

化工工艺试生产中的安全管理

黄立强

宁夏宝丰能源集团股份有限公司 宁夏 银川 750411

摘 要：化工工艺试生产是衔接工艺设计与规模化生产的关键环节，涉及工艺、设备、物料、人员等多方面安全风险，管控难度较高。本文围绕试生产全流程，从试生产前合规准备、过程安全管控、多单位职责落实及应急管理四个核心维度，系统梳理各环节安全管理要点，明确合规手续办理、参建单位安全职责、工艺参数控制、设备安全监控、作业许可规范及应急处置等关键措施，构建全方位、全流程的安全管理体系，有效防范试生产过程中物料泄漏、反应失控等安全事故，保障试生产作业安全、有序推进，为化工工艺试生产安全管理实践提供可行参考。

关键词：化工工艺；试生产；安全管理；风险防控；应急处置

引言：化工工艺试生产阶段工况复杂、变量较多，工艺参数未完全稳定，设备运行处于磨合期，物料输送与储存环节风险突出，作业人员操作熟练度不足，极易引发火灾爆炸、有毒泄漏、人员伤亡等安全事故，严重威胁人员生命安全与企业财产安全。做好试生产期间的安全管理工作，是化解各类安全风险、保障试生产顺利开展的核心前提，也是化工企业实现安全生产、规范运营的重要基础。结合化工工艺试生产的实际特点，梳理各环节安全管理重点并完善管控措施，对提升试生产整体安全管理水平具有重要现实意义。

1 试生产前安全与合规准备

1.1 试生产合规手续确认

试生产前必须完成全部合规手续办理，对照《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南（试行）》等文件要求，确认项目安全审查、试生产方案备案、特种设备检验、消防验收、职业卫生评价等手续全部办结，严禁手续不全开展试生产作业^[1]。同步落实开车前安全审查（PSSR），完成“三查四定”工作，排查整改工艺、设备、安全设施等方面的问题，确保试生产条件符合法定及行业标准要求，为试生产合法合规开展筑牢基础。

1.2 工艺安全梳理

工艺安全梳理需围绕试生产涉及的全流程工艺环节展开，重点梳理工艺参数控制范围，明确温度、压力、液位、流量、物料配比及pH值等关键参数的合理区间，划定超温、超压、超配比等违规操作的禁止边界。梳理过程中需明确各工艺步骤的联锁逻辑，确定超温超压切断、进料联锁及停电停气状态下的安全处置流程，排查工艺衔接处可能存在的物料滞留、反应不完全等安全风险。同时梳理工艺过程中潜在的反应失控、物料泄漏等风险点，结合工艺危险度优化操作流程，细化开车步

骤、升温升压速率及投料顺序，确保工艺流程设计符合安全防控要求，为试生产安全开展提供工艺层面的支撑。

1.3 设备安全检查

设备安全检查需覆盖试生产所用全部设备及辅助设施，对反应器、换热器、输送管道等核心设备开展全面检查，重点核查设备安装精度与密封性能，排查法兰等连接部位的泄漏隐患，减少泄漏点设置。对高风险反应器、换热器实施无损检测，确保设备本体无破损、无裂纹等缺陷。检查设备安全附件的完好性，确认可燃、有毒介质双密封装置及泄漏检测设备正常，进料切断装置灵活可靠。同步核查单机试车、联动试车结果，确认设备运行参数符合设计要求，气密、氮封、干燥、置换等预处理工序全部合格，避免设备故障引发安全风险。

1.4 安全防护设施配置

安全防护设施配置需结合工艺风险特点与设备运行要求，全面部署各类防护装置。在危险工艺区域配置可燃气体、有毒气体检测报警设备，确保检测范围覆盖所有潜在泄漏点，报警信号可及时传递至操作岗位。针对高温、高压工艺环节，配置隔热、防烫防护设施，在设备操作区域设置安全防护栏，划分安全操作区域。部署消防设施与应急防护装备，确保消防器材完好可用，应急泄压、紧急停车等设施处于正常投用状态。合理配置通风换气设施，降低作业区域有害气体浓度，保障作业环境安全，形成全方位的安全防护体系。

1.5 物料安全管控

物料安全管控需聚焦试生产所用各类物料，明确物料的毒性、燃爆性等危险特性，严格控制物料存量，按照最小在线量、最小库存量设计要求规划物料储存量。规范物料储存方式，根据物料特性划分储存区域，避免不同危险特性物料混存，防止发生化学反应引发安全事

故。检查物料输送管道与输送设备的完好性,确保输送过程无泄漏、无滞留。梳理物料领用、转运流程,明确各环节操作规范,做好物料标识管理,确保物料领用、使用、储存全流程可追溯,从源头控制物料引发的安全风险。

