

化工安全管理中的风险识别与控制

张宏勇¹ 王立君² 曹家明³ 金育⁴

1.身份证号码：422422197906032730；2.身份证号码：330624197710032050；

3.身份证号码：350702198005158411；4.身份证号码：34040619920621141X

DOI: 10.32629/jpm.v7i4.8866

[摘要] 本论文围绕化工安全管理核心议题，深入探讨风险识别与控制策略。系统梳理化工行业安全风险特性、分类及影响因素，全面解析风险识别的原则、方法与实施流程，详细阐述风险控制的策略、技术及管理手段。同时，深入剖析当前化工安全管理在风险识别与控制环节存在的不足，前瞻性展望其智能化、系统化、专业化的发展趋势，旨在为化工企业构建完善安全管理体系、强化风险防控能力提供理论与实践指导，推动化工行业安全生产与可持续发展。

[关键词] 化工安全管理；风险识别；风险控制；安全发展

Risk Identification and Control in Chemical Safety Management

Zhang Hongyong¹ Wang Lijun² Cao Jiaming³ Jin Yu⁴

1.ID number.422422197906032730；2.ID number.330624197710032050；

3.ID number.350702198005158411；4.ID number.34040619920621141X

[Abstract] This paper focuses on core issues in chemical safety management, providing an in-depth exploration of risk identification and control strategies. It systematically examines the characteristics, classifications, and influencing factors of safety risks in the chemical industry, comprehensively analyzes the principles, methods, and implementation processes for risk identification, and details risk control strategies, technologies, and management approaches. Additionally, the study identifies current shortcomings in risk identification and control practices within chemical safety management and outlines forward-looking trends toward intelligent, systematic, and professional development. The aim is to provide theoretical and practical guidance for chemical enterprises in establishing robust safety management systems and enhancing risk prevention capabilities, thereby promoting safe production and sustainable development in the chemical industry.

[Key words] Chemical safety management; Risk identification; Risk control; Safe development

引言

化工产业作为国民经济的重要支柱，其产品广泛应用于能源、材料、医药等众多领域，对社会发展与民生保障意义重大。然而，化工生产过程涉及大量危险化学品，生产工艺涵盖高温、高压、高腐蚀等复杂条件，加之化学反应的多样性与不确定性，致使化工行业成为安全风险高发领域。一旦安全事故发生，不仅会造成严重的人员伤亡、财产损失，还可能引发环境污染、生态破坏等连锁反应，对区域经济与社会稳定构成极大威胁。因此，强化化工安全管理，精准识别并有效控制各类风险，已成为化工行业实现安全生产、可持续发展的核心任务。深入研究化工安全管理中的风险识别与控制，对提升行业整体安全水平、保障人民生命财产安全具有不可忽视的现实意义。

一、化工行业安全风险特性及分类

(一) 化工行业安全风险的基本特性

化工行业的安全风险具备复杂性、隐蔽性、突发性与放大性等显著特征。复杂性源于化工生产流程的多环节性，从原料采购、储存，到反应加工、产品输送，各环节相互关联，任一细微失误都可能引发多米诺骨牌效应，导致事故发生。隐蔽性体现为部分风险因素难以察觉，如设备内部的微小裂纹、管道的缓慢腐蚀，这些隐患在初期可能无明显外在表现，但随着时间推移，在特定条件下极易引发严重事故。突发性是指化工事故往往在瞬间爆发，留给人员反应与处置的时间极短，且事故发生后，有害物质迅速扩散，危害范围快速扩大，造成难以估量的损失。放大性则表现在化工生产装置规模庞大、能量高度集中，一旦发生事故，其破坏程度与影响范围远超一般行业，可能波及周边区域，引发社会性危机。

(二) 化工安全风险的主要分类

化工安全风险依据来源与性质,可分为设备设施风险、工艺操作风险、人员行为风险、环境风险及管理风险五大类。设备设施风险包含设备老化、密封失效、安全附件损坏等情况,这些问题可能导致物料泄漏,进而引发火灾、爆炸或中毒事故;工艺操作风险源于化学反应条件控制不当、工艺流程设计缺陷等,易造成反应失控、物料喷溅,威胁生产安全;人员行为风险涵盖违规操作、安全意识缺失、操作技能不足等,人为因素是众多安全事故的直接诱因;环境风险涉及自然灾害(如地震、洪水)对化工设施的破坏,以及周边环境变化(如居民区靠近化工园区)对生产安全的影响;管理风险则体现在安全管理制度不完善、责任落实不到位、监督考核缺失等方面,会导致风险防控体系失效。

(三) 化工安全风险的影响因素

化工安全风险受内部与外部多因素共同影响。内部因素中,生产工艺技术水平至关重要,落后的工艺可能存在反应条件苛刻、流程复杂等问题,增加事故发生概率;设备质量与维护状况直接关系到运行安全性,长期缺乏维护的设备易出现故障;人员素质包括安全意识、专业技能和应急能力,高素质的员工队伍能有效避免人为失误,及时应对突发状况。外部因素方面,政策法规的调整会促使企业改变安全管理策略,若企业未能及时适应,可能产生新的风险;市场竞争压力下,部分企业为降低成本压缩安全投入,削弱了风险防控能力;周边社区、生态环境的变化,也会对化工企业的安全生产环境产生影响。

