

Research on Safety Evaluation and Risk Management Technology in Chemical Processes

Yanwei Qu Yi Cheng

Shandong Hengxin High-Tech Energy Co., Ltd., Ningyang County, Tai'an City, Shandong Province, Tai'an, Shandong, 271400, China

Abstract

The chemical industry continues to advance relentlessly, yet safety incidents pose significant hazards that severely impact production and environmental sustainability. This underscores the critical importance of developing chemical process safety evaluation and risk management technologies. Through comprehensive analysis of domestic and international safety assessment theories and management practices, this study establishes a risk identification-centric evaluation framework, proposing risk classification systems and control strategies tailored to different process stages. By meticulously examining critical safety vulnerabilities in chemical processes, we propose effective safety barrier implementation methods and real-time risk monitoring protocols to prevent accidents while providing robust theoretical foundations. Research findings demonstrate that risk management technologies significantly enhance process optimization, improve emergency response capabilities, and reduce overall accident risks with tangible outcomes. The proposed methodologies and technical solutions facilitate comprehensive safety supervision in chemical production processes, assist enterprises in formulating appropriate safety management measures, and offer solid theoretical support with actionable implementation guidelines. These research achievements play a pivotal role in advancing chemical industry safety standards, strengthening corporate risk prevention capabilities, and promoting sustainable development across the sector.

Keywords

chemical process safety assessment; risk management technology; risk identification; safety barrier construction; dynamic risk monitoring;

化工过程安全评价与风险管理技术研究

曲彦伟 程毅

山东省泰安市宁阳县山东恒信高科能源有限公司, 中国·山东 泰安 271400

摘要

化工行业一直都在不断向前发展, 安全事故会带来很大的危害, 导致生产和环境受到严重破坏, 所以研究化工过程安全评价和风险管理技术变得非常重要。深入研究国内外的安全评价理论和安全管理实践, 设计出一种以风险识别为核心的重点评价体系, 提出针对不同工艺环节的风险分级和控制策略方案。详细分析化工工艺流程中的重要安全隐患, 提出合适的安​​全屏障搭建方式和实时风险监控的具体方法, 希望有效预防安全事故的发生, 提供可靠的理论支持。研究发现, 风险管理技术可以明显改善工艺流程, 提升应急响应的能力, 降低整体事故风险, 带来很好的实际效果。提出的办法和技术非常有利于实现化工生产过程的全面安全监管, 帮助化工企业制定合适的安全管理措施, 提供坚实的理论基础和具体的实施指导, 研究成果对促进化工行业安全标准的不断完善、提高企业的风险防控能力以及推动整个行业的长期健康发展起到重要作用。

关键词

化工过程安全评价; 风险管理技术; 风险识别; 安全屏障构建; 动态风险监控

1 引言

化工行业发展非常快, 全世界工业化水平一直上升, 但是化工生产里面的安全生产事故问题越来越明显, 直截威胁到生产安全、破坏自然环境, 还隐藏起来的社会安全隐患。国家统计局数据表明, 最近几年重大化工安全事故数量虽

然稍微下降, 但是每一起事故造成损失特别严重、经济损失特别巨大, 确保化工生产全过程安全评价以及风险管控工作变得非常重要。国内国外研究人员围绕安全评价基本原理、风险识别具体方法、应急处理各种策略进行研究, 积累起来很多理论知识和实际操作经验, 好几种安全管理模式以及技术体系也应用到实际工作中, 明显提高生产稳定程度。现在大部分研究主要停留在静态风险评估, 缺少对工艺流程关键步骤实时风险监控, 部分安全隐患很难快速发现和处理。必须全面研究安全评价基本原理和管理实际做法, 构建把风险

【作者简介】曲彦伟(1986—), 男, 中国山东泰安人, 本科, 安全员, 从事化工企业安全管理研究。

识别放在中心位置的整体评价框架,制定分层级风险控制方案和安全屏障布置计划,开发能够实时监控风险变化的具体方法,给化工企业安全管理提供理论依据和操作指导,降低事故发生可能性,保护工人生命安全和财产安全。

2 背景与基本理论

2.1 现代化工安全形势与挑战

全球化工工业迅猛发展,化工行业已经变成当今工业体系的核心支柱。它的快速提升同样引发了越来越明显的安全隐患与生态环境问题。化工生产包含高温、高压、易燃、易爆、有毒等危险因素,安全事故屡次发生,导致严重人员伤亡、财产损失以及环境污染,不但给企业造成繁重的经济负担,并且对社会公众安全和生态可持续性形成严重的挑战。

