

# 化工仓储安全事故的预防与应急处理探究

王少东（优立邦化工（宁夏）有限公司，宁夏 石嘴山 753600）

**摘要：**化工仓储处于原料、在制品与成品周转的关键节点，安全运行直接影响生产连续性与成本控制。仓储环节的泄漏、火灾与爆炸等事故危害极大，本文围绕化工仓储的作业特点，从预防与应急两条主线展开：在预防方面，讨论设施本体优化、危化品分类与隔离、以及基于物联网与算法的在线监测与预警；在应急方面，梳理分级响应、现场处置与恢复重建的技术要点。并从直接损失、停产影响与长期管理成本三类指标，评估安全技术的投入产出，为企业构建“安全—效益”协同的仓储管理模式提供可操作的参考。

**关键词：**化工仓储；安全事故预防；应急处理技术

中图分类号：TQ086.5 文献标识码：A 文章编号：1674-5167(2025)031-0123-03

## Research on the Prevention and Emergency Response of Chemical Storage Safety Accidents

Wang Shaodong (Youlibang Chemical (Ningxia) Co., LTD, Shizuishan Ningxia 753600, China)

**Abstract:** Chemical storage is located at a critical node for the turnover of raw materials, work-in-progress and finished products. Its safe operation directly affects production continuity and cost control. Leakage, fire and explosion accidents in the warehousing process are extremely harmful. This article focuses on the operational characteristics of chemical warehousing and unfolds along two main lines: prevention and emergency response. In terms of prevention, it discusses the optimization of facility bodies, the classification and isolation of hazardous chemicals, as well as online monitoring and early warning based on the Internet of Things and algorithms. In terms of emergency response, sort out the technical key points of hierarchical response, on-site handling and recovery and reconstruction. And evaluate the input-output ratio of safety technology from three types of indicators: direct losses, production suspension impacts, and long-term management costs, providing operational references for enterprises to build a “safety-benefit” collaborative warehouse management model.

**Key words:** Chemical warehousing; Prevention of safety accidents; Emergency response technology

### 1 化工仓储安全事故预防技术体系构建

#### 1.1 仓储设施的安全化建设与优化

选址阶段要把周边人群密度、主导风向、水系走向与地质条件综合评估，优先选择远离居民区和饮用水源、具备便捷疏散通道的地块，并预留事故停车位与消防车通道。建筑结构方面，耐火等级不低于二级；易燃易爆品库区应设置明确的泄压面（泄压比 $\geq 0.05$ ），屋面采用轻质可脱落构造，使爆炸超压有可控释放路径。库内分隔墙、穿墙管线与门窗洞口应同步评估耐火完整性，避免“薄弱环”成为传爆路径。

储罐与货架选型遵循“介质决定材料”：强腐蚀介质优先玻璃钢或不锈钢，焊缝、法兰与密封件按介质温度与浓度选型；液化气体罐设双重安全阀与压力报警，安全阀定期校验，罐间距 $\geq 1.5D$ 。就地设置导除静电设施并定检接地电阻。消防配置坚持“因物择媒、分区就近”的原则：水、泡沫、干粉、CO<sub>2</sub>各司其职；对遇水反应的物料以干粉/惰性气体为主，并在库门外设置显著禁水标识与操作卡。

装卸作业区与储存区物理隔离，地面做防渗处理，设置环形围堰与集液井，围堰顶高 $\geq 1.2m$ 、有效容积不小于最大单罐容积，配抽排泵与应急切断阀。照明

与电气设备采用防爆等级相匹配的型式，电缆桥架与开关箱避开高温与易积气区域。

#### 1.2 危化品的分类管控与规范化存储

分类是防错的起点。按《危险化学品目录》《常用危险化学品储存通则》等，将物料分为爆炸品、压缩/液化气体、易燃液体、易燃固体、氧化剂、毒害品、腐蚀品等，并在库位、货位、容器上同步标识名称、危害、禁配、应急电话与推荐灭火方法。相抵触物质必须物理隔离：如氧化剂与易燃液体之间设置 $\geq 2m$ 防火隔墙，并避免穿越性管线与通道；剧毒化学品设独立库，执行双人双锁、门禁与视频联动，日清日结台账，空容器亦按危废管理。

