

# Analysis of safety hazards and preventive measures in chemical process

Huabing Chen

Jiangsu Suopu New Material Technology Co., Ltd., Zhenjiang, Jiangsu, 212130, China

## Abstract

Chemical processes pose significant risks due to their inherent characteristics, posing threats to production safety and the ecological environment. This article systematically analyzes the primary safety hazards in chemical processes, including chemical leaks, equipment failures and aging, operational errors, and management deficiencies. Chemical leaks can lead to poisoning, explosions, and environmental pollution. Equipment issues can cause reactions to go out of control, and human factors are a key factor in the frequent occurrence of accidents. To address these hazards, the article proposes preventive measures such as safety design and engineering control, leak detection and alarms, regular maintenance and inspections, equipment upgrades, improving operating procedures, enhancing personnel training, and strengthening qualification management. By conducting a thorough analysis of these hazards and proposing effective measures, this study aims to provide theoretical support and practical guidance for chemical enterprises to improve their safety management levels and reduce accident risks, ensuring the sustainable development of the chemical industry.

## Keywords

chemical process; safety hazard; preventive measures

# 化工工艺过程中的安全隐患及防范措施分析

陈华兵

江苏索普新材料科技有限公司, 中国·江苏·镇江 212130

## 摘要

化工工艺由于自身所有的特性而存在着较高的危险性,其安全隐患对生产安全以及生态环境都构成了威胁。本文对化工工艺过程中化学品泄漏、设备故障老化、操作失误以及管理缺陷等主要的安全隐患展开了系统的剖析,化学品泄漏有可能引发中毒、爆炸以及环境污染等情况,设备出现问题会致使反应失控,而人为因素是导致事故频繁发生的关键所在。针对这些隐患,分别给出了安全设计与工程控制、泄漏检测报警,定期进行维护检查以及设备更新改造,以及完善操作规程、强化人员培训以及资质管理等防范措施,借助对隐患进行深入的分析并提出有效的措施可为化工企业提升安全管理水平、降低事故风险提供理论依据以及实践指导,保障化工行业的可持续发展。

## 关键词

化工工艺; 安全隐患; 防范措施

## 1 引言

化工工艺所具备的基本特征,直接决定着化工工艺具备较高的危险性,需要化工企业在开展各项运营活动时积极做好风险的控制工作,将化工工艺特征作为依据,合理选择风险防范办法,切实保证风险防范工作的科学性与有效性。化工工艺在实施过程中,多方面因素均会对化工工艺所使用的化工装置产生一定的影响。绝大多数化工装置在运行过程中,需要作业人员对多种因素进行控制,在多种因素处于稳定、平衡的状态下才能够形成一个相对完整的化工装置,化工工艺才能够顺利开展。因此,化工工艺在实施过程中,

需要作业人员对各个作业环境进行控制,在保证各项因素均处于协调稳定的情况下才能够生产出高质量的化工产品,同时降低化工工艺的危险性。

## 2 化工工艺过程中的主要安全隐患

### 2.1 化学品泄漏

在化工工艺进程中,化学品发生泄漏属于较为突出的安全隐患。化工生产会涉及许多有易燃、易爆以及有毒有害特性的化学品,像氯气、苯、硫化氢等,如果这些化学品出现泄漏,有可能因为挥发而形成有毒有害的气体,经由呼吸道进入人体,引发中毒、窒息等严重后果,也有可能与空气混合形成有爆炸性的混合气体,遇到火源后瞬间引发剧烈的爆炸<sup>[1]</sup>。管道连接处密封失效、储罐出现腐蚀穿孔、反应釜超压破裂等都是致使化学品泄漏的常见原因,装卸过程中操

【作者简介】陈华兵(1982-),男,中国安徽霍邱人,本科,注册安全工程师,从事化工安全生产研究。

作出现不当、运输车辆发生事故等同样会造成化学品向外泄漏，化学品泄漏会威胁现场人员的生命安全，还会对周边环境造成污染，引发土壤、水源以及大气的生态危机。

## 2.2 设备故障与老化

化工生产设备长时间在高温、高压以及强腐蚀等恶劣工况条件下运行，设备出现故障以及老化问题难以避免。例如，换热器在长时间处于高温高压的环境之中时，管束有可能出现穿孔、开裂的状况，导致介质出现泄漏的现象，反应釜由于频繁地进行升降温操作，其内部衬里会出现磨损、脱落的问题，影响反应的稳定性，输送泵在长期运转之后，机械密封会出现磨损，最终造成物料泄漏<sup>[2]</sup>。设备老化还会致使控制系统出现失灵的情况，温度、压力、流量等关键参数没办法进行精准控制，引发反应失控。部分企业为了降低成本，对设备维护保养的投入不够，设备带病运行的现象较为普遍，这使得故障风险持续累积，一旦超过临界值就可能引发火灾、爆炸等灾难性事故，造成重大的人员伤亡以及财产损失。