化工安全形势严峻,生产装置与工艺技术繁杂多元,提高了安全管理难度。新技术、新材料普及,令常规安全管理体系遭遇适应性挑战。部分企业安全投入不够,安全文化欠缺,违规操作屡见不鲜,事故风险升高。全球化竞争中,差异地区安全标准和管理方式差别显著,跨区域化工企业风险管控不稳定性增多。化工安全事故的频发与严重后果,制约了行业平稳发展,对安全评价方法和技术提出更严格要求。必需提高化工生产防范事故能力,拟定严谨恰当的安全评估系统及有力的风险管理模式,此为处理化工安全问题的核心^[1]。

2.2 传统与当代安全评价理念

常规化工过程安全评估主要研究事故发生的原因,依靠过去的经验数据来寻找可能存在的风险问题,特别关注事故后果的提前判断和处理方法,通常会使用故障树分析以及事故模型这些具体的技术手段,结合定性和定量计算的方式来评估工艺操作中的危险程度。但是这种评估方式对不断变化的因素关注不够,很难适应工艺环境出现的各种复杂变化情况,提前发现潜在风险的能力显得比较薄弱。

当前的安全评价理念完全依靠系统工程的思想 and 风险管理的理论,结合了动态评估和综合监控的技术手段,致力于提前预测可能出现的问题,并且采取即时干预的策略。使用先进的信息技术和大数据分析技术,这种理念展现出了很强的灵活性和智能化的特点,能够对风险进行细致的识别和全面的评估,尽早察觉潜在的风险隐患,制定出科学合理的防护计划,尽量减少生产中的不确定因素,提升风险防控的能力,同时为完善安全标准和推动行业的长期稳定发展提供强有力的技术和理论上的帮助。

3 体系构架与关键环节剖析

3.1 风险辨识框架构建

化工过程繁杂变幻,风险辨识于全过程安全管理内极其关键。构造科学高能的风险辨识框架,须基于系统性原则作为基础,结合前沿安全评价理论和实际风险管理工具。该

框架把风险识别放在中心位置,包括目标设定、信息收集、风险源分析、危险性预测与评估等环节^[2]。

目标设定阶段,全面思考化工工艺流程特点和潜在危险源性质,清楚规定管理涵盖范围,给后面风险评估提供方向。信息收集阶段,完整调查工艺流程、设备参数、原材料特性以及外部环境因素,建立可信数据基础。实施过程中,结合 HAZOP 和 FMEA 方法,仔细查找工艺单元危险源。危险性预测综合定量和定性分析,参照事故数据和模拟结果评估风险大小。面对化工领域变化,框架添加实时监视和定期风险评估,迅速修正风险状况、改善管理措施,可以显著提高风险识别的全面性和准确性,给制定安全控制策略提供重要支持。

3.2 屏障建立与控制策略

构建和执行安全控制措施属于化工生产安全管理的核心环节,目的就是利用技术和管理方式来减少危险事件发生的可能性,同时尽量减轻事故带来的损失。设计控制措施的时候,需要把风险评估的结果、生产工艺的具体运行状态以及可能出现事故种类全部综合起来,然后针对现场工作人员、生产设备还有周围环境这些方面存在的风险问题,制定出非常清楚而且实际有效的解决办法。在化工生产过程中,物理屏障比如防爆墙和隔离设备,能够有效控制事故向更大范围扩散。技术屏障包括自动检测仪器、报警系统和紧急停机装置,可以在隐患还没变成事故之前及时发现并且妥善处理。制度屏障包括清楚的操作规程、员工培训内容和应急演练活动,可以明显提升操作团队面对突然情况时的处置能力。为了进一步提高防护系统的可靠性,必须全面考虑硬件设备的性能表现、日常保养所需的费用支出以及运行效率高低,还要利用实时监控手段随时检查防护系统的运行状况。对于特别重要的地方,应该准备备用方案,防止因为某个防护系统出现问题而导致事故范围扩大。管理方案必须做到安排得井井有条,按照风险等级来确定管理方式的先后顺序,合理分配各种资源,确保处理效果达到预期目标,最终给化工生产提供稳固可靠的保障支持。

3 动态监管与应急方案部署

3.1 风险动态监控技术探讨

风险动态监控技术对于化工过程安全管理极其关键,可以迅速察觉、评定与管理风险因素。自技术层面来说,动态监控系统依靠数据采集处理技术,依靠尖端传感器、自动化控制系统以及数据网络架构,对化工生产中物料流动、设备运行、环境参数等开展全面即时监视。它可以连续获取生产环节海量数据,运用大数据分析与人工智能技术预测鉴别隐性风险,增强对隐患的发现能力,确保生产平安稳固。

化工工艺繁杂多样,单独的监控方式很难适应多种工艺合作的要求,全程的监测计划必须包括稳定性的评估和变化趋势的研究。警报系统和调节系统需要紧密结合,通过设

定警戒线来快速发现不正常的情况,以便做出相应的决策。监控方式还需要跟危险评估模型结合起来,深入研究监测数据,建立一个性能出色的预测模型。实时的监控功能可以完成安全方面的管理,还可以让应急处理变得迅速准确,给企业安全管理提供强大的技术支持和可靠保障^[1]。