二、化工安全管理中的风险识别

(一) 风险识别的基本原则

化工安全风险识别需严格遵循全面性、系统性、科学性、动态性和前瞻性原则。全面性要求对化工生产全流程、全要素进行排查,包括原料、设备、工艺、人员、环境等,确保无风险遗漏;系统性强调将化工生产视为有机整体,分析各环节、各要素间的相互关系与风险传导路径;科学性指运用专业理论、方法和工具,结合化工行业知识,准确判断风险;动态性鉴于化工生产过程不断变化,需持续开展风险识别,及时捕捉新出现的风险因素;前瞻性则要求在风险识别时,充分考虑行业发展趋势、技术革新等因素,预判潜在风险。

(二) 风险识别的常用方法

化工安全风险识别方法丰富多样,常见的有安全检查表法、危险与可操作性分析(HAZOP)、故障类型和影响分析(FMEA)、预先危险性分析(PHA)、作业条件危险性评价法(LEC)等。安全检查表法依据法规标准和实践经验,编制详细检查表,对生产现场设备、操作、管理等进行逐项检查;HAZOP通过分析工艺参数偏差,识别潜在危险与后果;FMEA针对设备或系统组成部分,分析故障类型及其对系统的影响;PHA在项目初期,对潜在危险进行初步分析与评估;LEC通过作业条件

的事故发生可能性、暴露频率和后果严重程度,定量计算风险值,确定风险等级。这些方法各有优劣,企业可根据实际需求选择或组合使用。

(三) 风险识别的实施流程

风险识别实施流程主要包括前期准备、现场勘查、风险分析、风险评估与报告编制五个阶段。前期准备阶段,需明确识别目标与范围,组建由安全、工艺、设备等专业人员构成的团队,收集相关资料,包括工艺流程图、设备说明书、操作规程等;现场勘查时,团队深入生产一线,观察设备运行、人员操作、环境状况等,详细记录异常情况;风险分析阶段运用选定方法,对收集信息进行处理,找出潜在风险因素;风险评估则依据风险发生可能性和后果严重程度,确定风险等级;最后,将识别与评估结果整理成完整报告,为风险控制提供依据。

三、化工安全管理中的风险控制

(一) 风险控制的基本策略

化工安全风险控制的基本策略包括风险规避、风险降低、风险转移和风险接受。风险规避是通过改变生产工艺、调整产品结构等方式,彻底消除高风险作业或活动;风险降低是采取技术、管理措施,减少风险发生概率或降低事故后果,如改进设备性能、优化工艺流程、加强员工培训等;风险转移主要通过购买保险、签订合同等方式,将风险后果转由其他方承担;风险接受则是在对风险充分评估后,认为其发生概率低且后果可承受,企业自行承担风险,但需制定应急预案,做好应对准备。企业应根据风险性质与自身实际,合理选择或组合运用这些策略。

(二) 风险控制的技术手段

风险控制的技术手段涵盖工程技术措施、安全防护措施和自动化控制措施。工程技术措施从源头上消除或降低风险,如采用本质安全工艺替代危险工艺,优化设备设计提高可靠性;安全防护措施包括设置防火、防爆、防毒设施,配备个人防护用品,建设安全防护装置,防止事故对人员和设备造成伤害;自动化控制措施利用先进控制系统,实时监测生产参数,一旦出现异常自动报警,并联动执行相应控制动作,如切断物料供应、启动安全装置,实现生产过程的自动化安全控制,提升系统稳定性与安全性。

(三) 风险控制的管理措施

风险控制的管理措施主要包括健全安全管理制度、强化人员培训教育和完善应急管理体系。健全安全管理制度需明确各部门、各岗位安全职责,制定详细操作规程,建立安全检查、隐患排查治理、事故报告等制度,并确保有效执行;强化人员培训教育,不仅要提高员工的安全意识和操作技能,还要开展安全文化建设,培养员工的安全责任感;完善应急管理体系包括制定科学合理的应急预案,定期组织应急演练,评估和改进预案有效性,提高企业应对突发事件的能力,最大限度减少事

故损失。

四、化工安全管理中风险识别与控制存在的问题

(一) 风险识别方面的不足

部分化工企业对风险识别重视程度不足, 缺乏专业团队与科学方法, 导致风险识别不全面、不准确。过度依赖经验判断, 忽视新工艺、新设备带来的潜在风险; 风险识别信息化水平低, 难以高效收集、分析大量生产数据, 无法及时发现隐藏风险。此外, 风险识别流程不规范, 缺乏系统性和持续性, 不能动态跟踪风险变化, 致使部分风险长期未被识别, 为安全生产埋下隐患。

