

化工安全评估与事故预防技术研究

陈选选

浙江圣泰安全技术有限公司 310000

【摘要】化工行业作为国民经济的重要组成部分，其生产过程涉及众多危险化学品和复杂工艺，安全问题至关重要。本文深入探讨化工安全评估与事故预防技术，首先阐述化工安全评估的重要性及常用方法，包括安全检查表法、危险与可操作性分析等；接着详细分析化工事故的主要原因，如人为失误、设备故障等；最后重点研究事故预防技术，涵盖安全管理体系建设、本质安全设计、自动化控制技术应用等方面，旨在为化工企业提升安全水平、预防事故发生提供理论支持与实践指导。

【关键词】化工安全评估；事故预防技术；研究

Research on Chemical Safety Assessment and Accident Prevention Technology

Chen Xuanxuan

Zhejiang Shengtai Safety Technology Co., Ltd. 310000

【Abstract】As an important component of the national economy, the chemical industry involves numerous hazardous chemicals and complex processes in its production process, and safety issues are crucial. This article delves into chemical safety assessment and accident prevention techniques, first elaborating on the importance and common methods of chemical safety assessment, including safety checklist method, hazard and operability analysis, etc; Continuing with a detailed analysis of the main causes of chemical accidents, such as human error, equipment failure, etc; Finally, the focus is on researching accident prevention technologies, covering aspects such as safety management system construction, intrinsic safety design, and application of automation control technology. The aim is to provide theoretical support and practical guidance for chemical enterprises to improve their safety level and prevent accidents from occurring.

【Key words】chemical safety assessment; Accident prevention technology; Research

引言

化工产业在推动经济发展、满足社会需求等方面发挥着关键作用。然而，化工生产的特殊性决定了其面临诸多安全风险，一旦发生事故，往往会造成严重的人员伤亡、财产损失以及环境污染。因此，开展化工安全评估并采取有效的事故预防技术，对于保障化工企业的可持续发展、维护社会稳定具有深远意义。

1 化工安全评估

（一）化工安全评估的重要性

化工安全评估能够全面识别生产过程中的潜在危险因素，评估风险程度，为企业制定针对性的安全措施提供依据。通过定期评估，可以及时发现新出现的安全隐患，确保安全管理体系的有效性，降低事故发生的可能性。

（二）常用的化工安全评估方法

安全检查表法（SCL）

安全检查表法是一种基于经验和法规标准编制的检查清单，用于系统地对化工装置、设施等进行检查。它将复杂的化工系统分解为若干个单元，针对每个单元的特点列出相应的检查项目和标准要求。例如，对于化工储罐区的安全检

查表，会涉及到储罐的材质、安装位置、防火堤设置、液位报警装置等检查内容。该方法简单易行，能够快速发现明显的的安全问题，但对检查人员的专业知识和经验要求较高。

危险与可操作性分析（HAZOP）

HAZOP 是一种以引导词为核心的系统性分析方法，通过对工艺参数的偏差进行分析，识别可能导致的危险和可操作性问题。它通常由多专业背景的团队共同开展，针对化工工艺过程中的每一个节点，分析工艺参数（如温度、压力、流量等）偏离设计值的原因、后果以及应采取的措施。例如，在分析某反应釜的工艺时，若温度出现异常升高，可能导致反应失控、爆炸等严重后果，通过 HAZOP 分析可以找出导致温度升高的原因，如冷却系统故障、进料速度过快等，并提出相应的改进措施。这种方法能够深入挖掘潜在的安全隐患，但分析过程较为复杂，耗时较长。

故障模式与影响分析（FMEA）

FMEA 主要用于分析系统中单个组件或设备的故障模式及其对整个系统的影响程度。首先确定设备的各个组成部分，然后分析每个部分可能出现的故障模式，评估故障发生的概率和影响后果，根据风险程度制定相应的预防和纠正措施。例如，对于化工生产中的泵，其故障模式可能有泄漏、流量不足等，通过 FMEA 分析可以明确每种故障模式对生产流程的影响，从而提前采取维护、更换等措施，防止故障扩大引发事故。

2 化工事故的主要原因

(一) 人为失误

人为因素是化工事故发生的重要原因之一。操作人员缺乏必要的安全知识和技能培训,对操作规程不熟悉,在操作过程中可能出现误操作,如错误的阀门开关、参数设置不当等。此外,员工安全意识淡薄,违反安全规章制度,如在禁火区吸烟、未正确佩戴个人防护用品等行为,都可能引发事故。

(二) 设备故障

化工生产依赖大量的设备和管道,长期运行可能导致设备老化、磨损、腐蚀等问题,进而引发故障。例如,管道的腐蚀穿孔可能导致危险化学品泄漏,压力容器的安全附件失效可能引发超压爆炸。另外,设备选型不合理、安装调试不符合要求等前期问题,也会为后续的运行埋下安全隐患。

