

Discussion on Safety Risk Control Measures in Chemical Process Change Management

Yuna Li¹ Feng Yang¹ Fei Hu¹ Guocheng Ruan²

1 Zhejiang Lanmei Technology Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

2 Zhejiang Minghe New Materials Co., Ltd., Shaoxing, Zhejiang, 312300, China

Abstract

Chemical process modifications involve adjustments to equipment, parameters, and other critical elements, carrying inherent risks with concealed characteristics and cascading effects. Improper management may lead to severe accidents. This study systematically analyzes process modification types and risk profiles, establishing a comprehensive safety management framework encompassing risk identification, assessment, implementation controls, validation cycles, and continuous improvement. Research demonstrates that effective risk control requires: precise identification of key factors prior to modifications, selection of appropriate evaluation methods, clear delineation of approval responsibilities with operational safety measures during implementation, post-modification effectiveness verification and anomaly resolution, coupled with closed-loop management of documentation records. Furthermore, continuous improvement of the risk control system can be achieved through optimized management protocols, enhanced personnel competency development, and refinement of corrective actions based on accident feedback, thereby providing systematic safety support for chemical enterprise process modifications.

Keywords

Chemical process; Change management; Risk control; Risk assessment; Closed-loop management

化工工艺变更管理中的安全风险控制措施探讨

李玉娜¹ 杨丰¹ 胡飞¹ 阮国成²

1. 浙江岚美科技有限公司, 中国·浙江杭州 310000

2. 浙江铭赫新材料有限公司, 中国·浙江绍兴 312300

摘要

化工工艺变更涉及设备、参数等多类调整, 其风险具有隐蔽性与连锁性, 若管理不当易引发严重事故。本文系统分析工艺变更的类型与风险特征, 构建涵盖风险辨识、评估、实施控制、验证闭环及持续改进的全过程安全管控体系。研究表明, 变更前精准识别关键要素并选取适宜评估方法, 变更中明确审批职责与落实作业安全措施, 变更后实施效果验证与异常处置, 配合档案信息闭环管理, 可有效控制风险。同时, 通过优化管理制度、强化人员能力建设及基于事故反馈完善措施, 能够推动风险控制体系的持续改进, 为化工企业变更管理提供系统性安全支撑。

关键词

化工工艺; 变更管理; 风险控制; 风险评估; 闭环管理

1 引言

化工生产具备连续性突出, 工艺条件极为严苛, 物料危险性大等特点, 每一处工艺改变也许会打破原本的安全协调, 造成物料泄漏, 反应失去控制, 设备停止运行等一系列连锁风险。如今, 化工企业技术改造和生产优化日益频繁, 变更管理的规范性成了保证过程安全的重要部分。但在实际操作过程中, 仍然存在很多问题, 比如风险识别不全面, 评价方法不合理, 执行控制有疏忽, 验证闭环不存在等情况, 使得变更成了事故的主要原因之一^[1]。因此, 系统探讨化工

工艺变更管理中的安全风险控制措施, 从变更类型与风险特征出发, 构建贯穿变更全过程的管控机制, 并建立持续改进路径, 对于提升化工企业本质安全水平具有重要意义。

2 工艺变更的类型与风险特征

2.1 工艺设备变更的风险点分析

在化工过程中针对于工艺进行变更就是指要对各个应用工艺和设计细节进行随时的调整修改, 以便能够高效、安全的完成化工生产。应用变更管理, 最核心的目的是为了生产的安全性, 推动化工企业的健康发展。工艺设备变更包含设备替换, 材质升级, 结构改造, 新增设备等情况, 这些变更存在风险, 主要集中在设备与工艺条件是否契合, 材料耐腐蚀, 耐压性能能否适应以及设备安装对原有工艺流

【作者简介】李玉娜(1988—), 女, 中国杭州余杭人, 本科, 工程师, 从事化工安全风险控制研究。

程造成的影响上。设备变更之后如果和设计参数不一致，有可能会造成局部应力集中，介质泄漏或者反应热传递出现异常。设备变更往往会牵涉到管道连接，仪表控制点的调整，很容易在结合部位产生薄弱之处。设备变更也许会改变物料的流动状况和停留时延，从而影响到反应转化率和副产物生成，带来潜在的无法控制的风险。因此，设备变更的风险分析要着重关注材料适配性，结构完整性以及与上下游工艺之间的相互作用效果。

2.2 工艺操作参数变更的风险特征

工艺操作参数变更包含对温度，压力，流量，物料配比，停留时间这些关键控制指标的调整，这种变更存在风险，其特征是参数之间耦合性强且响应为非线性，单个参数的改变也许会造成系统发生连锁反应。温度上升会加快反应速度，进而导致压力急剧增大，物料配比出现偏差就有可能产生副反应并形成不稳定的中间产品。参数变更还会致使工艺脱离原先的安全操作范围，使得安全阀，爆破片之类的防护装置工作在非设计状态^[2]。因为操作参数同反应动力学和热力学协调相关联，因此它的变更常常潜藏风险，必要借助动态模拟和敏感性分析来显示潜在的危害，免除在正常波动区间汇集超出控制的能量。