## 2.3 操作失误与管理缺陷

操作失误以及管理缺陷是化工安全事故的关键诱发因素，操作人员由于专业知识欠缺、培训未达标准有可能错误地设定工艺参数，没有依照操作规程来启动、停止设备，或者在异常工况出现时处理不得当，比如，在开停车的过程中，没有按照规定的顺序去进行操作，使得系统压力、温度失去控制，没有及时察觉到仪表显示出现异常，延误了故障处理的时机<sup>[3]</sup>。在管理层面，企业的安全管理制度并不完善，安全责任落实情况不佳，隐患排查治理不够彻底，部分企业为了追求经济效益，违规缩短设备检修周期、超产能运行，安全监督如同虚设，对于违规操作行为没能及时给予制止并纠正，这些问题的存在大幅增加了化工生产过程中的安全风险，给事故发生埋下了隐患。

## 3 化工工艺过程中化学品泄漏的防范措施

### 3.1 安全设计与工程控制

安全设计以及工程控制是防范化学品泄漏的源头保障，在化工项目规划阶段要运用危险与可操作性分析、保护层分析等技术，针对工艺流程展开系统性风险评估，以此来优化管道布局、设备选型以及安装方式，合理规划管道走向，减少不必要的弯头以及连接处，降低泄漏风险，选用耐腐蚀并且耐压等级更高的管道以及储罐材料，可延长设备使用寿命<sup>[4]</sup>。在工程实施过程当中，采用双重密封、防泄漏阀门等先进设备，对容易泄漏的部位进行强化防护，设置围堰、收集池等设施，保证泄漏的化学品可以被及时收集以及处置，防止其扩散，合理规划厂区功能分区，把危险化学品生产、储存区域跟人员密集区隔离开来，从空间布局方面降低泄漏事故造成的危害。

### 3.2 泄漏检测与报警系统

泄漏检测与报警系统对实现化学品泄漏早期预警起着

关键作用，借助安装固定式气体检测仪、便携式气体检测仪、液位传感器以及压力传感器等设备可对生产装置和储存设施展开全方位的实时监测工作。以储罐区为例，安装高灵敏度的可燃气体检测仪后，一旦空气中化学品浓度超出标准，便会立刻触发声光报警，并且凭借控制系统联动切断物料输送阀门。针对大型化工装置可运用红外热成像、光纤传感等先进检测技术，精确找出微小泄漏点，建立智能监控平台，整合各类检测数据，运用大数据分析和人工智能技术，预测泄漏趋势，提前做好应对准备，定期对检测设备进行校准与维护，保证系统稳定可靠运行，为安全生产构建坚实防护屏障<sup>[5]</sup>。

## 4 化工工艺过程中设备故障与老化的防范措施

### 4.1 定期维护与检查

定期开展维护以及检查工作是保证化工设备稳定运行的关键，企业要制定科学完善的设备维护计划，明确不同设备的维护周期以及维护具体内容。对于反应釜、换热器这类关键设备而言，每月都要进行外观检查、密封性测试以及内部探伤检测，对于输送泵、压缩机等转动设备，要定期去更换润滑油，检查轴承的磨损状况。还要建立起设备维护档案，详细记录每次维护、检修的时间、内容以及所发现的问题，以此为设备运行状态评估提供数据方面的支持。加大巡检力度，安排专业人员对设备展开日常巡查，借助振动监测、温度监测等手段，及时发现设备出现的异常振动、温度升高等潜在故障，把问题解决在萌芽状态。借助定期维护与检查，可有效降低设备故障率，延长设备的使用寿命。



