

煤化工事故应急预案演练效果评估与改进

丁 帅

内蒙古大唐国际克什克腾煤制天然气有限责任公司 内蒙古 赤峰 025350

摘 要: 煤化工事故应急预案演练效果评估需紧扣预案完整性、响应效率、协同能力等维度,运用过程观察、关键节点分析等方法,针对工艺处置、气体泄漏应对、火灾爆炸处置、环境应急、人员疏散救援等方面展开评估。根据评估结果,从预案优化、工艺处置能力提升、气体防控与救援强化、火灾爆炸处置升级、环境应急资源整合等方面提出改进策略,提升煤化工企业应急管理水平。

关键词: 煤化工; 应急预案演练; 效果评估; 改进策略; 工艺处置

引言: 煤化工行业工艺复杂,涉及有毒有害物质多,事故风险高且易引发连锁反应。应急预案演练是检验与提升企业事故应对能力的关键手段。科学评估演练效果,精准找出预案、人员、资源等方面存在的问题,并针对性改进,对于降低事故损失、保障生产安全、维护环境稳定具有重要意义,是煤化工企业安全管理的重要环节。

1 应急预案演练效果评估框架

1.1 评估维度

预案完整性需考察内容是否覆盖常见及潜在事故类型,响应流程设计是否符合实际处置逻辑,资源调配方案是否考虑不同场景下的需求合理性,确保在各类突发情况中均能提供清晰指引^[1]。响应效率关注从报警信号发出到相关人员抵达现场,再到开展初步处置的各时间节点,判断各环节耗时是否处于合理区间,是否存在明显延误影响处置时机。协同能力重点分析部门间信息传递的及时性与准确性,任务分工是否明确且无重叠或遗漏,各参与方在配合过程中是否顺畅,是否出现职责不清导致的衔接问题。人员表现从操作规范性入手,查看是否严格遵循预案要求开展动作,应急技能熟练度体现在能否快速且正确完成关键处置步骤,同时关注在压力环境下的情绪稳定程度与应对状态。资源保障方面,检查应急设备在演练过程中能否正常启动并发挥作用,物资储备数量是否满足演练场景需求,后勤支持是否及时到位,为整个演练提供必要保障。

1.2 评估方法

过程观察法要求评估人员全程跟进演练,详细记录各环节的实际操作情况,包括人员到位情况、操作步骤执行情况、信息传递情况等,通过实时观察捕捉演练中的优势与不足。关键节点分析法针对报警、人员疏散、核心处置动作等重要环节展开深入分析,查看各关

键节点的执行是否符合预案要求,是否存在延迟或操作偏差,判断关键环节对整体演练效果的影响。对比分析法将本次演练的实际结果与预案设定的目标进行对照,结合过往演练的情况展开比较,找出当前演练与预期目标、历史水平之间的差距,明确改进方向。反馈收集法通过设计问卷收集参与人员对演练流程、资源配置、任务分配等方面的意见,同时组织访谈与参与人员及观察者深入交流,获取他们对演练效果的直观感受与改进建议,为评估提供多维度的参考信息。

2 煤化工演练效果评估内容

2.1 工艺处置能力评估

紧急停车系统触发与手动干预的衔接需关注系统自动响应后,操作人员介入调整的时机是否恰当,避免因衔接滞后导致工艺参数进一步失控,同时查看手动干预操作是否符合操作规程,能否准确配合系统完成停车流程,尤其需关注气化炉、合成塔等核心设备的停车衔接细节。高压设备泄压操作需检查泄压阀开启顺序是否正确,泄压速率是否控制在安全范围,防止因泄压过快引发设备损伤;管线盲板封堵需观察封堵位置选择是否精准,盲板安装步骤是否规范,密封效果是否达到要求,避免出现介质泄漏风险,针对含腐蚀性介质的管线还需检查盲板材质适配性。工艺参数监控需考察监控人员对温度、压力、液位等关键指标的实时追踪频率,发现异常后是否能第一时间识别问题根源,处置措施是否及时且有效,能否快速将参数恢复至正常区间,防止异常扩大引发更大事故,重点关注反应釜、储罐等关键设备的参数波动处置。

2.2 有毒气体泄漏应对评估

固定式气体检测仪与便携式检测仪的联动报警需查看两者报警信号传递是否通畅,报警阈值设置是否合理,便携式检测仪是否能在固定式检测仪报警后快速抵

达疑似泄漏区域进行精准定位,避免出现报警延迟或定位偏差,针对煤化工常见的一氧化碳、硫化氢等气体需确认检测精度是否满足需求。正压式空气呼吸器穿戴需观察操作人员是否能熟练完成检查设备气密性、佩戴面罩、开启气源等步骤,穿戴速度是否满足紧急场景需求,穿戴后气密性是否达标;防化服穿戴需检查服装破损情况,穿戴顺序是否正确,袖口、裤脚等连接处密封是否严实,防止有毒气体渗透,同时关注服装对不同有毒介质的防护适配性。泄漏源封堵需评估注胶堵漏时胶体选择是否适配泄漏介质与压力,注胶量是否合适,封堵后是否仍有介质渗出;卡具紧固需查看卡具型号是否匹配管线规格,紧固力度是否均匀,能否有效阻止泄漏,判断不同封堵技术在实际场景中的可行性,针对高压煤气管线还需关注封堵后的压力监测情况。

