

化工安全事故与高效应急处置

吴帅锋¹ 陈长营² 刘召壹³

1.如鲲（山东）新材料科技有限公司 山东 济宁 272000

2.山东辰龙药业有限公司 山东 济宁 272000

3.鱼台县应急管理局 山东 济宁 272000

【摘要】：化工行业作为国民经济的重要支柱，生产过程中涉及大量易燃易爆、有毒有害物料，安全风险突出。近年来，化工安全事故频发，不仅造成人员伤亡和财产损失，更对生态环境构成严重威胁。深入分析事故诱因，规范应急处置流程，提升应急响应能力，是遏制事故蔓延、降低事故损失的关键。本文从事故原因、处置流程及能力提升策略方面展开探讨，为构建化工安全应急管理体系提供理论参考。

【关键词】：化工；安全事故；高效应急处置

DOI:10.12417/2705-0998.25.15.055

1 化工安全事故原因

1.1 人为因素

人为因素是引发化工安全事故的首要诱因，贯穿于生产操作的各个环节。操作违规现象普遍存在，部分操作人员为追求效率或存在侥幸心理，未严格遵循操作规程，擅自更改反应参数、缩短操作步骤或违规启停设备，导致工艺系统偏离正常运行状态。某精细化工企业操作人员未按规定进行物料预热，直接投入反应原料，引发剧烈放热反应失控，造成反应器超压泄漏。

安全技能不足直接影响风险应对能力，操作人员对设备特性、物料危险性及应急处置方法掌握不扎实，在出现异常情况时无法快速判断和正确处理。新员工未经系统培训即上岗操作，对关键设备的操作要点和风险点认识不足，易因操作失误引发事故。疲劳作业、注意力不集中等工作状态不稳定情况会降低操作精准度，增加误操作概率。

责任意识淡薄导致风险防控流于形式，部分人员对日常巡检、设备维护等基础工作重视不足，未能及时发现管道腐蚀、阀门渗漏等潜在隐患。巡检记录造假、隐患上报不及时等行为，使得小问题逐渐积累成重大事故，最终引发严重后果。

1.2 设备因素

设备是化工生产的物质基础，其技术状态直接关系到生产安全。设备老化失修是普遍问题，化工设备长期在高温、高压、强腐蚀环境中运行，金属构件会逐渐产生疲劳、磨损和腐蚀，导致壁厚减薄、强度下降。部分企业为降低成本，超期使用老旧设备，未按规定定期检测和更换，最终因设备失效引发泄漏、爆炸等事故。

安全附件缺失或失效会丧失最后一道防护屏障，安全阀、压力表、紧急切断阀等安全附件未按规定校验和维护，在设备超压、超温时无法正常动作，失去安全保护功能。液位计、流量计等监测仪表故障，会导致操作人员无法准确判断设备运行状态，延误异常情况处置时机。

设备选型不当埋下先天隐患，部分企业选用的设备规格、材质与工艺要求不匹配，如用普通碳钢管道输送强腐蚀性介质，或设备设计压力低于实际工作压力，在生产过程中极易发生故障。设备安装调试不规范，如管道连接密封不良、设备基础不稳等，也会增加运行中的泄漏风险。

1.3 管理因素

管理体系不完善是事故发生的制度性根源，安全管理制度存在漏洞或可操作性不强，无法有效规范生产行为。安全生产责任制未落实到具体岗位和人员，出现责任真空地带，导致安全管理要求难以层层传导。部分企业虽制定完善制度文件，但未建立有效执行监督机制，制度沦为纸上规定，未能真正发挥约束作用。

风险管控机制不健全，对生产过程中的风险识别不全面、评估不深入，未根据风险等级制定针对性防控措施。重大危险源管理不到位，未建立动态监测和预警机制，无法及时掌握风险变化情况。隐患排查治理不彻底，对发现的问题未形成闭环管理，整改措施落实不到位，导致隐患反复出现。

监管考核机制失效削弱管理效力，安全考核指标不合理，重结果轻过程，使得基层单位隐瞒事故隐患和小事故。监管检查形式化，未能深入生产现场发现实质性问题，对违规行为处罚力度不足，难以形成有效震慑。

1.4 工艺因素

工艺设计是化工生产的源头环节，其合理性直接决定生产安全性。工艺设计缺陷存在先天风险，部分工艺流程未充分考虑物料相容性、反应放热速率等关键因素，存在反应失控、物料堵塞等隐患。工艺参数设定不合理，如反应温度、压力控制区间过窄，易因微小波动引发工艺异常。某医药企业的硝化反应工艺因未设计有效的冷却系统，在反应放热加剧时无法及时降温，导致反应失控爆炸。