图1 反应釜

### 4.2 设备更新与技术改造

设备更新以及技术改造属于提升化工生产安全性与效率的必然途径，随着科技不断发展，新型化工设备于安全性、可靠性以及自动化程度方面持续进步，企业需要依据自身实际情形，对超期使用并且存在重大安全隐患的设备进行及时更新，比如把传统的机械密封泵替换成磁力泵，以此消除轴封泄漏风险，运用新型智能仪表取代老旧的机械式仪表，提

升工艺参数测量的准确性与稳定性<sup>[6]</sup>。展开技术改造,对现有设备加以优化升级,在反应釜上加装自动控制系统,实现温度、压力的精准调节以及自动连锁保护,借助设备更新与技术改造,可降低设备故障以及老化所带来的安全风险,还可提高生产效率,提高企业竞争力。

## 5 化工工艺过程中操作失误与管理缺陷的防范措施

### 5.1 操作规程与标准化作业

操作规程以及标准化作业是规范操作人员行为、减少操作失误的重点,企业要依据工艺特点以及设备特性制定详尽且科学的操作规程,明确每一个操作步骤的具体要求以及安全注意事项。在开停车操作时,编制带有图文的操作流程图,标注出关键节点的操作参数与顺序,对于危险作业,像动火、受限空间作业这类要制定专项作业许可制度以及安全操作规程。推行标准化作业,让操作人员严格依照规程来执行操作,杜绝习惯性违章情况发生,构建操作行为监督机制,借助现场巡查、视频监控等手段,对操作人员的作业过程实施实时监督,一旦发现违规行为要及时进行纠正与处罚,定期对操作规程加以修订与完善,保证其与实际生产状况相契合,持续提升操作的规范性以及安全性<sup>[7]</sup>。

### 5.2 人员培训与资质管理

人员培训以及资质管理是提升操作人员专业素养与安全意识的關鍵路径,企业需要构建完备的培训体系,依据不同岗位的需求开展新员工入职培训、岗位技能培训以及安全知识培训等工作,培训内容包含理论知识,而且要着重实际操作技能的训练,借助模拟操作、案例分析等手段,提升员工应对突发状况的能力<sup>[8]</sup>。严格落实人员资质管理制度,规定关键岗位操作人员要获取相应的职业资格证书,像压力容器操作证、特种作业操作证等,定期对员工进行考核,考核不依靠的人员需重新培训,直至考核合格。开展安全文化建设活动,借助安全知识竞赛、应急演练等形式,提高员工的安全意识与责任感,营造全员参与安全管理的良好氛围。

## 6 结语

化工工艺过程中的安全隐患治理属于一项系统且有长期性的工程,针对化学品泄漏、设备故障老化、操作失误以及管理缺陷等隐患展开分析,并实施相应的防范措施可切实降低化工生产风险,保障人员生命安全以及生态环境的稳

定。但随着化工技术持续革新以及生产规模不断扩大,新的安全挑战也会不断出现。未来,化工企业要持续强化安全管理体系建设,紧密跟随科技发展脚步,积极引入新技术、新方法,持续优化安全防范措施,强化企业与科研机构、行业协会之间的合作交流,共同探寻化工工艺安全发展的新途径,推动化工行业朝着更安全、更环保、更高效的方向前进。



图2 人员安全教育

## 参考文献

- [1] 陈燕霞. 化工工艺设备安全保障措施分析 [J]. 石化技术, 2024, 31 (06): 58-60.
- [2] 徐唯唯,吴婷. 化工工艺设计中的安全问题及控制措施探讨 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43 (03): 123-125.
- [3] 王伟珏. 浅析化工工艺设计中安全危险的问题 [J]. 石河子科技, 2021, (03): 39-40.
- [4] 辛艾智,刘明瑞. 化工工艺设计中安全问题及控制探讨 [J]. 中国金属通报, 2021, (04): 245-246.
- [5] 王清凯. 浅谈化工工艺安全设计中危险因素及相关解决措施的研究 [J]. 山东化工, 2021, 50 (05): 162-163. DOI:10.19319/j.cnki.issn.1008-021x.2021.05.060.
- [6] 李俊玲,谷军. 基于化工工艺设计中的安全问题及处理措施分析 [J]. 当代化工研究, 2021, (03): 121-122.
- [7] 李晓萍,沙乔兵. 危险化工工艺的安全控制措施 [J]. 当代化工研究, 2020, (03): 116-117.
- [8] 王小洪. 化工工艺设计中的安全问题及控制 [J]. 化工管理, 2019, (14): 86-87.