堆垛强调稳定性与可达性：“上轻下重、上小下大”，堆高不超过3m，垛间距 $\geq 0.5m$ ，主通道 $\geq 1.5m$ ，转角处留出设备转运回旋半径。对受温湿影响的物质配置恒温恒湿设备，库内布设温湿度记录仪并留存曲线。易挥发或散发有毒蒸气的物料采用密闭容器与局部排风，上位机实时显示风量与负压。静电敏感物料实施导静电地坪与人员静电释放措施，出入库执行刷卡+禁配校验+异常拦截的“三道闸”。

库容控制不超过设计容量的80%，把剩余20%当

成事故缓冲空间与操作走道。建立“进一存一出”全过程复核：采购环节核对 SDS 版本与危险性类别；入库核对包装、标签与有效期；在库滚动盘点“先入先出”、逾期预警；出库复核去向、运输资质与随车文件。日常以周为周期抽查两类违背高发点：禁配混存与临时堆放。

### 1.3 智能监测预警技术的应用与落地

监测的价值在“及时、可联动、能追溯”。环境侧布设温湿度、可燃/有毒气体、差压与风速传感器，节点间距一般≤10m 并覆盖低凹、角落与上部集气点；数据通过有线/无线冗余传输至监控平台，越限即触发声光报警，同时自动联动排风、喷淋或切断非防爆电源。对易燃液体库，当温度超过设定阈值（如30℃）或气体浓度达到爆炸下限20%时，系统先行动作，再通知人员确认，避免“报警只会响”的形式主义。

设备侧引入光纤应变、泄漏电缆与红外测温，对储罐变形、壁温异常与渗漏进行连续跟踪；对泵、压缩机与风机采集振动与电流数据，借助阈值+趋势的组合模型，提前识别轴承磨损、对中偏差与空化。视频AI用于识别未戴防护具、吸烟、携带火种、越线操作等行为，自动截图留痕并推送到班组群，纳入月度考核。

为了让系统“好用且愿用”，需在落地阶段做好三件事：①阈值分级，区分提示、预警与紧急，避免“狼来了”；②联动清单化，把每一个报警对应的自动与人工动作写成卡片并贴到岗位；③维护有据，传感器定期比对校准，维修更换留痕，确保长期准确。前期会增加 CAPEX 与一定 OPEX，但事故频率与强度下降带来的停产损失、环境修复与保险费率降低，通常能在较短周期内覆盖投入。

## 2. 化工仓储安全事故应急处理技术路径

### 2.1 应急响应机制的迅速启动与协作联动

应急响应的价值重点体现为“快”和“准”，所谓快速启动，并非仅仅是报警，而是需要企业内部构建一套经演练且固化的分级响应机制，让不同等级事故对应不同资源配置，轻度泄漏、短时间可管控的异常，能由企业内部应急小组开展初步处理；若事态发展到可能危及周边居民或环境安全的程度，应立刻启动最高等级响应，积极联合政府消防、医疗、环保等外部救援力量。此体系避免因“小题大做”产生的资源浪费，又杜绝了“小事拖大”的潜在问题。

机制运行伊始，仓储现场作业人员充当最前端的“传感器”，他们得严格遵照“停、关、疏、报”的基本要求，也就是一旦察觉异常就马上停止作业，切断电源或关闭阀门，将无关人员疏散开，且立刻向值

班室和应急指挥部汇报，这些举措可以将事故扼杀在萌芽状态。

应急指挥部发挥着统揽全局的关键作用，生产部门需快速截断事故区域与其他装置的关联，杜绝火势、毒气或泄漏物流进正常工艺系统；安全部门应实施现场风险评估，明确事故的范围与走向，为救援工作拟定科学的战术规划；环保部门承担着监测空气、水和土壤里有害成分的职责，对事故给外环境造成的影响进行评估并给出控制办法；物流部门承担着堵漏物资、消防器材和应急防护用品的调配工作，保证救援力量不出现中断；财务部门的助力必不可少，要赶快开通应急资金通道，保障各类救援费用和外部采购可即时支付。

