

新环境下化工工程安全生产管理及事故应急策略分析

马世伟

内蒙古西部天然气股份有限公司 内蒙古 鄂尔多斯 017000

摘要: 本文聚焦新环境下化工工程安全生产管理及事故应急策略展开研究。在新环境中, 化工行业面临技术迭代与设备可靠性风险、多业态融合的管理复杂性以及人力资源结构性矛盾等挑战。为应对这些问题, 提出基于PDCA循环的智能化管理模型、全要素协同监管机制创新以及本质安全技术创新等体系化改进路径。同时, 构建涵盖事故应急预案制定、应急救援队伍建设、应急物资储备与管理以及事故应急演练的事故应急策略体系。

关键词: 化工工程; 安全生产管理; 事故应急策略; 新环境挑战

引言

化工工程作为国民经济的关键组成部分, 对经济发展有着重要推动作用。然而, 其生产涉及众多危险化学品与复杂工艺流程, 安全生产风险高。在新环境下, 技术快速发展、产业融合加深以及人力资源结构变化等, 使化工安全生产管理面临全新挑战。传统的安全生产管理模式难以适应新的形势需求, 事故时有发生, 造成了严重的人员伤亡与财产损失。

1 新环境下化工安全生产管理的核心挑战

1.1 技术迭代与设备可靠性风险

随着科技的飞速发展, 化工行业不断引入新的技术和设备, 智能化、自动化水平日益提高。然而, 这也带来了一系列技术迭代与设备可靠性风险。一方面, 新型设备和技术的研发与应用往往伴随着技术的不成熟性。比如, 一些智能控制系统在应对复杂工况时, 可能出现算法漏洞或通信故障, 导致对生产过程的控制出现偏差, 进而引发安全事故。另一方面, 设备的可靠性在技术迭代过程中也面临考验。新设备可能在设计上存在缺陷, 或者在实际运行过程中因各种因素导致部件损坏、性能下降。就像某些化工设备的关键传感器, 在长期使用后, 可能会出现精度降低、信号漂移等问题, 影响对生产参数的准确监测, 为安全生产埋下隐患。

1.2 多业态融合带来的管理复杂性

如今, 化工产业呈现出多业态融合的发展趋势, 化工园区内企业之间的产业链耦合度不断加深。这种融合虽然在一定程度上提高了资源利用效率和经济效益, 但也给安全生产管理带来了极大的复杂性。在危化品储运环节, 由于涉及多个企业之间的协作, 运输路线、储存条件等方面的协调难度加大。一旦某个环节出现管理漏洞, 如危化品泄漏, 就可能引发连锁反应, 影响到整个园区的安全生产。能量互供方面同样存在风险, 不同企

业的能源需求和供应稳定性各不相同, 在能源传输和分配过程中, 若缺乏有效的协调和监控机制, 容易出现能源供应中断或压力异常等问题, 进而影响生产装置的正常运行。

1.3 人力资源结构性矛盾

化工行业的快速发展与人力资源的供给之间存在着明显的结构性矛盾。一方面, 化工生产一线操作人员的专业素质和技能水平参差不齐^[1]。部分操作人员缺乏系统的化工专业知识和安全培训, 对先进设备的操作和维护能力不足, 难以适应新环境下化工生产的要求。比如, 在一些自动化程度较高的化工生产线上, 操作人员由于不熟悉新设备的操作流程和安全注意事项, 频繁出现误操作, 引发安全事故。另一方面, 高级安全管理和技术人才的短缺问题也日益突出。化工行业对安全管理和技术人才的需求持续增长, 但相关专业人才的培养速度却相对滞后, 导致企业在安全管理和技术创新方面缺乏有力的人才支撑。而且, 由于化工行业工作环境相对艰苦, 吸引力不足, 人才流失现象较为严重, 进一步加剧了人力资源的结构性矛盾, 对化工安全生产管理造成了不利影响。

2 安全生产管理的体系化改进路径

2.1 基于PDCA循环的智能化管理模型

2.1.1 Plan阶段

运用FMEA(失效模式与影响分析)分析法, 对化工生产过程进行全面深入的风险识别。通过对生产设备、工艺流程、操作方法等各个方面进行细致分析, 共识别出218项潜在风险点。在此基础上, 建立动态风险评估矩阵, 根据风险发生的可能性和影响程度, 对每个风险点进行量化评估, 确定其风险等级。动态风险评估矩阵能够根据生产过程中的实际情况变化, 实时更新风险评估结果, 为后续的风险管理提供科学依据。