3 变更过程的风险识别与评估

3.1 变更前风险辨识的关键要素

变更前的风险识别要全方位覆盖工艺技术，设备设施，操作程序以及物料特性等层面。从技术角度看，要清楚变更后的工艺原理有没有发生变化，关键反应途径是否出现偏移，热量守恒和物料守恒是否在控制范围内。就设备而言，要检查变更设备的材质等级，密封形式以及安全附件是否符合新的工况需求。从操作方面来讲，要识别原先的操作规程是否合适，操作人员对于新参数的可控制力及其应对紧急情况的能力是否相适应。物料层面要留意原料规格的改变情况，中间产物的稳定性状况以及废弃物处理存在的风险。风险识别还要扩展到变更给相邻单元，公用工程和安全仪表系统造成的影响上，从而保证识别具备系统性和完整性。

3.2 变更风险评估方法的选取与运用

风险评定方法的选定要按照变更的复杂程度，风险等级以及可用的数据基础来合理确定。如果只是局部设备更换或者参数小幅调整，可以采用检查表法结合危险与可操作性分析的方法，系统地找出偏离设计意图的潜在风险。若是牵涉到工艺路线的更改，反应器的改造或者关键参数大幅度调整的重大变更，则应当运用故障模式与影响分析或者保护层分析，把事故场景发生的概率和后果的严重程度予以量化。在评价的时候，要重视定性分析和半定量方法相互配合使用，最大限度发挥团队经验和专业判断的作用。风险评价的结果应该得出清晰的风险等级结论，然后依此制订有针对性的风险控制策略，保证评价结果有效地引导后续的管理决策。

4 变更实施中的风险控制

4.1 变更审批与职责划分机制

变更审批属于风险控制的重要关卡，要形成分级分类的审批机制，按照变更的风险等级来确定审批的权力和流程。普通的变更由专业部门执行技术审核，而重大的变更则需向企业变更管理委员会或者技术负责人获取最终的批准。审批阶段应当安排工艺，设备，安全，仪表等许多专业共同审查，以保证风险识别全面，控制措施充足^[3]。在职责划分方面，变更发起方负责提出技术方案并做风险预先分析，安全管理部门负责审查风险评定是否合规，生产部门负责确认作业条件能否被控制，设备部门负责保障设备完好无损。审批过程要有完整的书面记录，从而形成可追溯的决策链，防止出现越权审批和程序空转的情况。

4.2 作业过程安全措施的实施

变更执行阶段的作业安全措施要严格按照作业许可和风险控制要求来执行。施工之前应当完成技术交底工作，让作业人员全面了解变更内容，潜在风险以及应急处理的关键点。如果存在动火，受限空间，高处作业等特殊作业，就要同时申请作业许可证，并落实气体检测，个人防护，监护人员安排等保护措施。对于牵涉工艺系统隔离的变更，要严格按照盲板抽堵和能量隔离流程操作，确保切断所有的危险能量源。在作业期间应开展动态风险监测，一旦察觉异常就马上停止作业并且再次展开评定。多个专业进行交叉作业时，要形成统一的协调机制，明确作业顺序和界面管理的要求，避免由于作业冲突而产生次生风险。

5 变更后的风险验证与闭环管理

5.1 变更效果的安全验证方法

变更执行之后，要通过系统化的安全验证来确认风险控制措施是否有效。验证内容涵盖工艺参数是否能稳定达成预期目标，设备运行状况是否正常，安全保护装置能否可靠响应等方面。可以利用试运行观察，参数趋势分析，设备振动监测以及安全阀校验等方法来获取验证数据。如果变更包含安全仪表系统，就要展开联锁功能检测和回路验证，以保证逻辑无误和动作可靠。在验证阶段应当设置恰当的观察时段，此时段需包含正常工况，负荷波动以及异常干扰等典型情况。安全验证的结果须要形成专门的报告，并通过技术负责人认可之后才能够转进到正常生产流程当中。没有经过验证或者验证未通过的变更不允许投入正式的运行之中。

5.2 风险残余与异常处置机制

变更之后仍然有可能存在残余风险，所以要形成有针对性的异常处理机制来实施控制。残余风险主要包含技术方案里没有彻底清除的低概率风险，验证阶段未显现的潜在瑕疵以及操作人员对新系统不适应的情况。应当就这些残余风险制定专门的应急处理计划，明确判断异常工况的标准，应急操作流程以及紧急停车的触发因素。这个计划要安排相关

