

浅析化工储运中存在的消防安全隐患及防范措施

王子函（中国石化扬子石油化工有限公司，江苏 南京 211500）

摘要：化工储运环节是化工生产全过程中的重要组成部分，其安全状况直接关系到企业运行的稳定性和周边环境的安全性。由于储运物料多具有易燃、易爆、有毒、有害及强反应性的特征，加之设备复杂、操作环节繁多，使得消防安全隐患极为突出。本文从主要安全隐患出发，深入分析了设备泄漏风险、火灾爆炸危险、操作管理隐患和特殊作业风险等关键问题，并结合实际案例探讨了其潜在危害。在此基础上，提出了关键防范措施与应急管理措施。

关键词：化工储运；消防安全；安全隐患；防范措施；应急管理

中图分类号：TQ086.1 **文献标识码：**A **文章编号：**1674-5167（2025）031-0132-03

An Analysis of Fire Safety Hazards and Preventive Measures in Chemical Storage and Transportation

Wang Zihan (Sinopec Yangzi Petrochemical Company, Nanjing Jiangsu, 211500, China)

Abstract: The chemical storage and transportation stage is an essential component of the entire chemical production process, and its safety directly affects the stability of corporate operations and the safety of the surrounding environment. Due to the flammable, explosive, toxic, harmful, and strongly reactive characteristics of stored materials, coupled with the complexity of the equipment and the multitude of operational procedures, fire safety hazards are particularly prominent. This paper delves into key issues, such as equipment leakage risks, fire and explosion dangers, operational management hazards, and risks associated with special operations, based on the main safety hazards, and discusses their potential harms through actual case studies. On this basis, critical preventive measures and emergency management strategies are proposed.

Keywords: Chemical storage and transportation; fire safety; safety hazards; preventive measures; emergency management.

在现代化工产业链中，储运环节承担着重要功能，实现原料输入，产品输出，完成中间物料周转，作为连接生产工序与市场供应的关键节点。然而，由于化工物料本身的特点，易燃、易爆、有毒和高反应性，使储运环节事故多发，成为高风险区域。近年来国内外发生的化工事故中，储运环节占比超过三分之一，其中火灾、爆炸和中毒事故极易发生，事故不仅导致重大人员伤亡，出现财产损失，还会造成严重的环境污染，形成不良的社会影响。

1 化工物料危险特性

1.1 易燃易爆物料的危险性

化工储运过程中，汽油、乙醇、丙烯、液化石油气等物料，闪点较低，蒸气压较高，在空气中易形成可燃混合物。一旦遇到明火、静电火花或高温表面，便可能发生爆燃甚至大范围爆炸事故^[1]。

化工物料在储运环节中，表现为“气液并存”的状态，蒸气扩散范围大，下限浓度较低，极易形成危险环境。例如，液化气储罐区如果通风不良，气体泄漏后，在地面低洼处积聚，一旦引燃，会出现严重火灾爆炸。部分易燃液体如苯类、醚类物质，蒸气比空气重，容易沿地面扩散，遇到火源回燃，增加事故的不确定性。

1.2 有毒有害物料的特殊风险

氯气、硫化氢、氨气、苯及其衍生物等有毒有害物料，在化工储运中，具有高度危险性。即使在极低浓度下，也可能对人体健康产生危害，部分还具有致癌、致畸、致突变性。风险不仅体现在急性中毒事故中，还会长期接触导致的慢性职业病。例如，氯气一旦泄漏，迅速弥散，与空气形成刺激性气体云团，人员短时间吸入，即可导致呼吸困难，甚至出现窒息；苯类物质长期接触，可能引发造血系统疾病。在储运过程中，若防护措施不完善，或者检测系统不灵敏，极易导致泄漏事故发生，人员无法及时发现，也就很难第一时间处置，扩大危害范围。在密闭空间或低洼区域，有毒气体更易聚集，严重威胁作业人员安全。

