

化工生产技术管理与化工安全生产

韩景岩 韩金豹

河南红东方化工股份有限公司 河南 许昌 461100

摘要: 化工生产技术管理与安全生产紧密相连、相辅相成。技术管理涵盖工艺流程优化、设备选型维护、操作规程标准化等,是安全生产的基础支撑。而安全生产要求遵循预防为主、综合治理等原则,识别工艺、设备、人为等风险。二者协同需从制度、技术、人员、文化层面发力,通过联动机制、工业互联网、能力认证、文化渗透等举措,保障化工生产稳定安全运行。

关键词: 化工生产技术管理; 化工安全生产; 支撑作用; 协同策略

引言

化工行业作为国民经济的重要支柱产业,在推动经济发展、满足社会需求方面发挥着关键作用。然而,化工生产过程复杂,涉及大量易燃易爆、有毒有害物质,一旦发生安全事故,后果往往不堪设想。化工生产技术管理是保障生产有序进行的核心要素,而化工安全生产则是企业生存与发展的底线。深入探究二者间的内在联系,探寻协同共进的有效策略,对提升化工企业竞争力、保障行业稳定发展意义重大。

1 化工生产技术管理体系构建

1.1 技术管理的内涵与范畴

(1) 工艺流程设计优化,需结合化工产品特性与生产规模,通过物料衡算、能量衡算减少资源浪费,例如优化反应温度、压力参数提升转化率,同时规避反应过程中可能产生的副产物安全隐患,确保流程兼具高效性与安全性。(2) 设备选型与维护管理,选型时优先考虑耐腐蚀、耐高温的专业设备,匹配生产工艺要求;维护需建立定期巡检制度,重点检查设备密封件、传动部件等易损部位,及时更换老化部件,避免因设备故障引发生产中断或安全事故。(3) 操作规程标准化,针对每个生产环节制定清晰操作步骤,明确操作权限与应急处理流程,例如物料投料顺序、阀门开关频次等需量化规范,同时定期修订规程以适配工艺升级,确保员工操作有章可循。

1.2 技术管理的关键要素

(1) 人员技能培训与考核,定期开展化工原理、设备操作等专业培训,结合模拟实操提升员工应急处置能力;考核采用理论笔试与现场操作结合的方式,不合格者需重新培训,保障人员技能满足生产技术要求。(2) 技术创新与升级机制,设立专项研发基金,鼓励引入新型催化技术、节能环保工艺;建立技术评估体系,对升

级后的技术进行产能、安全双维度验证,确保创新技术稳定落地。(3) 信息化与智能化技术应用,部署DCS系统实现生产参数实时监控,通过AI算法分析数据异常,例如当反应釜温度超阈值时自动预警;利用智能巡检机器人替代人工,排查高温、高压区域设备隐患^[1]。

1.3 技术管理与安全生产的关联机制

(1) 技术缺陷对安全事故的诱发路径,工艺流程设计疏漏可能导致物料混合反应失控,引发爆炸;设备选型不当若使用非防爆材质,在易燃易爆环境中易产生火花;操作规程模糊会使员工误操作,如违规超压生产,最终触发安全事故。(2) 技术管理优化对安全风险的防控作用,优化工艺流程可减少危险物料存储量,降低事故发生概率;强化设备维护能提前消除故障隐患,避免设备泄漏引发中毒、火灾;标准化操作与智能监控结合,可实时拦截违规操作,快速响应异常情况,形成安全生产闭环防控。

2 化工安全生产的核心要素与风险识别

2.1 安全生产的基本原则

(1) 预防为主、综合治理:以超前防控为核心,在化工生产全流程前置风险管控措施,如在项目设计阶段规避高风险工艺路线,生产过程中定期排查隐患;同时整合技术、管理、人员多维度资源,针对物料存储、反应操作、废水处理等环节协同治理,形成“排查-整改-监督”的全链条防控体系,避免风险累积转化为安全事故。(2) 动态风险评估与分级管控,结合生产工况变化实时更新风险数据库,例如原料成分调整、设备运行时长增加时重新评估风险等级;根据风险严重程度划分“红、橙、黄、蓝”四级管控,对红色高风险环节(如剧毒物料反应釜)实施24小时专人值守,橙色风险环节(如溶剂储罐区)增加巡检频次,实现差异化、精准化管控。

2.2 化工生产中的典型风险类型

(1) 工艺风险, 反应体系中若温度、压力超出安全范围, 易引发剧烈反应导致冲料、爆炸; 物料输送管道因焊接缺陷或阀门密封失效, 可能出现有毒、易燃介质泄漏, 形成可燃混合气或有毒扩散区, 触发火灾、中毒事故。(2) 设备风险, 化工原料多含酸、碱等腐蚀性物质, 长期接触会导致反应釜内壁、换热器管束变薄, 引发设备穿孔; 设备超期服役或未及时更换老化部件(如泵体密封件、电气线路), 易出现运行故障, 甚至引发机械伤害或电气火灾。(3) 人为因素风险, 员工未按规程进行物料配比、违规超压操作, 可能直接导致工艺紊乱; 管理层面若未落实安全培训、隐患排查制度, 或应急预案未定期演练, 会降低风险应对能力, 加剧事故后果。