应急响应期间，通信保障的重要意义常被忽略，当事故出现时，大概率会出现断电、网络中断等状况，倘若没有备用的通信手段，救援行动极易陷入“信息孤岛”，应急体系应配备对讲机、卫星电话、独立电源及备用通信链路，让信息在最短时间内传至各个岗位，即便仅十分钟的信息延迟，也会造成火势蔓延、泄漏扩散，让损失呈倍数增长<sup>[1]</sup>。

凭借这一整套响应体系，企业在事故起始阶段抢抓时间先机，又能凭借部门间的高效协同与外部力量的适时参与，把事故范围控制到最小限度，这既保障了员工的生命安全与社会环境，又为企业资产和品牌声誉提供最大程度保护。

### 2.2 现场处置技术的科学运用及风险把控

若将应急响应比作“指令”，则现场处置堪称“执行”，处理事故时，现场处置的科学程度直接关乎最终损失大小，鉴于化工仓储事故类型繁杂，常见情形有液体泄漏、气体泄漏、火灾及爆炸，每种情形都需适配特定技术手段。

当出现液体泄漏问题，处置的要点是“阻断扩散”，作业人员需先借助监测设备或凭借经验来判定，判定泄漏物质的类别与危险程度，然后据此圈定警戒区，杜绝无关人员进入，若泄漏量不大，可利用吸油毡、活性炭等吸附材料当场收集，这种做法既迅速又实惠；若泄漏量较大，需借助防泄漏围堰对泄漏物质进行围堵，再用抽排泵把泄漏物质转至备用储罐，防止其流入雨污水网或外部水体，杜绝二次污染<sup>[2]</sup>。

应对气体泄漏的处置工作挑战更甚，首先应快速关闭泄漏源的阀门，然而部分情形下阀门出现损坏而无法关闭，这时得借助堵漏夹具、临时密封胶等工具开展应急修补，启动通风系统以降低气体浓度，借助水雾或喷淋系统对气体加以吸收或稀释，让浓度维持在爆炸下限以下，此过程期间，救援人员需全程配备正压式空气呼吸器与防毒面具，不然很容易出现中毒

或窒息情况。

火灾与爆炸事故常常极为危险，处置这类事故之际，一定要依照“先控制、后扑灭”的原则，面对易燃液体火灾，处理易燃液体火灾时，宜首选泡沫灭火系统覆盖燃烧液面，以此隔绝氧气达成灭火目的，禁止使用直流水进行灭火，不然易造成液体飞溅使火势蔓延，气体火灾处理流程为：先切断气源，然后用干粉遏制火焰，等气源完全关闭后实施彻底灭火，针对电气火灾，应先切断电源，接着按照具体情形选用二氧化碳或干粉灭火器。

周边设备和物资的保护同样关键，利用冷却水幕或搭建防火隔离带，可切实防止火势蔓延至未受波及的区域，全体救援人员都要穿戴达标的防护装备，像阻燃服、防热手套和护目镜，防止灭火时受到二次伤害，只有把保障人员安全当作首要任务，救援行动方可实现真正的可持续性。

科学的现场处置，既展现救援经验，更是标准化操作的必然要求，持续开展演练，把不同事故情形下的处置流程制成作业卡片，保障员工危急时刻按预案行动，而非凭借临场判断<sup>[3]</sup>。

### 2.3 事后恢复与评估的系统性开展

一旦事故实现初步控制，企业接下来的重大任务便是开展恢复与评估工作，恢复的目的并非仅仅是清理事故现场，更要尽快让仓储运营重回正轨，降低停产造成的间接损失。恢复工作首先要开展现场清理，必须对残余化学品进行全面收集和处理，杜绝二次污染，应针对受污染的土壤和水体实施修复治理举措，保证满足环保部门的要求，若处理工作未做到位，会引发长期的环境隐患，还会让企业承受高额罚款与社会舆论的双重压力。

