

# 化工建设项目施工过程安全风险及管控措施

李天祥

西南化工研究设计院有限公司 四川 成都 610000

**摘要:** 本文聚焦化工建设项目施工安全,剖析作业环境、设备工艺、人员行为及管理风险来源,分类阐述物理性、化学性、环境性与管理性风险特征。提出系统性、动态性、预防性及全员参与管控原则,构建涵盖安全管理体系、技术、人员、环境及应急管理的措施体系,并针对高空、动火、有限空间作业及化学品管理风险提出具体管控方案,保障施工安全。

**关键词:** 化工建设项目; 安全风险; 管控措施; 风险识别; 应急管理

引言: 化工建设项目施工环境复杂,涉及众多设备、材料和工艺,面临安全、环境与质量等多重风险。安全风险尤为突出,高温、高压、有毒有害物质操作易引发事故,威胁人员安全与环境。当前,安全管理薄弱、环境保护意识不足、质量控制不严及风险识别评估不充分等问题频发。深入分析安全风险并制定有效管控措施,对保障项目顺利实施、人员生命安全及环境稳定意义重大。

## 1 安全风险识别与分类

### 1.1 安全风险来源

作业环境风险含化工施工区域潜在危险。施工中接触的易燃易爆物质,遇火源、高温或压力变化易引发事故;有毒有害气体因设备泄漏、物料挥发进入作业空间,威胁人员健康;高温高压环境多见于设备运行与工艺操作,防护不当会提升人员受伤与设备损坏概率。设备与工艺风险体现在设备与工艺安全性<sup>[1]</sup>。设备长期使用或频繁操作可能出现部件磨损、控制系统失灵等故障,影响施工并带来隐患;工艺流程缺陷因设计不合理或与现场不匹配,导致操作漏洞;自动化控制不足会降低作业精度与应急响应速度,增加人为失误概率。人员行为风险与操作习惯、安全认知相关。操作不规范多因未遵安全规程,如违规操作设备、简化步骤;安全意识薄弱表现为忽视风险与防护;应急能力不足导致突发情况时无法快速应对,加剧事故影响。管理风险贯穿安全管控全程。安全制度不完善使管理无据可依,关键环节缺失规范;责任分工不明确易现管理盲区,职责落实不到位;监督执行不到位让安全措施流于形式,无法发挥防控作用。

### 1.2 风险分类与特征

物理性风险以物理作用引发事故为主。火灾由易燃易爆物质点燃、电气故障等引发,蔓延快、影响广;爆

炸伴随剧烈能量释放,冲击周边人员与设备;机械伤害源于设备机械运动,易致人员肢体损伤;高处坠落发生于高空作业,因防护缺失、操作失误导致,后果较严重。化学性风险与化学品特性相关。化学品泄漏因设备密封失效、管道破裂发生,泄漏物质依毒性、腐蚀性产生危害;中毒多因吸入有毒气体、接触有毒物质,损害健康;腐蚀由腐蚀性化学品接触设备与人员引发,破坏设备并伤害皮肤、黏膜。环境性风险聚焦施工对周边环境影响。废水废气未经处理或处理不达标,污染土壤、水源与空气;噪声污染来自施工机械与设备操作,长期超标影响听力与身心健康;生态破坏因场地开挖、物料堆放改变环境,影响动植物生存。管理性风险凸显管理体系漏洞。制度漏洞表现为安全内容缺失或条款不合理,无法覆盖全流程;培训不足导致人员安全知识欠缺、技能不达标;应急预案缺失使项目面对突发事故时无系统方案,难以控制事故发展。

## 2 安全风险管控原则

### 2.1 系统性原则

系统性原则要求安全风险管控覆盖化工建设项目从设计、施工到验收的全生命周期,每个环节都需纳入管控范围,确保风险识别与控制无遗漏<sup>[2]</sup>。设计阶段需结合项目工艺特性与场地环境,提前排查可能存在的设备选型偏差、流程规划缺陷等风险;施工阶段要针对不同作业场景,如设备安装、管道敷设、交叉作业等,制定专项管控方案;验收阶段需全面核查各环节风险防控措施落实情况,包括设备运行稳定性、防护设施完整性、制度执行有效性等,通过全流程闭环管理,构建覆盖项目全周期的安全防护体系。

### 2.2 动态性原则

动态性原则强调根据施工进度推进与现场环境变化,实时更新风险清单并调整管控措施。施工前期需聚

焦场地勘察、临时设施搭建等环节的风险；随着施工推进，当进入设备吊装、电气调试等关键阶段时，需及时补充新的风险点，如吊装作业中的受力失衡风险、电气安装中的短路风险；若遇到极端天气、物料更换等突发情况，需重新评估风险等级，调整防护手段，例如暴雨天气需加强基坑排水与临时用电防护，更换腐蚀性物料时需升级设备密封与人员防护装备，通过动态调整确保管控措施始终适配现场实际风险。