1.6 作业人员安全准备

作业人员安全准备需围绕岗位操作需求开展,组织作业人员开展工艺操作、安全防护、应急处置等相关培训,确保作业人员熟练掌握工艺流程、操作规范及风险防控要点^[2]。完成作业人员上岗取证工作,确保所有参与试生产的人员具备相应操作资质。开展岗位安全交底工作,细化各岗位安全操作要求,明确作业过程中的安全注意事项。引导作业人员熟悉安全防护设施与应急装备的使用方法,提升作业人员风险识别与应急处置能力,确保作业人员能够规范操作、科学应对各类突发情况,为试生产安全提供人员保障。

2 试生产过程安全管控与多单位职责落实

2.1 工艺参数安全控制

工艺参数安全控制需依托在线监测系统,实时跟踪试生产全流程关键工艺参数变化,精准调控温度、压力、液位、流量及物料配比,维持参数在设计合理区间。针对工艺参数波动情况,建立动态调节机制,及时调整操作参数,抑制参数偏离引发的工艺异常。严格执行工艺操作规范,控制升温、升压、投料及降温速率,避免参数骤变导致反应失控。强化工艺参数监测频次,对易波动参数实施重点管控,及时发现参数异常苗头并妥善处置,保障工艺过程稳定安全。

2.2 设备运行安全监控

设备运行安全监控需覆盖核心生产设备及辅助设施,实时监测设备运行状态,重点跟踪设备振动、温度、压力及密封性能等关键指标。建立设备运行状态监测台账,详细记录设备运行数据,通过数据变化分析设备运行趋势,提前识别设备潜在故障。定期检查设备安全附件运行状况,确保安全阀、压力表、液位计等附件精准可靠。对运行过程中出现的设备异常,立即采取停机检查措施,排查故障原因并妥善处理,方可恢复设备运行,杜绝设备带故障运行引发安全风险。

2.3 物料输送与储存安全管理

物料输送与储存安全管理需规范输送流程,控制物料输送速度,避免输送过程中产生静电积聚,定期检查输送管道、阀门及接头的密封性能,排查泄漏隐患。优化物料储存条件,根据物料危险特性控制储存环境的温度、湿度,防止物料变质、分解引发安全事故。严格

划分物料储存区域,规范物料堆放高度与间距,落实物料标识管理,清晰区分各类物料。加强物料储存过程巡查,及时发现并处理物料泄漏、混存等问题,确保物料输送与储存全流程安全。

2.4 各参建单位安全职责划分

试生产期间需明确建设、施工、保运等单位的安全职责边界,落实《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南》中关于参建方安全责任的要求。建设单位作为试生产安全责任主体,需统筹协调各方资源,牵头制定试生产方案并组织审查,监督各单位落实安全管控措施;施工单位需对试生产期间遗留的施工质量问题整改负责,配合开展设备调试与隐患排查;保运单位需负责生产设备的日常维护、故障抢修及工艺运行保障,确保设备稳定运行^[3]。

3 试生产安全作业管理

3.1 作业许可管理

作业许可管理需覆盖试生产期间所有作业活动,建立完善的作业许可流程,明确作业许可申请、审批、实施、关闭等各环节要求。作业前需由作业单位提交许可申请,详细说明作业内容、作业地点、作业时间及风险防控措施,经相关管理部门审核确认符合安全条件后,方可发放作业许可证。作业许可证需明确作业范围与安全要求,严禁超出许可范围开展作业。作业过程中需严格按照许可要求落实防控措施,安排专人对作业过程进行监护,作业完成后需对作业现场进行清理,确认无安全隐患后,方可办理作业许可关闭手续,实现作业许可全流程闭环管理。

3.2 特殊作业安全管控

特殊作业安全管控需针对动火、受限空间、高处、吊装等高危特殊作业,制定专项管控措施。动火作业需严格控制作业环境,清理作业区域易燃易爆物料,配备足够的消防器材,作业结束后需检查确认无余火隐患。受限空间作业需先进行通风置换,检测空间内可燃、有毒气体浓度,达到安全标准后方可进入作业,作业过程中持续通风、实时监测气体浓度,确保作业人员安全。高处作业需搭设安全防护设施,作业人员佩戴好防坠落装备,严禁在无防护状态下作业。吊装作业需检查吊装设备完好性,明确吊装指挥人员与作业流程,控制吊装速度与范围,防范吊装物体坠落引发安全事故。

