

# 化工安全风险评估与防控策略研究

田春静 王 磊

鲁西化工集团股份有限公司 山东 聊城 252000

**摘要:** 化工行业具有风险隐蔽性强、危害程度高的特点,安全风险管控是行业高质量发展的关键。本文结合相关实践,界定化工安全相关概念,分析行业安全风险管控现存问题,构建科学的风险识别与评估体系,制定高、中、低分级防控策略及优化措施。研究表明,完善的风险评估体系与差异化防控策略能有效降低事故发生率,为化工企业安全管理提供实操性支撑,助力行业实现安全、稳定、可持续发展。

**关键词:** 化工安全风险; 存在问题: 识别与评估; 防控策略

引言: 随着化工行业规模化、精细化发展,生产过程中的物料、工艺、设备等风险因子日益复杂,火灾、爆炸等安全事故频发,严重威胁人员生命财产与生态环境安全。当前化工企业在风险评估、设备维护、人员管理等方面仍存在诸多不足,防控措施缺乏针对性。基于此,本文结合化工生产实际,开展安全风险评估与防控策略研究,旨在解决行业现存管控难题,完善管控体系,为化工企业安全管理提供理论与实践参考。

## 1 化工安全风险评估与防控概述

### 1.1 化工安全相关概念界定

化工安全是指在化工生产、储存、运输、废弃处理等全流程中,通过科学管理、技术防控和制度约束,避免各类安全事故发生,保障人员生命财产、生态环境安全的总称。化工安全风险是化工生产过程中,因物料特性、工艺条件、设备状态、人员操作等因素引发火灾、爆炸、中毒、腐蚀等事故的可能性及潜在损失。其核心分类包括物质风险、工艺风险、设备风险和管理风险,具有隐蔽性强、扩散速度快、危害程度高的特点。

### 1.2 化工安全风险评估理论

化工安全风险评估理论是指导风险识别、分析与评价的核心依据,主要包括风险识别理论、风险分析理论和风险评价理论。风险识别理论强调全面排查化工全流程中的风险因子,通过文献研究、现场勘查、专家访谈等方式,明确风险来源及表现形式。风险分析理论聚焦分析风险因子之间的关联的关系,研判风险发生的触发条件、发展路径及潜在影响。风险评价理论则通过构建评估指标体系,采用定量与定性结合的方法,对风险等级进行划分,为防控策略制定提供科学依据,常用理论包括故障树分析理论、事件树分析理论等。

### 1.3 化工安全防控理论

化工安全防控理论以“预防为主、防治结合、全程

管控”为核心,主要包括预防为主理论和全过程防控理论。预防为主理论强调事前防控,通过优化工艺设计、规范操作流程、强化设备维护等方式,从源头减少风险隐患。全过程防控理论要求覆盖化工生产全生命周期,针对生产、储存、运输等不同环节的风险特点,制定差异化防控措施,形成“事前预防、事中管控、事后处置”的闭环管理体系。同时,结合风险分级结果,对高、中、低风险环节实施分级管控,确保防控资源合理配置,提升化工安全防控的针对性和有效性<sup>[1]</sup>。

## 2 化工行业安全风险存在的问题

当前化工行业安全风险管控仍存在诸多突出问题,结合行业生产实际,主要体现在以下几方面,且均为现场常见且易引发安全事故的关键隐患:(1)风险评估体系不完善,实操性不足。部分企业未结合自身生产工艺、物料特性制定专属评估标准,盲目套用通用模板,导致风险识别不全面,尤其对小众化工物料、特殊工艺的风险因子排查遗漏,且评估方法以定性描述为主,缺乏定量分析,无法精准判定风险等级。(2)设备设施老化与维护不到位。部分中小型化工企业为控制成本,未及时更换超期服役、腐蚀破损的反应釜、管道、阀门等关键设备,且日常巡检流于形式,未建立完善的设备维护台账,易出现物料泄漏、设备爆炸等风险。(3)人员安全素养与操作规范性不足。一线操作人员多缺乏系统的安全培训,对危险物料特性、应急处置方法掌握不熟练,存在违规操作、违章作业现象,且安全意识薄弱,易因人为失误引发安全事故。(4)防控措施针对性不强,闭环管理缺失。部分企业防控措施流于表面,未结合风险分级结果制定差异化管控方案,对高风险环节缺乏专项防控手段,且未建立“排查-整改-复查”的闭环机制,隐患整改不彻底、易反弹<sup>[2]</sup>。