### 2.3 预防性原则

预防性原则以提前消除隐患为核心，通过技术升级、设备改造、人员培训等手段降低风险发生概率。技术层面可引入智能化监测设备，在可能发生泄漏的设备或管道旁安装气体泄漏检测仪，在高转速机械上加装振动传感器，实现风险早期预警与及时干预；设备改造需针对老旧机械、高风险装置优化安全防护结构，为传动部位加装防护罩防止人员接触伤害，为高压管道增加压力预警装置避免超压运行；人员培训需结合项目具体风险特点，开展针对性操作规范培训，让员工掌握正确的设备操作方法与风险规避技巧，同时强化应急技能训练提升隐患处置能力，从技术、设备、人员三方面形成多层次预防性防线，最大限度减少风险转化为事故的可能。

### 2.4 全员参与原则

全员参与原则要求明确各级人员的安全责任，鼓励一线员工主动参与风险识别与反馈。管理人员需制定清晰的责任分工体系，从项目负责人到班组长，均需明确对应的风险管控职责；技术人员需在方案设计、工艺优化中融入安全考量，及时反馈技术层面的风险隐患；一线施工人员因直接接触作业现场，更易发现实操中的风险点，需建立便捷的反馈渠道，如设置风险报告专员、开通线上反馈平台，让员工发现的设备异常、操作不便等潜在风险能快速传递至管理层面，通过全员协同形成上下联动的风险管控格局。

## 3 安全风险管控措施体系

### 3.1 安全管理体系建设

制度完善需结合化工项目涉及易燃易爆物料、高温高压工艺等特性，制定覆盖设计、施工、验收全流程的安全生产责任制、岗位操作规程与专项应急预案，尤其针对物料装卸、设备吊装等高危作业环节细化规范，确保各环节有规可依<sup>[3]</sup>。责任落实要细化项目经理、安全员、技术负责人等关键岗位权责，项目经理统筹整体安全工作，协调解决跨部门安全问题；安全员负责日常现场风险排查，重点关注临时用电、受限空间作业安全；技术负责人把控工艺安全，审核施工方案中的安全技术

参数，实现责任层层传递。监督机制需设立专职安全监察机构，按日检、周检、月检频次开展现场检查，重点核查设备状态、操作规范与防护措施，对发现隐患建立台账并明确整改责任人与时限，跟踪整改直至闭环。

### 3.2 技术措施

设备安全需选用适配化工腐蚀性、爆炸性环境的自动化控制系统，如在反应釜操作中实现温度、压力实时调控与自动报警；配备安全联锁装置，在设备超压、超温时自动切断进料或启动泄压阀；在高压管道、易燃物料存储区强制使用防爆电机、防爆仪表等设备，降低设备故障引发的风险。工艺优化通过简化流程减少高危环节，例如合并同类反应步骤减少物料转移次数；合理规划设备布局增加安全间距，确保易燃储罐与明火作业区距离符合规范；针对放热反应优化参数控制，采用分段升温、惰性气体保护方式，从源头降低风险等级。监测技术要在物料存储区、管道接口、反应釜顶部等关键点部署气体检测仪与压力传感器，结合全域视频监控系统，实现风险实时监测与异常预警，便于及时处置。

### 3.3 人员管理与培训

安全教育需定期开展安全法规解读、操作规程培训与应急处置教学，结合项目风险特点更新培训内容，如引入腐蚀性物料时补充物料特性与防护措施培训。技能考核实行特种作业人员持证上岗制度，焊工、电工、起重工等需通过实操考核与理论测试，考核涵盖专业技能与应急能力；证书过期需重新核验资质，未通过者暂停上岗。安全文化建设通过在施工场地入口、作业区悬挂安全警示标语，在员工休息区循环播放化工事故案例警示片，设立“安全标兵”“隐患排查先进个人”奖励制度，激励员工遵守安全规范，营造重视安全的氛围。

### 3.4 环境管理

污染防控需按环保标准设置废水处理池，用中和、沉淀工艺处理含油废水与酸碱废水；安装废气吸收塔，收集净化焊接烟尘、涂料挥发气体后排放；划分固废分类存放区，将建筑垃圾、废弃化学品包装、废催化剂等分类存放，委托有资质机构定期清运，确保污染物经处理后排放。生态保护要科学规划施工区域，避开植被密集区、水源涵养地等敏感地带；合理安排土方开挖与物料堆放顺序，减少植被破坏，施工间隙用防尘网覆盖裸露土地防扬尘。监测与整改需定期委托专业机构检测排放数据，对比国标与地方要求形成报告，对超标项制定整改方案（如增加废气处理药剂投放量），限期落实确保符合环保要求。