(二) 风险控制方面的困境

在风险控制环节, 企业面临资金、技术和管理多重困境。资金投入不足, 安全设施更新、技术改进受限, 部分企业为降低成本, 压缩安全投入, 导致风险控制措施难以有效落实; 对先进风险控制技术了解和应用少, 未能及时引入新技术、新设备提升防控能力; 安全管理制度执行不力, 员工违规操作频发, 应急管理体系不完善, 应急预案缺乏针对性和可操作性, 应急演练流于形式, 无法在事故发生时发挥有效作用。

(三) 管理体系方面的缺陷

化工企业安全管理体系存在诸多缺陷。部门间职责划分模糊, 沟通协调不畅, 在风险识别与控制工作中相互推诿, 影响工作效率; 安全管理考核机制不健全, 对安全管理人员和员工的激励与约束不足, 难以调动工作积极性和主动性; 企业与外部监管部门、行业协会等合作不紧密, 未能充分借助外部资源获取技术支持、经验交流, 限制了安全管理水平的提升。

五、化工安全管理中风险识别与控制的发展趋势

(一) 智能化与信息化发展

展望未来, 化工安全管理将迎来一场技术驱动的革命。物联网、大数据、人工智能等先进技术的深度融合, 将成为推动化工安全管理向智能化、信息化方向发展的强大动力。在这一进程中, 化工企业将在设备、管道和关键生产环境中部署大量的传感器, 这些传感器能够实时监测并采集温度、压力、浓度等关键数据, 并将其迅速传输至集中的管理平台。大数据分析技术将扮演关键角色, 通过对海量数据的深度挖掘, 揭示潜在的风险信息, 为安全管理提供科学依据。结合人工智能的高效算法, 系统能够实现风险的自动识别、预警和预测, 使得企业能够在风险实际发生之前就采取相应的防控措施, 大大降低事故发生的可能性。此外, 虚拟现实和数字孪生技术的应用, 将使企业能够构建虚拟的化工生产场景, 模拟真实的风险发生过程, 从而对风险控制策略进行优化和调整。这种前瞻性的安全管理模式, 不仅提高了安全管理的精准性和效率, 也为化工行业的可持续发展奠定了坚实的基础。

(二) 系统化与集成化管理

随着管理理念的不断更新, 系统化与集成化管理已成为化

工企业追求的必然趋势。在这一趋势下, 化工企业正努力将风险识别与控制这一关键环节融入企业整体管理体系中, 实现安全管理与生产、质量、环保等关键管理系统的有机融合。为了实现这一目标, 企业致力于搭建一体化安全管理平台, 该平台不仅整合了风险识别、评估、控制和应急响应等核心环节, 还实现了全流程、全方位的管理覆盖。通过数据共享与协同工作的机制, 这一平台有效打破了传统部门之间的壁垒, 显著提高了安全管理工作的效率和协同性。这种全面的安全管理体系不仅覆盖了企业运营的各个层面, 还渗透到每一个管理环节, 确保了从源头到终端的安全风险得到有效控制。通过这种方式, 化工企业能够构建起一个更加牢固的安全防线, 为企业的高效运营和可持续发展提供坚实保障。

(三) 专业化与协同化发展

在当前化工行业安全管理的大背景下, 专业化与协同化已成为不可或缺的发展方向。企业正积极加大专业安全管理人才的培养和引进力度, 致力于组建一支高素质的风险识别与控制团队, 以提升安全管理工作的专业化水平。同时, 企业亦注重与高校、科研机构、行业协会以及其他企业的紧密合作, 共同构建产学研用协同创新机制。这一机制旨在整合各方资源, 推动安全技术的研发、成果的转化, 以及经验的交流与共享。通过这种协同合作, 化工行业能够全面提升风险识别与控制能力, 实现安全生产的可持续发展。这不仅有助于防范事故的发生, 还能促进化工行业的整体安全水平提升, 推动行业向更加安全、稳定、环保的方向发展。

结束语

化工安全管理中的风险识别与控制是保障化工企业安全生产、促进行业可持续发展的核心环节。尽管当前在风险识别与控制过程中存在诸多问题与挑战, 但随着智能化、系统化、专业化等发展趋势的推进, 化工安全管理将迎来新的发展机遇。化工企业应充分认识风险防控的重要性, 持续完善安全管理体系, 积极应用先进技术与管理理念, 加强人员培养与合作交流, 不断提升风险识别与控制能力, 切实保障安全生产, 为化工行业的稳定发展和社会和谐进步奠定坚实基础。

[参考文献]

- [1]王天云. 破解制度性损耗筑牢本质安全防线化工安全管理体系融合探讨[J]. 中国石油和化工, 2025, (06): 71-73.
- [2]杨威, 李瀛龙. 筑牢化工安全防线: 本质安全理念赋能技术管理体系升级[J]. 中国石油和化工, 2025, (05): 70-72.
- [3]成健铭. 化工安全生产管理中的隐性风险识别与控制策略研究[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2025, 45(06): 74-76.
- [4]孙亚洲, 彭涛. 基于双控预防机制的化工安全生产管理研究[J]. 天津化工, 2025, 39(02): 85-87.
- [5]钟铁. 双控预防机制在化工安全生产管理中的应用[J]. 石化技术, 2025, 32(03): 349-350.