设施修复阶段，需对受损的储罐、管道、消防系统及监测设备进行全方位检测，针对出现轻微损伤的部位，可通过加固或替换零部件实现修复；若设备损坏情况严重，应进行彻底替换，不可凭借“临时可用”的借口让其继续运行，对建筑结构进行修复同样不可或缺，必要情况下需实施加固乃至重建，保证复产后安全水平不低于事故前。

恢复环节的核心是复产前的评估工作，企业需联合技术、安全环保人员以及外部专家共同开展事故原因的分析工作，既需明确设备故障或操作失误等直接原因，像设备故障、操作失误这类，还得剖析管理层面存在的间接原因，

从经济角度看，事故评估需对损失进行测算，直接损失涵盖设备损坏、物资损耗、救援开支以及环境修复成本；间接损失包含了生产停滞造成的损失、供应链的断裂、市场份额的缩减以及品牌声誉的损害，

凭借这些数据，企业可更直观地把握安全投入和事故损失的对比关系，以便在后续年度预算中进一步重视安全技改和预防性投资。

### 3 化工仓储安全技术应用的经济效益分析

从直接效益看，在线监测、分区消防与围控设施可显著减少一次事故的峰值损失。以中型仓储为例，投入约80万元建设气体探测、温湿度与视频识别系统，若提前发现并避免3起潜在泄漏，可避免设备修复、物资报废与救援等合计上千万元的支出，投资回收期短。通过堆垛与环境优化，原料损耗率由1.2%降至0.5%，按年存储1万t、均价5000元/t测算，每年可减少数十万元损耗。

从间接效益看，稳态运营减少停产与供应链中断。完善的应急技术可将一般事故的停产时间控制在1-2天，明显低于无体系支撑的长周期停摆。安全表现良好的仓储服务商在客户评审、保险费率与金融授信方面更具优势，带来新增订单与保费下降的双向收益<sup>[4]</sup>。

从长期效益看，智能化手段降低管理成本。以巡检为例，通过“传感+平台+少量运维”的模式替代大规模人工巡检，可显著压降人工费用；同时基于数据的预测性维护，使防腐与检修更趋精准，避免“过修”或“欠修”。在环保趋严背景下，合规化投入还能减少罚款与治理开支，稳定企业的可持续经营指标<sup>[5]</sup>。

### 4 结论

化工仓储的安全管理不应被视作纯成本中心，而是影响现金流稳定性与资产安全性的核心变量。设施优化、分类隔离与智能预警构成事前防线；分级响应、科学处置与系统复盘决定事故的上限损失；经济评估则将安全投资与经营绩效连接起来。企业应结合自身物料谱系与作业场景，分阶段推进监测、联动与数字化平台建设，完善应急预案与演练机制，把“安全优势”沉淀为“效率与信誉优势”。随着技术进步与标准完善，化工仓储有望在更高的安全水准下实现更好的经济表现，形成“安全投入—风险降低—效益提升”的正循环。

#### 参考文献：

- [1] 王成乾. 基于“2-4”模型浅谈化工仓储安全事故原因——以江苏响水“3.21”特别重大爆炸事故为例[J]. 中国储运, 2024, (07): 128-129.
- [2] 延奥. 化工危险品仓储安全管理探析[J]. 中国储运, 2023, (07): 190-191.
- [3] 焦莹, 王娅娇. 化工危险品仓储安全管理思考[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2021, 41(19): 87-88.
- [4] 董鲁燕. 瀚坤能源油品仓储安全管理改进策略研究[D]. 济南: 山东科技大学, 2020.
- [5] 梅德开. 液体化工品仓储风险分析及安全措施研究[J]. 清洗世界, 2021, 37(2): 104-105.