2.3 火灾爆炸处置评估

灭火剂选择需结合煤化工火灾类型,检查针对不同介质火灾(如甲醇、煤焦油等)选用的抗溶性泡沫或其他灭火剂是否匹配,能否有效覆盖燃烧区域,抑制火势蔓延^[2]。消防水炮、高喷车等设备部署需观察设备停放位置是否便于操作且远离爆炸风险区域,喷射角度与射程是否能覆盖火灾关键部位,多台设备协同作业时是否存在喷射范围重叠或遗漏区域,确保灭火力量能全面作用于火场。抑爆装置激活需查看自动灭火系统是否能在火灾初期及时感应并启动,惰性气体保护系统是否能快速向危险区域输送惰性气体,降低氧气浓度,判断装置激活时效是否能有效阻止火势扩大或爆炸发生,保障现场处置安全。

2.4 环境应急能力评估

事故废水导流渠、应急池启用需检查操作人员开启导流阀门的速度,导流渠是否畅通无堵塞,应急池启用后能否快速承接废水,池体容量是否与预估废水量匹配,避免废水外溢污染周边环境。吸附材料投放需观察活性炭、沸石等材料的投放方式是否合理,投放量是否根据污染物种类与浓度进行调整,投放后是否能均匀覆盖污染区域,通过后续观察判断材料对污染物的吸附效果,评估去除效率是否达到预期。环境监测数据反馈需考察监测人员采集样品、分析数据的速度,监测结果记录是否完整,数据传递至指挥部的环节是否简洁高效,能否为指挥部制定后续环境控制措施提供及时支持,防止污染范围进一步扩大。

2.5 人员疏散与救援评估

疏散路线标识需查看标识设置位置是否显眼,在烟雾、光线不足等模拟场景下是否仍清晰可辨,避难场所

选址是否安全,内部空间能否容纳所有疏散人员,避免出现拥挤或二次伤害风险。急救人员处置能力需观察对烧伤人员是否能正确进行创面保护、降温处理,对中毒人员是否能及时采取催吐、供氧等急救措施,操作步骤是否规范,能否为后续医疗救治争取时间。智能装备应用需检查无人机在危险区域侦察时飞行路线规划是否合理,图像传输是否清晰稳定,能否准确识别危险源位置与人员被困情况;机器人进入高风险区域作业时移动是否灵活,能否完成探测、取样等任务,评估装备在复杂煤化工场景中的应用效果。

3 煤化工应急演练改进策略

3.1 预案优化方向

增加工艺异常到事故升级的分级响应流程,需针对泄漏、燃烧、爆炸等不同阶段,结合煤化工生产中介质特性与设备工况明确处置措施,同时划分各阶段责任主体,比如泄漏阶段由现场巡检人员负责初步控制,燃烧阶段交由应急救援队伍主导灭火,爆炸阶段启动全厂区联动响应,确保在事故初期快速控制态势,避免风险进一步升级。细化有毒气体泄漏的不同时间节点应急处置清单,1分钟内明确现场人员需立即按下就近报警按钮、佩戴个人防护装备并撤离至安全区域,5分钟内确定泄漏源排查路线、应急队伍集结地点与携带装备类型,15分钟内规划封堵方案、周边人员疏散路径及医疗支援准备,让各环节操作更具指导性,减少处置过程中的混乱。制定不同煤化工工艺的专项预案,需结合气化、净化、合成等工艺的设备特性与介质风险,比如气化工需重点明确煤气泄漏处置与气化炉紧急停炉步骤,净化工艺需细化溶剂泄漏回收措施,合成工艺需强化反应釜超温超压应对方法,同时明确各工艺段关键设备保护措施及特有风险处置流程,提升预案与实际生产场景的适配度。

3.2 工艺处置能力提升

开展DCS模拟训练,通过搭建与实际生产一致的操作界面与工艺参数模型,模拟工艺连锁触发的各类场景,如进料异常导致的温度骤升、设备故障引发的压力超标等,让操作人员在虚拟环境中反复练习连锁响应操作,强化对工艺连锁逻辑与干预时机的认知,提升参数异常判断与处置的熟练度。定期组织泄压、盲板封堵等关键操作的实操考核,设置不同设备工况与介质类型的模拟场景,比如高压管道泄压需模拟不同压力等级下的操作差异,盲板封堵需涵盖不同管径与介质腐蚀性的场景,考核过程中关注操作人员对流程的掌握程度、操作规范性及应急反应速度,及时发现并弥补技能短板,确