## 3 化工安全风险识别与评估体系构建与应用

### 3.1 化工安全风险识别体系构建

结合化工生产全流程实际,构建科学可操作的风险识别体系,核心内容包括:(1)明确识别范围与原则,范围覆盖化工原料储存、生产反应、产品分离、物料运输及废弃处理全环节,遵循全面性、针对性、实操性原则,杜绝遗漏关键风险点。(2)优化识别方法,结合企业工艺特点,采用现场勘查法、专家访谈法、故障类型和影响分析法相结合的方式,替代单一的定性识别,提升识别精准度。(3)梳理核心风险因子,聚焦物质、工艺、设备、人员四大类,明确危险化学品泄漏、反应釜超温超压、管道腐蚀、违规操作等具体风险点,建立风险识别清单,确保排查有依据、有重点。

### 3.2 化工安全风险评估模型构建与应用

构建贴合化工企业实际的安全风险评估模型,兼顾专业性 with 实操性,具体内容为:(1)构建评估指标体系,以风险识别清单为基础,选取物料危险性、工艺复杂度、设备完好率、人员操作规范性等核心指标,分为一级、二级指标,明确各指标评分标准,避免模糊化描述。(2)确定评估方法与模型参数,采用定性 with 定量结合的方式,引入层次分析法确定指标权重,结合模糊综合评价法构建评估模型,设定高、中、低三级风险判定阈值。(3)强化模型实际应用,以中小型化工企业为应用场景,录入企业实际生产数据,通过模型计算得出风险等级,针对高风险指标制定专项管控重点,确保评估结果能直接指导现场安全管理<sup>[3]</sup>。

## 4 化工安全风险分级防控策略

### 4.1 风险分级标准制定

#### 4.1.1 分级原则与依据

结合化工行业生产实际,制定科学合理的安全风险分级标准,核心原则与依据如下:(1)科学性原则,以风险评估模型计算结果为核心依据,结合化工物料特性、工艺危险程度、设备运行状态等实际因素,避免主观臆断划分风险等级。(2)实操性原则,分级标准清晰明确、量化可判定,一线管理人员可根据现场实际情况快速对照判定,无需复杂计算或专业设备辅助。(3)针对性原则,结合不同化工企业类型(如精细化工、煤化工、石油化工)的特点,兼顾共性与个性,确保分级标准适配各类化工场景。(4)合规性原则,严格遵循《危险化学品安全管理条例》《化工企业安全风险分级管控指南》等国家法规及行业标准,确保分级标准合法合规,与行业管控要求保持一致。

#### 4.1.2 高、中、低风险分级标准

结合化工企业实际管控需求,将化工安全风险划分

为高、中、低三个等级,具体标准如下:(1)高风险等级,主要判定标准包括:涉及剧毒、易爆炸、强腐蚀性危险化学品,且储存量达到临界量;生产工艺为高温、高压、临氢等高危工艺,反应过程易发生分解、爆炸;设备存在严重老化、腐蚀,且无法立即整改;曾发生过重大及以上安全事故,且隐患未彻底消除。(2)中风险等级,主要判定标准包括:涉及一般危险化学品,储存量未达到临界量;生产工艺为常规化工工艺,存在一定安全隐患但可控;设备运行基本正常,存在轻微老化、泄漏等问题,可在短期内完成整改;曾发生过一般及较大安全事故,且已完成整改但需持续管控。(3)低风险等级,主要判定标准包括:不涉及危险化学品或仅涉及少量低危险性化学品;生产工艺简单、温和,无高危操作环节;设备运行良好,定期维护保养,无明显安全隐患;从未发生过安全事故,且日常管控规范<sup>[4]</sup>。

### 4.2 不同等级风险防控策略

#### 4.2.1 高风险环节防控策略

针对高风险环节,采取“重点管控、全程盯防、刚性约束”的防控策略,具体措施如下:(1)人员管控,实行专人负责制,每个高风险环节配备2名及以上持证上岗的专业操作人员,实行24小时轮班值守,严禁无证、违规操作;每月开展1次专项安全培训及应急演练,重点培训危险物料处置、应急救援技能,确保操作人员熟练掌握。(2)设备管控,每日对反应釜、管道、阀门等关键设备进行3次以上巡检,采用红外检测、泄漏检测等技术手段,及时发现设备隐患;建立设备专项维护台账,每季度进行1次全面检修,超期服役设备强制报废,严禁带病运行。(3)工艺管控,严格执行工艺操作规程,严禁擅自调整工艺参数,对高温、高压等关键参数实行实时监测,设置超压、超温报警装置,报警后立即启动应急处置流程;定期对工艺路线进行安全评估,优化高危操作环节。(4)现场管控,高风险区域设置明显的警示标识,划分警戒区域,严禁无关人员进入;配备足量的应急救援器材(如灭火器、空气呼吸器、堵漏设备等),确保应急时可快速取用;实行每日隐患排查,发现隐患立即停工整改,未整改合格不得恢复生产。

