区域风险共治、物资共享、信息互通的一体化运行模式。

3.3 应急资源配置与调度机制创新

物资调配机制革新兼顾精准适配与弹性储备需求。依照区域风险等级搭建分级物资储备模型,高风险区域采用专属物资储备与通用物资共享相结合的布局模式。搭建智能物资调配平台,融入地理信息与实时路况数据,规划跨区域物资转运最优路径。建立物资设备全生命周期管控体系,借助物联网标识实现物资位置、存量、有效期的实时动态追踪。调配决策融入多目标优化算法,在响应时效、成本管控、物资利用率等维度寻求平衡最优解。

3.4 应急协同机制创新

协同机制革新重点破除信息孤岛与行动脱节难题。搭建全域统一应急指挥中枢,制定标准化数据对接规范,打通政府、企业、第三方机构间的数据交互通道。建立多方联合演练常态化制度,依托虚拟现实复刻多主体协同处置实景,提升各方联动配合默契度。引入区块链技术搭建信息信任体系,保障应急数据传输全程可追溯、内容不可篡改。拓宽社会公众参与应急事务的渠道,开发线上应急技能教学资源,培育厂区周边社区应急志愿队伍。

3.5 应急管理技术融合创新

技术融合革新推动传统人工管控向智能管控全面转型。搭建终端感知、边缘处理、云端分析一体化监测网络,在生产装置布置智能感知设备,边缘端完成基础数据筛选处理,云端开展全域风险综合研判。依托深度学习算法搭建智能预警模型,运用迁移学习破解小样本场景下模型训练难题。借助数字孪生搭建虚拟厂区模型,在数字场景推演事故发展与处置流程,为线下应急方案优化提供参考。挖掘量子计算在复杂事故场景推演中的应用潜力,提升多风险因素耦合分析的运算效率,为应急指挥决策提供科学数据支撑。

4 化工安全应急管理机制创新实施路径

4.1 优化一体化应急管理流程

搭建全周期动态管控流程是提升应急效能的基础保障。打破预防、准备、响应、恢复各环节的独立运行状态,建立贴合风险演变规律的动态循环架构。风险预防环节,将评估工作深度融入生产运营体系,依托实时数据采集与工艺参数关联分析,精准捕捉风险动态变化并自主调校预警标准^[4]。前期筹备环节搭建智能预案管控系统,运用知识图谱整合事故案例与专家经验,完善多场

景动态预案库,建立预案内容随风险评估结果同步更新的联动规则。事故响应环节落实分级启动与动态评估机制,依据事态发展灵活调整处置力度,保障物资投入规模与风险等级精准匹配。事后恢复环节完善经验复盘复用机制,通过数字孪生还原事故全过程,提炼核心管控要点并反向完善前端防控体系,构建全链路闭环管控架构。

4.2 推动应急管理模式转型

管控模式升级需完成主体职责重塑与运行规则全面优化。政府监管层面完善企业安全成熟度评估体系,结合企业体量、工艺复杂度、风险等级等维度划分监管层级,把工作重心从事后追责转向全过程指导帮扶。企业内部树立本质安全前置理念,将安全设计要求融入工艺升级、设备采购选型全过程,通过源头管控削减安全隐患滋生源头。区域层面推进应急治理共同体落地,以协同协议明确各方权责,完善风险共治、资源共享、信息互通运行规则,补齐中小企业应急资源短板,强化大小企业间物资与技术互补效能。

4.3 构建应急资源动态配置调度体系

物资统筹调配需兼顾精准适配与弹性储备双重需求。依照区域风险等级制定差异化物资储备方案,高风险区域采用专属储备与通用共享结合的布局方式。搭建智能调配平台整合地理信息与实时交通数据,科学规划跨区域物资转运路线。完善物资设备全生命周期管控机制,依托物联网标识实现物资存量、位置、有效期的实时监控,引入多目标优化算法平衡响应时效与资源利用率。健全专业救援设备共享机制,布局区域性特种装备储备中心,依托市场化运作模式提升闲置资源利用效率。

4.4 打破协同壁垒完善多主体联动

优化协同机制需重点化解信息割裂与行动脱节核心问题。搭建标准化应急指挥平台,统一数据接口与格式规范,实现政府监管、企业运维、第三方服务系统的业务协同。固化多方联合演练机制,利用虚拟仿真技术还原复杂事故场景,强化各主体协同处置的实战能力。依托区块链技术构建应急信息可信传输体系,保障数据流

转全程可溯源、不被篡改。拓宽社会参与路径,上线普及型应急技能线上课程,扶持厂区周边社区志愿应急队伍建设,形成政府主导、企业主责、社会参与的多元治理格局。

4.5 深化技术与应急管理融合应用

强化智能技术落地落地,驱动应急管理智能化升级。部署终端-边缘-云端协同感知网络,生产现场布设智能传感设备,边缘节点完成基础数据筛选,云端承担全域风险综合研判工作。基于深度学习搭建智能预警模型,借助迁移学习改善小众事故样本不足带来的模型适配问题^[5]。利用数字孪生构建虚拟工厂镜像,推演事故演化路径与处置流程,为线下应急方案优化提供仿真依据。挖掘量子计算在多因素风险耦合分析中的应用价值,提升复杂场景事态推演的运算精度与速度,为高层应急决策提供可靠技术支撑。

结束语

化工安全应急管理机制创新是破解当前管理困境、提升应急能力的关键。通过优化一体化流程、推动管理模式转型、构建动态资源体系、打破协同壁垒、深化技术融合应用等实施路径,可实现应急管理从被动应对到主动防控、从单一环节改进到全链条优化的转变。这些创新举措有助于提升化工行业整体安全水平,为行业可持续发展提供坚实保障,切实保障人民群众生命财产安全。

参考文献

- [1]姜萌.化工园区消防应急管理机制的完善与创新[J].化工管理,2025(34):96-99.
- [2]高田.化工企业生产安全管理与事故应急管理措施分析[J].化工管理,2025(36):91-94,122.
- [3]邓显通.关于化工设备安全管理的创新思路探讨[J].中国设备工程,2024(13):57-59.
- [4]关文雯,徐忆哲,王长庚.石油化工企业生产安全事故应急管理体系构建研究[J].化工管理,2026(8):67-70.
- [5]刘晟.化工安全生产管理及事故应急处理对策[J].石油化工建设,2025,47(9):30-32.