(三) 工艺缺陷

一些化工工艺本身存在固有风险,如果工艺设计不合理,如反应条件过于苛刻、工艺流程复杂且存在安全漏洞等,容易引发事故。例如,某些化学反应在特定条件下可能发生失控,若工艺设计中没有充分考虑到这种情况并设置相应的控制措施,就可能导致严重后果。

(四) 安全管理不善

企业安全管理制度不完善、安全责任不明确、安全监督不到位等管理问题,会使得安全措施无法有效落实。例如,安全检查流于形式,未能及时发现和整改安全隐患;应急预案缺乏针对性和可操作性,在事故发生时无法起到有效的指导作用。

3 化工事故预防技术

(一) 加强安全管理体系建设

加强安全管理体系建设

化工企业的安全管理体系建设是一项系统而复杂的工程,关乎企业的生存与发展。一个完善的安全管理体系犹如坚固的基石,支撑着企业在安全的轨道上稳健前行。

首先,企业要构建全面覆盖的安全管理制度框架。这不仅涵盖日常生产运营中的各个环节,还需延伸至企业管理的方方面面。从高层决策到基层操作,从原料采购到产品交付,每一个流程都应有明确的安全规范。例如,在设备维护管理方面,应制定详细的设备巡检制度、定期保养计划以及维修记录档案,确保设备始终处于安全可靠的运行状态。同时,针对不同部门的职能特点,精准划分安全职责,使每个部门、每位员工都清楚知晓自己在安全管理中的角色和任务,做到责任到人,杜绝推诿扯皮现象。

其次,安全管理制度要紧跟行业发展和法规要求,保持动态更新。化工行业技术不断创新,新的危险化学品和工艺不断涌现,这就要求企业及时调整和完善安全管理制度,确保其科学性和有效性。此外,随着国家和地方安全法规政策的变化,企业必须迅速响应,将新的要求融入自身制度体系,确保合法合规经营。只有这样,企业的安全管理体系才能与时俱进,适应不断变化的安全形势,为企业的安全生产提供

有力保障。

完善安全管理制度

完善安全管理制度是化工企业实现安全生产的核心任务之一。一套严谨、细致且切实可行的安全管理制度,是规范员工行为、预防事故发生的重要依据。

明确各部门和人员的安全职责是制度完善的首要任务。企业应通过清晰的条文规定,界定每个部门在安全管理中的具体职责范围。例如,生产部门负责生产过程中的安全操作执行与现场安全管理;安全管理部门承担安全制度的制定、监督检查以及应急救援的组织协调;采购部门要确保所采购的物资和设备符合安全标准等。对于员工个人,要明确从入职到离职整个过程中的安全义务和权利,让每一位员工都深知自己对安全工作负有不可推卸的责任。

制定详细的安全操作规程是保障生产安全的关键。针对化工生产中的每一道工序、每一台设备,都要制定精确到步骤的操作指南。以化工反应釜的操作为例,操作规程应详细说明开机前的检查事项、升温降温的速率控制、加料顺序和量的要求、运行过程中的参数监控以及关机后的清理维护等内容。同时,为确保制度的有效执行,还需配套制定严格的考核标准。考核内容不仅要涵盖对操作规程的执行情况,还要包括对安全知识的掌握程度、安全意识的提升表现等。通过明确的奖惩机制,激励员工自觉遵守安全制度,对违规行为进行严肃处理,从而营造良好的安全文化氛围,使安全管理制度真正落地生根。

强化安全教育培训

强化安全教育培训是提升化工企业员工安全素质、预防事故发生的重要举措。在化工生产这个高风险领域,员工的安全意识和操作技能直接关系到企业的安全生产大局。

定期组织员工参加安全培训是必不可少的环节。培训频率应根据企业实际情况和员工岗位特点合理安排,确保员工能够持续接受安全知识的熏陶。培训内容要丰富全面,涵盖多个关键领域。安全法律法规是员工必须了解的基础内容,通过学习,让员工明白安全生产是企业 and 个人的法定义务,违法违规将承担严重后果,从而增强员工的法律敬畏之心。危险化学品知识培训则聚焦于企业所涉及的各种危险化学品的特性、危害以及防范措施,使员工在日常工作中能够正确识别、处理和储存这些化学品,避免因无知而引发事故。

操作规程培训是培训内容的核心部分。详细讲解每一个生产环节的正确操作方法和注意事项,通过反复强调和训练,让员工形成肌肉记忆,确保在实际操作中不出差错。应急处置培训同样重要,教授员工如何识别事故初期迹象、如何正确使用应急救援设备、如何组织疏散逃生以及如何进行现场急救等技能,提高员工在突发事故面前的应对能力。

为了增强培训效果,企业应采用多样化的培训方式。课堂讲授可以系统地传授安全知识和理论;现场演示能让员工直观地看到正确的操作方法和应急设备的使用;案例分析通过真实发生的事故案例,深刻剖析原因和教训,让员工从中吸取经验,引以为戒;模拟演练则让员工身临其境地感受事故场景,锻炼他们的实战能力。通过多种方式的有机结合,激发员工的学习兴趣,提高培训的实效性,使员工真正将安全知识转化为实际行动,为企业的安全生产保驾护航。