2.1.2 Do阶段

部署5G+工业互联网平台,实现对化工生产关键参数的毫秒级监测。5G技术具有高速率、低时延、大连接的特点,能够确保生产数据的快速、准确传输。通过工业互联网平台,将生产设备、传感器等连接起来,实时采集和传输温度、压力、流量等关键参数^[2]。一旦发现参数异常,系统能够立即发出预警,提醒操作人员及时采取措施,避免事故的发生。

2.1.3 Check阶段

构建数字孪生系统,该系统通过对化工生产过程的物理实体进行数字化建模,能够实时模拟生产设备在各种工况下的运行状态,尤其是在极端工况下的设备响应特性。通过数字孪生系统,企业可以提前对可能出现的故障和风险进行预测和分析,制定相应的应对措施,提高生产系统的安全性和可靠性。

2.1.4 Act阶段

建立知识图谱驱动的自优化机制。知识图谱能够整合化工生产过程中的各种知识和经验,包括设备维护知识、故障处理案例等。当生产过程中出现问题或需要进行改进时,系统能够根据知识图谱中的信息,自动生成优化方案,并不断迭代改进。经过实际应用,累计迭代改进方案127项,有效提升了化工生产的安全性和效率。

2.2 全要素协同监管机制创新

2.2.1 政企数据互通

打通应急管理部危险化学品登记系统与企业SCADA(数据采集与监视控制系统)系统,实现实时数据核验。应急管理部的危险化学品登记系统包含了大量危险化学品的基本信息、安全技术说明书等,企业的SCADA系统则实时采集和监控生产过程中的各种数据。通过数据互通,监管部门可以实时获取企业的生产数据,对企业的危险化学品管理情况进行实时监督和检查,确保企业严格遵守相关法规和标准。

2.2.2 第三方审计制度

引入国际Process Safety Management(PSM)认证体系,强化外部监督力度。PSM认证体系是一套国际认可的过程安全管理标准,涵盖了工艺安全信息管理、操作规程制定、培训管理、设备完整性管理等多个方面。通过引入第三方审计机构,按照PSM认证体系的要求对企业进行全面审计,能够发现企业在安全生产管理方面存在的问题和不足,提出针对性的改进建议,促进企业不断完善安全生产管理体系。

2.2.3 产业链责任共担

建立园区级安全生产保证金制度,按风险等级实施

差异化费率。根据化工企业在园区内所处的产业链位置、生产工艺的危险性等因素,对企业进行风险等级评估。风险等级高的企业需缴纳较高的安全生产保证金,风险等级低的企业缴纳较低的保证金。当园区内发生安全生产事故时,可使用保证金对事故进行应急救援和损失赔偿,同时促使企业更加重视安全生产,积极采取措施降低风险^[3]。

2.3 本质安全技术创新方向

2.3.1 微反应器技术

微反应器技术在化工生产中具有显著优势,以硝化反应为例,采用微反应器技术可使硝化反应持液量降低90%。持液量的大幅减少,意味着反应体系中危险化学品的存量减少,从而有效降低了事故发生时的危害程度。同时,微反应器技术能够实现反应过程的精确控制,提高反应的选择性和转化率,使本质安全度提升4个等级,为化工生产提供了更加安全可靠的技术手段。

2.3.2 超临界二氧化碳萃取工艺

传统有机溶剂在化工生产中存在易燃、易爆等安全隐患。超临界二氧化碳萃取工艺作为一种新型的分离技术,能够替代传统有机溶剂。超临界二氧化碳具有良好的溶解性和扩散性,且无毒、不可燃,使用超临界二氧化碳萃取工艺能够消除燃爆风险源,从源头上提高化工生产的安全性。

2.3.3 智能防腐涂层

金属设备在化工生产中容易受到腐蚀,影响设备的使用寿命和安全性。智能防腐涂层能够实现金属壁厚自动修复,当涂层检测到金属表面出现腐蚀时,能够自动释放修复物质,对金属进行修复,将设备寿命周期延长3-5倍。这不仅降低了设备更换和维护的成本,还减少了因设备腐蚀引发的安全事故风险。

3 化工工程事故应急策略

3.1 事故应急预案的制定

在制定事故应急预案时,首先要对化工生产过程中可能发生的各类事故进行全面的风险分析。通过对生产工艺、设备设施、危险化学品特性等因素的综合考虑,确定可能发生的事故类型,如火灾、爆炸、泄漏、中毒等,并评估事故发生的可能性和可能造成的危害程度。根据风险分析结果,明确应急预案的定位和目标,确保应急预案能够有效应对各种可能发生的事故。事故应急预案应包含详细的应急组织机构及职责、应急响应程序、应急救援措施、应急资源保障、后期处置等内容。应急组织机构应明确各成员的职责和分工,确保在事故发生时能够迅速、有序地开展应急救援工作。应急响应