#### 4.2.2 中风险环节防控策略

针对中风险环节,采取“规范管控、定期排查、动态管控”的防控策略,具体措施如下:(1)人员管控,操作人员需持证上岗,每周开展1次安全培训,每月开展1次应急演练,重点强化操作规范性和隐患识别能力;实行专人巡检制度,每日对操作环节进行1-2次检查,及时纠正违规操作行为。(2)设备管控,每周对设备进行1

次全面巡检,每月进行1次重点部位检修,建立设备维护台账,对轻微隐患实行“台账管理、限期整改”,整改完成后组织复查,确保隐患闭环。(3)工艺管控,严格按照操作规程执行工艺参数,对关键工艺参数实行定时监测,发现异常及时调整;每半年对工艺安全性进行1次评估,优化工艺细节,降低风险。(4)现场管控,中风险区域设置警示标识,定期清理现场杂物,保持操作环境整洁;配备必要的应急救援器材,每月检查1次器材完好情况,确保可正常使用;每周开展1次隐患排查,建立隐患整改台账,明确整改责任人及整改期限。

#### 4.2.3 低风险环节防控策略

针对低风险环节,采取“常规管控、定期巡查、强化教育”的防控策略,具体措施如下:(1)人员管控,操作人员上岗前进行系统安全培训,考核合格后方可上岗;每月开展1次安全警示教育,提升操作人员安全意识,杜绝麻痹大意;实行日常巡检制度,每日对操作环节进行1次检查,规范操作行为。(2)设备管控,每月对设备进行1次全面巡检,每半年进行1次全面检修,做好设备维护记录,及时更换损坏的零部件,确保设备正常运行;定期对设备进行清洁、保养,避免因设备积尘、老化引发轻微隐患。(3)工艺管控,严格执行操作规程,无需额外增加特殊监测措施,但需定期检查工艺执行情况,确保操作流程规范;每年对工艺安全性进行1次评估,确保工艺稳定可控。(4)现场管控,保持操作区域整洁有序,设置必要的安全警示标识;配备基础应急救援器材,每季度检查1次完好情况;每月开展1次隐患排查,及时处理轻微隐患,防止隐患升级。

#### 4.3 防控策略的针对性优化

结合化工企业生产实际、风险变化及行业管控要求,对防控策略进行针对性优化,具体措施如下:(1)结合企业类型优化,针对精细化工企业,重点优化危险化学品储存、分装环节的防控策略,增加泄漏检测设备,强化物料配比操作管控;针对煤化工企业,重点优化高温、高压工艺的防控策略,加强设备防腐、防爆管控;针对石油化工企业,重点优化物料运输、装卸环节

的防控策略,规范运输车辆管理,强化装卸作业流程。

(2)结合风险动态变化优化,每季度结合风险评估结果,对高、中、低风险环节进行动态调整,对升级为高风险的环节,立即启动高风险防控策略;对降为低风险的环节,适当简化防控措施,合理配置防控资源,避免资源浪费。(3)结合隐患整改情况优化,对排查发现的高频隐患、反复出现的隐患,分析隐患产生的根源,优化防控策略,如针对设备泄漏隐患,增加巡检频次、更换耐腐蚀设备,完善泄漏应急处置流程;针对人员违规操作隐患,强化培训考核,建立违规操作奖惩机制。

(4)结合行业技术发展优化,引入智能化防控技术,如智能巡检机器人、实时监测系统,替代人工巡检的不足,提升防控的精准度和效率;借鉴同行业先进防控经验,结合企业实际,优化防控流程,完善防控措施,确保防控策略贴合实际、切实可行<sup>[5]</sup>。

结束语:本文围绕化工安全风险评估与防控策略展开系统研究,结合行业实际梳理现存管控难题,构建了完善的风险识别、评估体系及分级防控与优化机制,解决了防控措施针对性不足、管控闭环缺失等问题。研究成果贴合化工企业实操需求,可有效提升安全风险管控水平,降低事故发生概率。后续可结合智能化技术发展,进一步优化评估模型与防控手段,持续完善管控体系,为化工行业安全、健康发展提供更有力的支撑。

#### 参考文献

- [1]杨康莉.化工生产中的火灾爆炸风险评估与防控策略研究[J].化肥设计,2025,63(4):39-42.
- [2]周翰钦.化工企业火灾风险评估与防控策略[J].湖北应急管理,2026(6):53-55.
- [3]王玉洁.化工安全管理中的风险评估与防控策略研究[J].中国科技期刊数据库工业A,2025(1):114-117.
- [4]唐鹏飞,王瑜,苏莹.化工生产安全风险评估与防控体系构建策略[J].湖北应急管理,2025(12):61-63.
- [5]戴虎,黄彩菊.化工领域工业控制系统网络安全风险评估与防护策略研究[J].现代工业工程,2025(5):28-30.