保实际应急时操作准确高效。引入增强现实技术模拟高温高压设备内部结构,通过三维建模还原设备内部构件布局、运行状态及故障易发部位,操作人员可通过穿戴设备直观观察设备运行原理,模拟故障排查与维修操作,为实际处置中的设备操作与故障诊断提供技术支持,减少因设备结构不熟悉导致的处置延误。

3.3 气体防控与救援强化

配备可监测多种气体的检测仪,根据煤化工生产区域的气体分布特点优化布设位置,比如在气化炉周边、储罐区、管廊下方等潜在泄漏点加密布设,同时在人员流动密集区域设置固定监测点,确保能全面覆盖风险区域,提升气体泄漏早期发现能力,避免有毒气体扩散引发人员中毒^[1]。开展防化服穿戴、气瓶更换等技能的无照明条件盲操训练,模拟夜间突发事故或浓烟遮挡光线的场景,要求操作人员在无视觉辅助的情况下,凭借肌肉记忆快速完成防化服穿戴、气密性检查及气瓶更换,训练过程中记录操作时间与规范程度,逐步提高人员在复杂环境中的应急处置熟练度,确保黑暗环境下仍能高效完成防护准备。建立与周边化工园区的气体泄漏联合预警机制,打通区域间的监测数据共享通道,明确数据传输格式与共享频率,当某一区域出现气体扩散风险时,及时将监测数据、扩散预测结果共享至周边园区,协同制定防控措施,如联合划定警戒区域、调配救援力量,形成区域联动的防控体系。

3.4 火灾爆炸处置升级

针对煤化工火灾易复燃、产生有毒烟气的特性优化灭火战术,结合不同燃烧介质的特点制定处置流程,比如甲醇火灾需先利用抗溶性泡沫覆盖抑制燃烧,再阻断甲醇进料;煤焦油火灾需先冷却降温防止复燃,再清理燃烧物,同时明确有毒烟气防护措施,如救援人员需佩戴防毒面具、设置强制通风通道,疏散路线避开烟气扩散方向,确保灭火与人员防护同步推进。定期检测消防水系统压力与泡沫液储备量,每周检查消防水泵运行状态、管网连接处密封性及阀门开关灵活性,每月检测系统压力是否符合标准,每季度核查泡沫液存储量与保质期,根据使用需求与存储周期及时补充更换,避免因设备故障或储备不足影响灭火效果。培训人员使用移动式水炮、高倍数泡沫发生器等设备,通过实操训练让人员掌握设备的架设方法、喷射角度调整技巧及不同火灾场

景下的使用策略,比如大面积火灾需多台水炮协同覆盖,密闭空间火灾需使用高倍数泡沫填充灭火,同时模拟设备故障场景训练应急维修能力,提升应对不同规模火灾的处置能力。

3.5 环境应急资源整合

储备针对煤化工污染物的专用吸附材料,如适配含硫废水处理的专用药剂、吸附煤气中有毒成分的活性炭等,根据生产过程中可能产生的污染物类型、预估排放量及处置需求确定储备规模,同时划分专门存储区域,做好防潮、防腐蚀处理,定期检查材料性能是否达标,确保事故发生时能快速取出投入使用,减少污染物扩散。与第三方环保机构签订应急处置协议,明确协议内容包含污染物快速检测、处置技术方案制定、现场清理与后期监测等服务,约定响应时间与服务流程,当企业自身处置能力不足时,可立即启动协议,由第三方机构提供专业支援,如调配专用处置设备、派遣技术人员现场指导,保障环境应急处置的专业性与及时性。建立环境应急数据库,记录历史事故中污染物的扩散路径、浓度变化趋势、处置措施及效果,分析不同气象条件、地形环境对污染物迁移的影响,总结污染物迁移规律,为后续类似事故的环境应急处置提供数据参考,比如根据历史数据快速确定污染物可能影响的范围,提前部署防控措施。

结束语

煤化工事故应急预案演练效果评估与改进是一个持续的过程。通过全面、细致的评估,能够准确发现应急体系中存在的薄弱环节。依据评估结果实施的改进策略,可有效提升预案的科学性、人员的应急能力以及资源的保障水平。未来,煤化工企业应不断优化评估方法与改进措施,以适应日益复杂的安全生产需求,切实筑牢事故防控的坚固防线。

参考文献

- [1]曹智慧,管耀廷,杨海亭.煤化工企业化验室安全管理中存在的风险及其对策[J].化纤与纺织技术,2024,53(7):109-111.
- [2]许鹏.煤化工企业常见火灾事故原因调查及应对策略[J].当代化工研究,2023(16):182-184.
- [3]李想.DCS控制系统在煤化工安全生产中的关键作用分析[J].建筑与施工,2024,3(21):10-11.