2.3 风险识别与评估方法

(1) HAZOP分析、LOPA分析等工具应用, HAZOP分析通过组建跨专业团队, 围绕工艺参数(如流量、温度)的偏差展开讨论, 识别潜在风险及原因, 例如针对“进料流量过大”分析可能导致的反应超温风险; LOPA分析在HAZOP基础上, 量化评估防护措施的失效概率, 确定风险是否处于可接受范围, 为后续管控提供依据。

(2) 风险矩阵与量化评估模型, 风险矩阵结合“可能性”与“后果严重程度”两个维度, 将风险划分为不同等级, 如“高可能性+严重后果”判定为重大风险; 量化评估模型通过输入设备故障率、人员操作失误率等数据, 计算风险发生概率及损失值, 例如利用故障树分析(FTA)追溯事故根源, 提升评估精准度^[2]。

3 化工生产技术管理对化工安全生产的支撑作用

3.1 技术管理优化降低事故概率的路径

(1) 工艺安全设计, 以“从源头消除风险”为核心, 在工艺设计阶段融入本质安全思路, 例如通过选用低毒原料替代剧毒物料、优化反应路线减少危险中间体生成, 从根本上降低风险基数; 同时采用“最小化”设计原则, 如缩减危险物料存储量、缩短输送管道长度, 减少事故发生时的影响范围, 实现工艺层面的安全前置防控。(2) 设备可靠性管理, 引入基于风险的检验(RBI)技术, 通过分析设备材质、运行工况、介质腐蚀性等参数, 精准识别高风险设备及易失效部位, 优先对反应釜、压力管道等关键设备开展针对性检测; 建立设备全生命周期台账, 记录安装、维护、检修数据, 结合设备运行时长与故障规律制定预防性维护计划, 避免因设备突发故障引发泄漏、爆炸等事故。(3) 自动化控制与应急联动系统, 部署全流程自动化控制系统, 如通过PLC实现物料配比、反应温度的精准调控, 减少人工操

作误差; 搭建应急联动平台, 将DCS系统、火灾报警系统、应急喷淋系统联动, 当检测到温度超标、气体泄漏等异常时, 系统自动触发声光报警、切断进料阀门、启动喷淋降温, 实现事故的快速响应与处置, 降低事故升级概率^[3]。

3.2 技术管理在安全培训中的实践

(1) 仿真模拟培训技术应用, 利用VR/AR仿真技术搭建模拟生产场景, 还原反应失控、设备泄漏等危险工况, 让员工在安全环境中练习应急操作, 如佩戴空气呼吸器、关闭紧急切断阀等; 开发工艺操作模拟系统, 模拟不同参数偏差下的生产状态, 帮助员工理解操作失误的后果, 提升对工艺风险的认知与应急处置能力, 避免实际操作中的误判与失误。(2) 操作规程动态更新机制, 建立操作规程与技术升级的联动机制, 当工艺优化、设备更新后, 及时修订操作规程, 补充新的操作步骤、参数要求及风险提示; 通过线上培训平台推送更新内容, 结合现场实操考核确保员工掌握新规程; 定期收集员工在操作中的问题反馈, 对规程中模糊或不合理的条款进行优化, 保证操作规程的实用性与安全性, 为员工规范操作提供明确指导。

3.3 技术管理与安全文化的融合

(1) 通过技术手段强化安全意识, 为员工配备智能穿戴设备, 如具备定位、气体检测功能的安全帽, 当员工进入禁入区域或接触有毒气体时, 设备实时发出预警, 提醒员工规避风险; 在生产车间设置智能安全提示屏, 滚动播放近期设备隐患、操作违规案例及安全知识, 结合数据化的风险提示(如“本周高风险设备: 2号反应釜”), 让安全意识融入日常生产场景。(2) 建立技术-安全双向反馈机制, 搭建跨部门反馈平台, 鼓励一线员工将操作中发现的工艺缺陷、设备隐患通过系统提交, 技术部门及时评估并制定优化方案, 同时反馈整改进度与结果, 让员工感受到技术改进对安全的实际作用; 定期召开技术-安全研讨会, 分享技术优化带来的安全效益(如某工艺升级后事故风险降低30%), 强化“技术保障安全”的理念, 推动形成全员参与技术改进、共同维护安全的文化氛围。