1.3 反应性物料的潜在危害

部分化工物料本身具有化学反应性，在特定条件下，极易发生自燃、聚合、分解或剧烈反应，从而发生火灾爆炸事故。过氧化物、金属粉末、钠钾等活泼金属，以及氰化物、硝化物等不稳定化合物，对温度、压力、湿度及杂质极为敏感，储运中稍有不慎，极易触发危险。例如，过氧化氢在高温条件下，或者与金属离子接触时，容易发生分解反应，释放大量热量与氧气，从而导致容器破裂，出现燃烧事故；金属钠遇

水会立即发生剧烈放热反应,产生易燃氢气,极易造成爆炸。

2 化工储运中存在的消防安全隐患

2.1 设备泄漏风险

储罐、管道长期与腐蚀性介质接触,若防腐层破损或检修不及时,极易出现腐蚀穿孔,导致物料外泄。一旦泄漏的物料为易燃、易爆或有毒介质,将直接威胁到作业区人员生命安全和周边环境。例如某地一石化企业,由于管道年久失修发生泄漏,导致大量有毒气体扩散,引发严重中毒事故。阀门、法兰、连接处因密封件老化或安装不当,也容易形成渗漏点。装卸作业中,软管若因材质老化、压力冲击或操作不当而破裂,更可能瞬间释放大量介质,形成大面积火灾或爆炸源。

2.2 火灾爆炸危险

静电积聚放电是最常见的引爆源之一,尤其在输送或装卸易燃液体时,若未采取接地与静电释放措施,极易因瞬间火花点燃蒸气云团^[2]。雷击事故也是重大隐患,高耸的储罐或管道若未配置防雷设施,一旦遭遇雷击,可能直接导致火灾爆炸。电气设备不防爆也是潜在危险源,若在易燃易爆区域使用普通电机、开关或照明灯具,因设备产生电弧或高温表面而引发事故的概率极高。

2.3 操作管理隐患

人员操作管理水平直接影响储运环节的安全性。操作失误常见于装卸过程,如阀门开关顺序错误、装车超量或混装,均可能导致泄漏或燃爆事故。超温超压问题同样突出,若储罐压力控制系统失灵或操作人员未能及时干预,极有可能发生容器破裂和物料喷泄。在某些企业中,操作人员缺乏系统培训,对紧急情况的应急响应不足,无法在事故初期采取有效处置,导致险情迅速升级。

2.4 特殊作业风险

化工储运现场存在大量特殊作业,其风险水平普遍高于日常操作。动火作业是典型代表,在易燃易爆物料周边进行焊接、切割或使用明火,若审批不到位或气体检测不严格,极易引发火灾爆炸。受限空间作业如清罐、检修等,由于空间封闭、通风不足,人员易遭遇缺氧或有毒气体中毒,且一旦发生意外,救援难度大。高空作业在储罐区也较常见,若防护措施不足或未佩戴安全带,极易发生坠落伤害。

3 化工储运中存在的消防安全隐患的防范措施

3.1 设备安全保障

化工储运环节设备的安全性直接决定系统的整体稳定性。建立定期检测与维护机制,对储罐、管道进

行防腐检测,必要时采用超声波厚度测量或磁粉探伤等无损检测手段,及时发现腐蚀、裂纹或穿孔隐患,并通过喷涂防腐涂层、阴极保护等方式延缓腐蚀速率。同时在储罐区周边设置防泄漏围堰,一旦发生物料泄漏,能有效控制其扩散范围,避免事故蔓延。全面推广防爆电器的使用,在储运区域采用防爆电机、防爆灯具和防爆开关,减少电弧及高温表面引燃的可能性,并结合防雷针、防雷带、接地装置等措施实现雷电防护,避免雷击引发爆炸。阀门作为关键控制部件,必须选用高性能、耐腐蚀产品,并在运行中实施阀门状态监测与定期更换计划。