工艺变更管理不规范带来新风险，生产过程中的工艺参数调整、设备改造等变更未经过严格的风险评估和审批程序，擅自实施变更可能破坏原有工艺的安全平衡。变更后未对操作人员进行培训，未更新操作规程，易因操作不适应引发事故。

物料管理混乱增加交叉污染风险，危险化学品的储存、运输和领用未严格执行分类管理要求，不同性质的物料混存混放，可能发生化学反应引发火灾、爆炸。物料标识不清、台账记录不全，会导致错用物料，引发工艺异常和安全事故。

2 化工安全事故应急处置流程

2.1 事故预警与报告

事故预警是应急处置的前提，通过监测系统实时捕捉异常信息，为早期处置争取时间。企业应建立覆盖生产全过程的监测网络，对温度、压力、液位、气体浓度等关键参数进行连续监测，设定合理的预警阈值。当监测数据超出正常范围时，系统自动发出声光报警，提醒操作人员及时检查确认。便携式检测仪器可用于巡检过程中的随机检测，弥补固定监测点的不足。

信息报告需遵循快速、准确、完整的原则，操作人员发现事故隐患或初期征兆后，应立即向当班负责人报告，说明事故地点、性质、程度及已采取的措施。当班负责人接到报告后，需第一时间向企业应急指挥机构汇报，重大事故需按规定向当地应急管理部门和相关主管部门报告，报告内容包括事故发生时间、地点、简要经过、伤亡情况、已采取的措施等。信息传递过程中应避免延误和失真，确保决策层及时掌握真实情况。

2.2 应急响应启动

应急响应启动需依据事故等级和预案规定，企业应急指挥机构接到报告后，应迅速组织研判事故态势，评估事故影响范围和发展趋势，根据预设的响应级别启动相应应急预案。一般事故启动企业级响应，由企业自主组织处置；较大及以上事故需请求外部支援，启动地方级应急响应。响应启动后，应急指挥机构应明确各工作组职责，下达应急处置指令。

应急资源调集是响应启动的重要内容，根据事故处置需要，快速调配应急救援队伍、物资和装备。专业救援队伍携带检测仪器、堵漏设备、灭火器材等赶赴现场，医疗救护、环境

监测等力量同步到位。应急物资储备点按预定路线将防护用品、抢险工具等送达现场，确保救援物资供应充足。

2.3 现场应急处置

现场管控是防止事故扩大的首要措施，到达现场后应立即划定警戒区域，设置警示标志，禁止无关人员和车辆进入。根据事故类型和扩散范围，确定疏散距离，组织受威胁区域人员沿安全路线有序撤离至应急避难场所。对现场可能产生的火源、电源进行管控，防止引发二次事故。

泄漏控制需根据物料特性和泄漏情况采取针对性措施，对于气体泄漏，可关闭上游阀门切断气源，采用喷雾水枪稀释驱散；液体泄漏应筑堤围堵，防止物料扩散至下水道、河流等区域。使用专用堵漏工具对泄漏点进行封堵，根据泄漏部位选择合适的堵漏方法，确保处置过程安全。对于火灾爆炸事故，应先控制火势蔓延，再逐步扑灭明火，避免盲目灭火引发次生灾害。

人员救护要坚持生命至上原则，救援人员佩戴好个人防护装备后进入危险区域，搜寻被困人员，对受伤人员进行初步救治，及时送往医院治疗。救治过程中需注意避免交叉感染，对中毒人员采取针对性解毒措施。

2.4 事故后期处置

事故控制后需开展全面的现场清理，收集泄漏物料和污染废弃物，按照环保要求进行安全处置，防止造成二次污染。对受损设备设施进行检查评估，拆除存在安全隐患的构件，对现场进行洗消处理，降低环境危害。清理工作需在确保安全的前提下进行，避免引发残余物料泄漏或爆炸。

环境监测应贯穿后期处置全过程，对空气、水体、土壤等环境介质进行持续监测，评估污染程度和范围。根据监测数据采取相应的污染治理措施，如对受污染水体进行拦截净化，对污染土壤进行异位处置等。直至环境指标恢复至安全水平，方可结束监测工作。

生产恢复需经过严格的安全评估，企业组织专业技术人员对事故设备、工艺系统进行全面检查和修复，对相关人员进行安全教育和技术培训。制定详细的复产方案，经应急指挥机构批准后方可逐步恢复生产。

3 提升化工安全事故高效应急处置能力的策略

3.1 完善应急预案体系

应急预案是应急处置的行动指南，需具备科学性和可操作性。预案编制应紧密结合企业实际，针对不同类型事故和风险场景，制定详细的处置程序和措施。明确应急组织机构、职责分工、响应流程等核心内容，确保预案能够有效指导实战。定期组织相关专业人员对预案进行评审，根据法规标准变化、工艺调整和事故经验教训及时修订完善，保持预案的适用性和先