### 3.5 应急管理

预案制定需针对火灾、化学品泄漏、人员中毒等典型事故,明确应急响应流程、人员职责与处置步骤,结合项目进度与风险变化动态调整,如新增储罐区时补充储罐泄漏应急内容。资源储备要按作业规模配备足量干粉灭火器、消防水带、灭火毯等消防器材,急救包、洗眼器、应急喷淋装置等急救物资,以及防化服、隔热服等防护装备,存放于施工现场出入口、作业区附近易获取区域,定期检查物资有效性,更换过期药品与破损装备。演练与评估需每季度组织实战化应急演练,模拟储罐泄漏后人员疏散、泄漏物封堵与环境监测等场景;演练后梳理物资调配延迟、人员配合不畅等问题,优化预案流程与物资配置,提升应急处置能力。

#### 4 重点风险领域管控

##### 4.1 高空作业风险

防护措施需根据作业高度与环境搭建适配的安全网,确保网体牢固且覆盖作业区域下方所有可能坠落范围;作业人员必须使用双钩安全带,且需将安全带挂钩分别固定在不同稳固点位,避免单钩脱落导致防护失效;涉及垂直移动作业时,配备符合安全标准的升降设备,设备需定期检查制动系统与承重能力,确保运行稳定<sup>[4]</sup>。作业管理实行分级管控机制,根据作业高度划分不同风险等级,对应制定差异化管控方案;在作业区域周边设置醒目的警示标志,提醒非作业人员禁止进入;严格执行作业人员准入制度,禁止酒后、疲劳状态下开展高空作业,作业前需对人员身体状态与防护装备进行双重检查。

##### 4.2 动火作业风险

审批制度要求所有动火作业必须提前申请动火证,审批过程需核查作业区域周边易燃易爆物料存储情况、防护措施准备情况,明确作业具体区域、起止时间与允许动火类型,未取得动火证严禁开展任何动火操作。现场管控需在动火作业前彻底清理作业点周边5米范围内的易燃物,包括易燃物料残渣、包装材料等;按作业规模配备足量消防器材,如干粉灭火器、灭火毯等,且器材需放置在作业人员伸手可及的位置;安排专职监护人员全程在场,监护人员需熟悉灭火流程与应急处置方法,作业期间不得擅自离开现场,动火结束后需确认无余火残留方可撤离。

##### 4.3 有限空间作业风险

通风检测需在作业前使用专业仪器检测有限空间内氧气浓度与有毒有害气体含量,确保氧气浓度符合安全标准、有毒气体未超标;作业过程中需持续保持通风,可采用强制通风设备向空间内输送新鲜空气,避免气体浓度发生变化引发风险。应急准备需为作业人员配备便携式呼吸器,确保呼吸器压力充足且能正常使用;作业人员需系挂安全绳,安全绳一端固定在空间外稳固点位,另一端与作业人员身体紧密连接;提前制定紧急撤离方案,明确撤离信号、撤离路线与救援流程,现场需预留应急救援通道,确保突发情况时人员能快速撤离。

#### 4.4 化学品管理风险

储存规范要求根据化学品的物理化学特性分类存放,酸性与碱性化学品、氧化性与还原性化学品需分开存储在不同区域,避免混存发生反应;存储区域需设置防泄漏装置,如防泄漏托盘、应急收集池等,防止化学品泄漏扩散;在存储容器与区域显眼位置张贴警示标识,标明化学品名称、危险特性与应急联系方式。使用控制需严格执行MSDS要求,作业人员在使用化学品前需熟悉其安全使用方法、防护措施与应急处置流程;使用过程中需控制化学品用量,避免过量取用造成浪费或增加风险;使用后的废弃化学品需按规范收集,不得随意丢弃,需委托有资质机构进行处置。

#### 结束语

化工建设项目施工安全风险管控是一项复杂且长期的系统工程。通过明确风险来源与分类,遵循系统性、动态性、预防性、全员参与原则,构建完善的管控措施体系,并针对重点风险领域实施具体管控策略,能够有效降低安全风险,减少事故发生。未来,需持续优化管控措施,提升管理水平,以适应不断变化的施工环境与需求,推动化工行业安全、稳定、可持续发展。

#### 参考文献

- [1]唐永新,毛艳,赖建文.化工建设项目施工过程安全风险及管控措施[J].云南化工,2024,51(06):169-172.
- [2]咎国娟.化工工程项目施工风险及管理对策研究[J].建材与装饰,2023,19(31):112-114.
- [3]吴芃举.浅谈石油化工工程工艺管道安装安全风险控制措施[J].中国公共安全,2023(8):65-67.
- [4]房冠霖.石油工程建设安全风险策略探讨[J].工程管理,2023,4(12):40-42.