4 化工生产技术管理与化工安全生产的协同策略

4.1 制度层面

(1) 制定技术管理标准与安全规范联动机制, 建立跨部门制度协同小组, 明确技术标准与安全规范的同步修订流程, 例如当更新工艺技术参数标准时, 需同步评估对安全操作阈值的影响, 修订对应的安全操作规程; 将技术指标纳入安全考核体系, 如把设备维护达标率、

工艺参数合规率与车间安全评级挂钩,确保技术管理与安全管理目标一致。(2)构建技术-安全联合评审机制,在新项目立项、工艺升级、设备改造等关键环节,组建由技术、安全、生产部门人员组成的联合评审组,从技术可行性与安全风险性双维度开展评估;例如引入新工艺时,需先通过技术评审确认其产能优势,再通过安全评审排查反应失控、物料泄漏等风险,未通过双评审的项目不得推进,从制度上杜绝“重技术轻安全”的情况。

4.2 技术层面

(1)工业互联网在安全监测中的深度应用,搭建覆盖生产全流程的工业互联网平台,整合设备运行数据、工艺参数、环境监测数据(如有毒气体浓度、温度),实现数据实时共享与异常联动预警;例如当某区域传感器检测到可燃气体泄漏时,平台可自动定位泄漏点,同步推送预警信息至技术维修组与安全监管组,同时调取该区域设备历史运行数据,辅助技术人员快速排查泄漏原因。(2)大数据技术在风险预判中的实践,利用大数据分析构建风险预判模型,通过收集历史事故数据、设备故障记录、操作违规案例等信息,挖掘风险发生的规律与关联因素;例如分析发现“反应釜温度波动超过5℃且搅拌速率下降”时,设备泄漏风险显著升高,模型可据此设置预警阈值,当实时数据触发阈值时提前发出风险提示,帮助技术与安全团队超前采取防控措施,变“事后处置”为“事前预防”^[4]。

4.3 人员层面

(1)建立技术人员安全能力认证体系,设计分层级的安全能力认证标准,初级认证需掌握基础安全知识(如危险化学品特性、应急器材使用),中级认证需具备风险识别能力(如HAZOP分析基础),高级认证需能主导技术安全评审;将认证结果与岗位晋升、绩效挂钩,要求技术岗位人员必须取得对应等级认证方可上岗,倒逼技术人员提升安全素养,避免因技术人员安全认知不足引发风险。(2)开展技术-安全跨岗位培训与轮岗,制定跨岗位学习计划,安排技术部门员工到安全监管部门轮岗,参与隐患排查、安全检查等工作,了解安全管理流程与风险管控重点;同时安排安全管理人员到生产车间学习工艺操作、设备维护知识,提升对技术环

节风险的理解;通过轮岗培养既懂技术又懂安全的复合型人才,打破部门间的专业壁垒,提升团队协同效率。

4.4 文化层面

(1)通过技术培训渗透安全文化,在技术培训课程中融入安全案例教学,例如讲解工艺优化技术时,结合“某工厂因未优化反应温度导致爆炸”的案例,说明技术改进对安全的重要性;开展技术操作实训时,要求员工同时演示规范操作与违规操作的后果(如模拟违规投料引发的反应异常),让员工在掌握技术技能的同时,深刻认识到“技术操作即安全操作”,将安全理念融入技术实践。(2)建立全员技术安全反馈激励机制,搭建便捷的反馈渠道(如线上平台、意见箱),鼓励员工提出技术改进建议或安全隐患线索,例如一线操作工发现“某设备操作步骤繁琐易出错”,可提交技术优化建议;对有效反馈给予物质奖励与精神表彰,如将优秀建议纳入企业技术安全案例库,标注提出者姓名并在全员大会上宣传;通过激励让员工感受到自身在技术安全管理中的价值,形成“全员参与、共建共享”的文化氛围。

结束语

化工生产技术管理与安全生产犹如鸟之双翼、车之两轮,缺一不可。有效的技术管理为安全生产筑牢根基,严格的安全要求促使技术管理不断优化升级。在化工行业持续发展的进程中,我们需持续强化二者协同,从制度完善、技术创新、人员培养、文化塑造等多维度发力,将安全理念深度融入技术管理各环节,如此方能实现化工生产的长治久安,推动行业迈向高质量发展新征程。

参考文献

- [1]季国忠.化工生产技术管理与安全生产的关系探讨[J].化学工业,2024(6):45-46.
- [2]李明明.化工安全生产中的隐患排查与治理策略研究[J].安全与环境学报,2023(3):209-211.
- [3]赵双雪.化工生产技术标准化与规范化管理的实践与思考[J].化工管理,2024(2):132-133.
- [4]陈婷婷.化工安全生产中的环保与可持续发展路径探索[J].环境科学与管理,2024(1):58-60.