3.3 作业人员操作规范管理

作业人员操作规范管理需围绕岗位操作要求,完善各岗位操作规范,明确作业步骤、操作标准及安全注意事项,确保作业人员有章可循^[4]。强化作业人员操作培

训,重点提升规范操作能力,引导作业人员严格按照操作规范开展作业,杜绝违规操作、冒险作业行为。建立作业操作监督机制,安排专人对作业人员操作行为进行巡查,及时纠正不规范操作,对违规操作人员进行严肃处理。规范作业人员岗位交接流程,明确交接内容、交接标准,确保岗位交接清晰,避免因交接不清导致操作失误,保障试生产作业全过程规范、安全、有序开展。

4 试生产安全应急管理

4.1 应急物资准备

应急物资准备需结合试生产工艺风险特点,全面梳理各类突发情况的应急需求,科学配置应急物资,确保应急处置时快速调取、高效使用。依据试生产涉及的危险介质特性、工艺危险等级,按应急处置场景分类储备物资,覆盖消防灭火、泄漏防控、应急防护、急救、通讯等关键类别。消防灭火物资需适配工艺涉及的可燃、易燃介质类型,合理配置灭火器、消防水带、消防栓、灭火毯等装备,定期检查物资完好性与有效性,及时更换过期、损坏物资。泄漏防控物资需配备吸附棉、围油栏、堵漏工具、收容容器等,适配不同物料泄漏场景的处置需求,确保泄漏物料能够快速控制、收集。应急防护物资需满足作业人员应急防护需求,配置防毒面具、化学防护服、防护手套、防护鞋等装备,确保防护性能符合国家相关安全标准。急救与通讯物资需定期检查维护,保障急救药品有效、通讯设备畅通,建立完善的物资台账,定期盘点补充,避免物资短缺、失效影响应急处置效率。

4.2 应急处置流程制定

应急处置流程制定需针对试生产过程中可能发生的物料泄漏、反应失控、火灾爆炸、人员伤害等各类突发情况,制定专项应急处置流程。明确各类突发情况的处置原则与核心步骤,划分各部门、各岗位的应急职责,确保应急处置时分工清晰、衔接顺畅,避免职责交叉或遗漏。流程设计注重实操性,细化应急响应启动条件、现场处置步骤、人员疏散路径及后续处置要求,摒弃繁琐冗余环节,提升流程可操作性。针对不同类型突发事件优化处置流程细节,物料泄漏处置需明确泄漏隔离、物料收集、环境处置等关键步骤,反应失控处置需明确紧急停车、降温泄压、物料转移等核心措施,火灾爆炸处置需明确灭火、人员疏散、危险源控制等重点内容。

梳理应急处置过程中的关键节点,明确各节点操作标准与时间要求,确保应急处置流程规范有序,为突发情况快速、科学处置提供清晰指引。

4.3 应急队伍准备

应急队伍准备需组建专业应急处置队伍,明确队伍组成人员与岗位职责,涵盖现场处置、医疗急救、通讯联络、后勤保障等关键岗位,形成全方位应急处置体系。选拔具备相应专业能力的人员加入应急队伍,优先选取熟悉工艺流程、掌握应急操作技能、具备风险识别能力的作业人员与技术人员,提升队伍整体处置水平^[5]。开展针对性应急培训,重点培训应急处置流程、应急物资使用方法、风险识别技巧及现场急救技能,通过理论讲解与实操教学结合,夯实队伍应急处置基础。定期组织应急演练,模拟各类突发情况,检验应急队伍的处置能力与流程衔接效果,及时发现并完善应急处置过程中的薄弱环节。

结束语

化工工艺试生产安全管理是一项系统性、全过程的工作,需贯穿试生产准备、过程管控、作业管理及应急处置的各个环节,统筹兼顾工艺、设备、物料、人员等多方面风险防控。通过落实现场管控要求、完善前期安全准备、强化过程监管、规范作业流程并健全应急体系,能够有效化解各类安全风险,防范安全事故发生。实践中需结合化工工艺的具体特点,灵活调整安全管理措施,持续排查整治安全隐患,强化全员安全意识与操作能力,确保试生产作业安全、有序推进,为化工企业规模化生产奠定坚实的安全基础。

参考文献

- [1]侯利斌.化工企业危险化工工艺生产中的安全管理研究[J].化工管理,2025(35):81-84.
- [2]徐小军.信息化技术在化工工艺生产过程与安全管理中的应用研究[J].聚酯工业,2026,39(1):163-165.
- [3]彭丙洋.危险化工工艺生产过程安全管理分析[J].花炮科技与市场,2025,32(2):151-153.
- [4]刘春峰,茅琪.化工企业工艺安全管理与安全生产标准化的对比与整合[J].化工管理,2023(2):147-150.
- [5]张光锋,彭燕花.化工企业生产工艺中的安全管理与环保措施研究[J].中国公共安全,2023(10):163-165.