3.2 应急响应体系构架

应急响应体系结构对于化工过程安全管理具有重要作用。想要达成快速应急响应,需要建立包括即时监测、迅速决策和资源恰当分配的全面管理体系。这个体系融合化工工艺风险监测数据,构建弹性信息共享平台,保证事故提早预警。重要环节应当拟定具体操作规范以及分等级处理办法,使现场人员立即实施应对措施。

应急决策模块必须完整衡量事故影响范围,提供资源分配最佳方案和高效危害控制策略,根据化工生产实际情况制定个性化方案。应急资源管理需要确保设备、人员、物资储备足够,按时维护设备、组织演练,提升资源可靠性。信息化技术助力应急管理体系智慧化,例如运用人工智能算法提高事故分析精确度,依靠物联网技术加强设备连接和信息同步。构建实时应急响应体系和合理应急资源安排,可以降低事故损失,强化化工企业风险抵御能力和应急效率,维护安全生产^[4]。

4 工艺流程优化与企业防护成效

4.1 工艺流程安全强化路径

化工工艺流程的安全加强工作是风险管理非常重要的一个环节,同时也是确保安全生产的中心内容。实际生产过程中,必须针对各种不同的工艺类型和具体生产环境,制定出科学且合适的安全改进计划,这样就能很好地预防事故发生,成为一种非常有效的解决办法。特别是对于那些危险性较高的重要生产步骤,需要特别关注和重点处理,通过仔细辨别可能存在的危险因素,结合系统性的工程分析方法来设计出具体的改进方案,尽量减少隐藏的隐患问题,确保整个生产过程能够保持平稳和可靠的状态。

把本质安全想法加入到工艺流程规划里面,改进空间安排,降低容易燃烧爆炸有毒有害物质使用量和存放量,能够减少事故发生可能性。加强设备还有控制系统安全性能检查以及技术升级,采用先进自动控制系统和实时监视方式,提升装置运行稳定程度。重要操作位置布置多重独立保护体系,全面覆盖危险防范工作。使用动态风险评价方式,根据操作情况迅速改变风险判断结果,快速识别并且消除工艺流程里面隐藏危险。结合信息管理系统和工艺安全管理,促

进数字化监视以及智能控制应用,增强事故提早识别本领,为安全提升提供可靠支持,推动化工行业整体安全程度明显提高。

4.2 企业风险防控能力提升

企业风险防控能力的加强是实现化工安全管理的核心目标。依靠风险分级管理和动态监管机制,可以改善企业在生产过程中的决策与操作模式。强化员工安全意识的培养和专业技能的培训,为整体增强人员素质提供保证。引入先进的监控设备和信息化工具,企业可以迅速发现生产环节中的异常情况,从而缩短反应时间并有效防控潜在风险^[5]。

规划一套全面并且条理清楚的防护计划,把所有危险全部安排到每个具体步骤里面,让严重意外出现的概率明显降低。安全屏障可以根据实际情况随时做出改变和提升,这样就能更好满足各个生产时期的具体需要,最终完全变成具备实时监视和提前防范作用的控制方法。改进之后的安全评价手段以及紧急处理方案可以明显减少意外带来的损害,同时大幅增强企业的整体抵御危险能力和面对突发状况的处理能力。

持续优化事故演练和反馈机制能够提高企业处理复杂风险的能力,建立完善的闭环管理。广泛实施前面提到的策略,化工企业能够在越来越复杂的生产环境中实现高质量、安全的运行,并且给行业带来很好的风险控制示范效果。

5 结语

化工过程安全评估与风险管理技术的研究,对于保证化工行业安全生产价值显著。本文借助构造风险辨识框架、拟定屏障控制策略、研究动态监控技术及应急响应体系等,为化工安全给予了全方位支持。研究成果有益于企业达成全程安全监管,提高风险防控与应急响应能力,降低事故损失。尚需不断改进相关技术与管理模式,促进化工行业安全标准健全,为行业长久稳固发展夯实安全根基。

参考文献

- [1] 宋彬慧.化工企业安全现状风险评价技术研究[J].当代化工研究,2023,(17):188-190.
- [2] 靳永芬,张昆仑.浅析化工安全评价中过程控制和风险管理[J].中国科技期刊数据库 工业A,2023,(06):0036-0039.
- [3] 朱振尧,朱红玉,朱亚光.化工工艺风险识别与安全评价[J].化工管理,2023,(05):152-154.
- [4] 林夕雅,曲毅.化工工艺管理的风险识别和安全评价[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2022,(09):0169-0171.
- [5] 李霞娟.化工工艺的风险识别与安全评价[J].化工管理,2021,(36):162-163.