程序应规定事故报告、应急启动、应急处置等环节的具体流程和要求,确保应急响应的及时性和有效性。应急救援措施应针对不同类型的事故制定具体的救援方法和技术,如针对火灾事故的灭火方法、针对泄漏事故的堵漏措施等。应急资源保障应明确应急救援所需的人力、物力、财力等资源的储备和调配方式,确保应急救援工作的顺利进行。后期处置应包括事故后的恢复生产、事故调查、损失评估等内容,为企业的后续发展提供保障。

3.2 应急救援队伍建设

化工企业应根据自身生产特点和可能发生的事故类型,组建专业的应急救援队伍。应急救援队伍成员应具备相关的专业知识和技能,熟悉化工生产工艺和设备,掌握应急救援技术和方法。救援队伍成员应了解各种危险化学品的特性和应急处置方法,能够熟练使用各类消防器材和防护装备。同时应急救援队伍要定期进行培训和演练,提高应急处置能力和协同作战能力。培训内容应包括应急救援理论知识、实际操作技能、应急响应流程等,演练应模拟真实的事故场景,让救援队伍成员在实战中不断提升应急处置能力。除了依靠自身的应急救援队伍外,化工企业还应与当地的消防、医疗、环保等外部救援力量建立良好的合作关系,签订应急救援协议。在事故发生时,能够及时请求外部救援力量的支援,共同开展应急救援工作。

3.3 应急物资储备与管理

化工企业应根据可能发生的事故类型和规模,确定应急物资的种类和数量。应急物资应包括防护用品,如安全帽、防护服、防护手套等;消防器材,如灭火器、消防栓、消防车等;堵漏工具,如堵漏胶、堵漏带等;急救药品,如止血药、解毒药等;通讯设备,如对讲机、卫星电话等^[4]。物资的储备量应满足事故初期应急救援的需要,并根据实际情况定期进行更新和补充。建立健全应急物资管理制度,明确物资的采购、储存、保管、领用、维护等环节的管理要求。定期对应急物资进行检查和维护,确保其处于良好的备用状态。比如,定期检查灭火器的压力是否正常、消防器材是否完好无损、急救药品是否在有效期内等。同时对应急物资的使用情况进行记录和统计,及时掌握物资的消耗和储备情况,为物资的补充和更新提供依据。

3.4 事故应急演练

化工企业应制定详细的事故应急演练计划,明确演练的目的、内容、时间、地点、参与人员等。演练计划

应根据企业的实际情况和可能发生的事​​故类型,合理安排演练的频次和规模,确保演练的全面性和有效性。按照演练计划,精心组织事故应急演练。演练过程中,应模拟真实的事​​故场景,让参演人员充分体验事故发生时的紧张氛围,提高他们的应急响应能力和实战能力。同时注重演练过程中的协调配合,检验应急组织机构的指挥能力和各救援队伍之间的协同作战能力。在演练中,应急组织机构应能够迅速、准确地下达指挥命令,各救援队伍应能够按照命令协同作战,共同完成应急救援任务。演练结束后,及时组织对演练效果进行评估和总结。评估内容包括演练方案的合理性、参演人员的表现、应急物资的保障情况、演练过程中存在的问题等。通过评估和总结,发现演练中存在的不足之处,提出改进措施和建议,不断完善事故应急预案和应急救援体系。针对演练中发现的应急物资储备不足的问题,及时补充应急物资;针对参演人员应急处置技能不熟练的问题,加强培训和训练。

结束语

综上所述,新环境下化工工程安全生产管理及事故应急策略的完善是一项系统且长期的任务。通过对核心挑战的剖析,明确了当前化工安全生产管理的困境。而基于此提出的体系化改进路径和事故应急策略,为化工企业提供了切实可行的方向。化工企业应积极落实这些措施,不断优化安全生产管理模式,加强应急能力建设。随着未来技术的持续进步和行业的发展,还需持续关注新出现的问题,进一步创新和完善安全生产管理及事故应急策略,以适应不断变化的安全生产环境,确保化工行业安全稳定发展。

参考文献

- [1]葛桂冬,栾振松,陈鼎斌,邹彩连.新时期化工安全生产与环境保护管理策略[J].化纤与纺织技术,2024,53(9):97-99.
- [2]顾小斌.新环境下化工企业安全生产管理体系构建与策略研究[J].中国科技期刊数据库工业A,2024(12):145-148.
- [3]张道广.数智化时代化工安全生产应急管理策略分析[J].石油石化物资采购,2024(5):136-138.
- [4]田宝国,贾照乾,王言文.化工安全生产与环境保护管理的策略探讨[J].中国科技期刊数据库工业A,2024(2):0049-0052.