加强安全监督检查

加强安全监督检查是化工企业及时发现和消除安全隐患、确保安全生产的重要手段。在化工生产的复杂环境中，安全隐患随时可能潜伏滋生，只有通过常态化、全方位的监督检查，才能将事故扼杀在萌芽状态。

建立常态化的安全监督检查机制是首要任务。企业应制定详细的检查计划，明确检查的周期、内容和标准。定期检查可以分为日检、周检、月检以及季度和年度大检查等不同层次，确保生产现场始终处于严密的监控之下。日检主要由一线班组长负责，重点检查设备的日常运行状况、员工的操作规范以及现场的安全防护设施是否完好；周检和月检则由安全管理部门牵头，联合各相关部门，对生产区域进行全面细致的检查，包括设备维护记录、安全管理制度的执行情况等；季度和年度大检查规模更大、范围更广，除了对硬件设施进行深入检查外，还会对企业的安全管理体系进行全面评估，查找潜在的系统性问题。

（二）本质安全设计

选用安全的工艺和设备

在化工项目规划和设计阶段，优先选择本质安全型的工艺和设备。例如，采用先进的微反应技术，能够有效降低反应规模，减少危险化学品的存量，降低事故风险。选用具有良好安全性能的设备，如具备自动连锁保护装置的压力容器、密封性能好的管道阀门等。

优化布局设计

合理规划化工企业的厂区布局，将不同危险等级的区域进行有效分隔，设置足够的安全间距。例如，将易燃易爆物质的储存区与生产区保持一定的安全距离，并设置防火、防爆隔离设施。同时，考虑风向、地形等因素，确保人员疏散通道畅通。

（三）自动化控制技术应用

过程自动化监控

利用自动化控制系统对化工生产过程进行实时监控，采集温度、压力、流量等关键参数，并通过数据分析及时发现异常情况。一旦参数超出设定范围，系统能够自动发出报警信号，并采取相应的控制措施，如调节阀门开度、停止进料等，避免事故的发生。

紧急停车系统（ESD）

安装紧急停车系统，当生产过程出现严重故障或危险情况时，操作人员可以通过触发 ESD 系统，迅速停止相关设备的运行，切断物料供应，防止事故进一步扩大。ESD 系统应具备独立于常规控制系统的硬件和软件，确保其可靠性。

（四）火灾爆炸预防技术

防火防爆措施

在化工生产场所设置防火分隔设施，如防火墙、防火门等，阻止火灾蔓延。对易燃易爆区域进行电气防爆设计，选用符合防爆要求的电气设备，防止电气火花引发爆炸。同时，控制作业环境中的可燃物质浓度，通过通风换气、安装可燃气体检测报警器等措施，确保其浓度在安全范围内。

消防设施配备

根据化工企业的特点，合理配备各类消防设施，如灭火器、消火栓、泡沫灭火系统、干粉灭火系统等。定期对消防设施进行维护保养和检测，确保其在关键时刻能够正常使用。

（五）危险化学品管理

全生命周期管理

对危险化学品从采购、运输、储存、使用到废弃处置的全过程进行严格管理。在采购环节，选择有资质的供应商；运输过程中，确保包装符合要求，运输车辆具备相应的安全条件；储存时，按照危险化学品的性质分类存放，并设置明显的标识和安全警示标志；使用过程中，严格遵守操作规程；废弃处置时，交由有资质的单位进行处理。

安全技术说明书和标签

确保危险化学品具有完整准确的安全技术说明书（SDS）和安全标签。SDS 应包含化学品的危险性、急救措施、消防措施、泄漏应急处理等信息，安全标签应标明化学品的名称、危险性类别、警示词等内容，为员工提供必要的安全信息。

结语

化工安全评估与事故预防技术是保障化工企业安全生产的关键环节。通过科学运用各种安全评估方法，深入分析化工事故的原因，并采取针对性的事故预防技术，包括加强安全管理体系建设、推进本质安全设计、应用自动化控制技术、落实火灾爆炸预防措施以及强化危险化学品管理等，可以有效降低化工生产过程中的安全风险，减少事故的发生。化工企业应高度重视安全工作，不断完善安全管理和技术措施，实现经济效益与安全效益的协调发展，为化工行业的可持续发展奠定坚实基础。未来，随着科技的不断进步，还需要持续探索和应用更先进的安全评估与事故预防技术，以应对日益复杂的化工安全挑战。

参考文献

- [1] 化工工艺的风险识别与安全评价研究. 邹昌镛. 山西化工, 2023 (11)
- [2] 化工工艺设计中的安全风险因素及控制对策. 董行. 化工管理, 2024 (01)
- [3] 化工工艺设计节能环保与安全对策探讨. 黄承龙. 化工设计通讯, 2024 (02)
- [4] 危险化工工艺全流程自动化困境和出路探讨. 查耀斌. 湖北应急管理, 2024 (04)
- [5] 化工工艺风险识别对策研究. 王立飞; 王玉强; 乔因利; 李善云. 上海服饰, 2023 (07)