进性。

预案培训是确保有效执行的基础,将预案内容纳入员工安全培训体系,通过专题讲座、案例分析、情景模拟等方式,使全员熟悉预案要求和自身职责。重点加强应急指挥人员、救援队员和岗位操作人员的针对性培训,提高其按预案处置的能力。培训效果需通过考核验证,确保相关人员真正掌握预案要点。

应急演练是检验和提升预案有效性的关键手段,制定常态化演练计划,定期组织桌面推演、功能演练和全面演练。演练内容应覆盖各类常见事故和重大风险场景,设置复杂情景检验应急队伍的协同作战能力。

3.2 加强应急资源保障

应急物资储备需满足实战需求,根据企业风险类型和规模,科学确定应急物资的种类、数量和储备地点。重点储备泄漏封堵工具、消防器材、个人防护装备、检测仪器、医疗救护设备等关键物资,确保质量可靠、性能达标。建立应急物资管理台账,实行专人负责,定期检查维护,及时补充和更新,确保物资处于完好可用状态。

专业救援队伍建设是应急处置的人力保障,组建企业专职应急救援队伍,配备专业技术人员和救援装备,定期开展技能培训和实战演练,提高抢险救援能力。与周边企业、专业救援机构建立联动机制,形成区域救援合力。鼓励员工参与志愿救援队伍,充实基层救援力量,构建多层次救援体系。

应急资金保障是资源配置的基础,企业应按规定提取安全生产费用,专项用于应急物资储备、救援队伍建设、演练培训等应急管理工作。建立应急资金快速拨付机制,确保事故发生后资金能够及时到位,保障应急处置顺利开展。

3.3 强化应急信息化建设

监测预警系统是风险感知的重要手段,构建覆盖生产全过程的信息化监测网络,运用传感器、物联网等技术,实时采集温度、压力、流量、气体浓度等关键参数。建立数据分析平台,通过大数据技术识别异常模式,实现事故隐患早期预警。系统应具备数据存储、趋势分析和自动报警功能,为风险研判提供数据支持。

参考文献:

- [1] 李永锋.化工安全管理及事故应急管理的策略分析[J].中国石油和化工标准与质量,2025,45(05):52-54.
- [2] 申海萍.化工安全事故与高效应急处置[J].大众标准化,2025,(05):106-108.
- [3] 马卫东.化工安全环保设计在预防事故中的应用研究[J].化肥设计,2025,63(01):81-84.
- [4] 刘生巧.化工安全事故与高效应急处置研究[J].化纤与纺织技术,2024,53(10):117-119.
- [5] 张苓利,黄宏智.化工安全事故分析及高效应急处置[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(21):113-115.
- [6] 马国乐.重大化工安全事故应急管理机制研究[D].沈阳化工大学,2022.

应急指挥平台实现信息高效集成,整合监测预警、视频监控、地理信息、应急资源等数据,构建一体化应急指挥系统。平台具备信息共享、态势研判、指挥调度等功能,支持远程会商和可视化指挥,提高应急决策效率。建立与政府应急平台的对接机制,实现信息互通和协同处置。

移动应急技术增强现场处置能力,为应急救援人员配备便携式检测设备、通信终端和移动指挥装备,实现现场数据实时传输和远程指导。利用无人机进行事故现场侦察,获取高清图像和三维建模数据,辅助制定救援方案。

3.4 加强安全管理与培训

安全基础管理是应急能力的根本保障,健全安全生产责任制,明确各层级、各岗位的安全职责,形成全员参与的安全管理格局。完善风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制,定期开展风险评估,建立隐患排查清单,实行闭环管理。加强设备全生命周期管理,规范设备采购、安装、使用、维护和报废等环节,确保设备本质安全。

全员安全培训提升风险防控意识,制定分层分类的培训计划,针对不同岗位特点设置培训内容。新员工必须经过三级安全教育培训合格后方可上岗,特种作业人员需持证上岗并定期复审。培训内容应包括安全法律法规、工艺操作规程、风险识别方法、应急处置技能等,采用理论授课与实操训练相结合的方式,提高培训效果。

安全文化建设营造良好氛围,通过安全宣传、知识竞赛、案例警示等活动,增强员工安全意识和责任意识。建立安全激励机制,鼓励员工主动报告隐患和提出改进建议,形成“人人讲安全、事事为安全”的文化氛围。将应急管理纳入安全文化建设范畴,培养员工的应急思维和处置能力。

4 结语

化工安全事故防控需以原因剖析为基础,以规范处置为核心,以能力提升为目标。通过强化人为管控、设备维护、管理优化和工艺改进,可从源头降低风险;严格执行预警报告、响应启动、现场处置及后期恢复流程,能有效减少事故危害。未来需持续完善预案体系、强化资源保障、推进信息化建设并深化安全培训,方能筑牢化工安全防线,实现行业安全可持续发展。