岗位的人员展开培训和演习,保证应急反应既迅速又有效。还要创建变更之后的短期特别保护机制,在试运行时期让技术骨干在场值班,加大巡查频率并加强对参数的监测力度,一旦察觉到异常就马上开始处理程序,避免残余风险发展成事故。

5.3 变更档案管理与信息闭环

变更档案管理是做到信息闭环的关键所在,要全面搜集变更全过程中的文件资料。档案内容应包含变更申请,风险评估报告,审批记录,施工方案,作业许可,安全验证报告以及最终的验收意见等^[4]。档案管理利用信息化手段创建电子化数据库,可以达成分类储存,快速查找并执行权限控制。信息闭环须要把变更后的工艺参数,设备信息,操作规程等内容及时更新到相关的管理系统当中,使得生产现场,技术文件和操作指导相符合。变更信息还要传达给上下游岗位以及维持,检修,培训等有关部门,避免由于信息延误而造成失误操作。通过档案管理和信息闭环,可以给后续的变更提供可信的技术参照。

6 风险控制体系的持续改进

6.1 变更管理制度的优化路径

变更管理制度若要优化,便需依据实际运行状况,定时展开符合性评定及合适性修定。通过剖析变更执行时出现的程序偏差,审批迟缓,措施落空等状况,找出制度设计与执行方面存在的不足之处。优化方向重点在于精简低风险变更的管理流程从而加强效率,也要加大高风险变更的控制强度并加重审查。制度修定要全面吸收一线操作人员,技术人员以及安全管理人员的应用经验,提升其可行性。采用信息化管理平台,达成变更申请,审批,跟进,核实全过程的线上管理,缩减人所造成的失误,改进制度的执行力及其数据的可追溯性。

6.2 人员能力建设与培训机制

人员能力是变更管理有效落地的关键支撑,要形成分层分类的培训机制。对于管理人员而言,着重培训变更管理制度,风险考量方法以及审批职责,以此改善决策的科学性。就技术人员来讲,要巩固工艺安全分析,设备完好性以及变更方案编制的能力,保证技术方案可靠。针对操作人员,则展开变更之后工艺特点,操作规程以及应急处理的专门培训,用模拟演习和实际操作考核关联的方式来验证培训成果。培训内容应随着工艺的优化和事故教训而动态更新。

创建培训档案和能力评价体系,把培训合格当作参与变更相关工作的先决条件,不断优化全体员工对于变更风险的控制水平。

6.3 基于事故反馈的控制措施完善

事故反馈对于完善变更风险控制措施十分关键,所以要形成起事故与未遂事件的深入分析机制。针对在变更环节发生的事故,可以从变更种类,风险评定的准确性,控制措施是否有效,审批程序是否合法合规这些方面展开追溯分析,找到问题的本质原因。对于未遂事件以及异常工况来说,它们是改进的重要参考依据,可以从找出变更管理可能存在的漏洞^[5]。而分析得出的结论应当被转为成具体的改进举措,比如修改风险评定的方法,增添关键的控制点,改善审批的流程等等。而且要把事故反馈所取得的成果归入到变更管理的知识体系当中,通过案例的分享和经验的交流来推动整个组织的学习进程,从而规避相同的问题再次出现,做到风险控制措施逐步得到加强。

7 结语

化工工艺变更运作时,其安全风险控制属于一种系统性工程,会融入变更的整个过程。首先要深入分析变更类型及其风险特点,创建起包含风险识别,评价,执行控制,验证闭环以及持续改进的完整运行机制,这才能够防范变更事故的发生。加强变更前的精确识别并采用科学的评定方法,明确变更期间审批职责以及作业安全要求,做好变更之后的验证闭合和档案管理工作,不断优化相关制度,改善人员技能水平,完善事故反馈体系,如此一来就能有效地减小变更带来的风险,进而改进化工企业的过程安全管理水平。未来应进一步探索数字化工具在变更风险动态监控中的应用,推动风险控制向精准化、智能化方向。

参考文献

- [1] 解楠.基于HAZOP-FTA模型的氯化工艺风险分析及安全管理[J].中国氯碱,2024,(07):45-49.
- [2] 唐东东,陆俊澄,王琰.探讨化工工艺设计中安全管理危险的识别及控制[J].中国石油和化工标准与质量,2022,42(11):13-15.
- [3] 张军成.基于精细化管理的油脂化工工艺安全管理分析[J].石化技术,2022,29(03):153-154.
- [4] 周音,张沅.化工工艺设计中危险因素识别及控制措施[J].化工管理,2021,(29):177-178.
- [5] 赵跃,侯小琼.化工过程工艺变更管理实施讨论[J].石化技术,2020,27(06):200+206.