3.2 工艺控制措施

科学合理的工艺控制,减少安全事故的发生。完善标准化操作规程,涵盖多个环节,从物料装卸入手,实现设备启停、温压调节,做好异常工况处置,确保操作人员有章可循^[3]。制定标准化文件,展开系统培训,新老员工均能掌握操作步骤,降低因操作不当带来的风险。在储运系统中,设置安全联锁,完善报警系统。例如当压力或温度超过设定范围时,系统自动切断进料,打开泄压阀,同步发出声光报警,提醒操作人员快速处置问题。安装自动控制系统,利用PLC、DCS等智能化装置,实时采集工艺参数,发现问题及时调整,实现无人值守,减少人为干预失误。

3.3 特殊作业管控

化工储运过程中涉及大量高风险特殊作业,必须强化管控。严格执行作业审批制度,对动火、受限空间、高空等特殊作业,必须逐级审批,确保风险分析完成检测合格之后,落实安全措施。在特殊作业过程中,实施现场监护措施,安排专人检测作业环境,如气体浓度、通风状况和火源控制等,发现异常,立即中止作业,启动应急处置程序。为作业人员配备完善的个人防护装备,如防火服、防毒面具、安全绳索、防爆工具等,确保具备应对突发情况的防护能力。对于动火作业,在现场配备消防水源,配套灭火器材;对于受限空间作业,确保连续通风,展开气体浓度监测;对于高空作业,落实双保险防坠落措施。

4 化工储运中存在的消防安全隐患的应急管理措施

4.1 应急预案制定与演练

在化工储运环节,应急预案的科学性直接决定事故处置的效率^[4]。预案的制定,基于危险源辨识,做好风险评估,明确涵盖储罐、管道、阀门、装卸站台等关键设施环节可能出现问题,衡量泄漏、火灾、爆炸、中毒等事故类型,每一种类型都细化到事故分级,划定警戒区,制定人员疏散路线,明确应急通讯

方式,调用救援力量,确定后续恢复措施。例如,对于液化石油气储运,应急预案包括气体泄漏扩散的模拟,明确警戒半径,结合气象条件,动态调整人员疏散方向。定期组织演练,每年至少两次综合性实战演练,并结合季节特点,针对不同工况,设计不同场景,冬季低温条件下,液化气泄漏处置;夏季高温条件下,易燃液体火灾扑救。演练形式包括桌面推演、实景演练和联合演练三类,其中,桌面推演锻炼指挥调度的逻辑,实景演练检验人员协同,分析设备运行可靠性,联合演练则提升企业与地方政府、消防、医疗等多部门的配合度^[5]。演练结束后,开展复盘,总结不足,修订应急预案。

4.2 应急物资配备与管理

应急物资是事故处置的物质基础^[6]。化工储运企业必须建立专门的应急物资库,并根据物料危险特性分类配置。针对易燃物料,配备泡沫灭火剂、干粉灭火器、二氧化碳灭火器和移动泡沫炮;针对有毒有害气体,应储备空气呼吸器、正压防护服、防毒面具、便携式气体检测仪和碱液喷淋装置;针对泄漏事故,应准备堵漏袋、密封胶泥、夹具、吸附棉和收集容器;而针对爆炸冲击和火灾高温,应配置隔热毯、防爆工具和急救担架。物资管理上要实行“三定”制度:定人、定点、定量。即明确责任人,固定存放区域,规定数量标准。每类物资都应建立台账,定期检查有效期和性能状态。对灭火器、呼吸器等关键装备,建立周期性检测制度,例如灭火器每半年检查一次,呼吸器每季度进行气密性测试。

4.3 消防队伍能力建设

消防队伍是化工储运最直接的事故处置力量^[7]。企业建立稳定的消防队伍,展开专业化训练,不断积累实战化经验。人员方面,消防员经过专业资格培训,熟悉本企业危险化学品的理化性质,明确常见事故处置方法。例如对液氯、液氨的储运,消防员掌握如何使用水幕稀释,明确碱液中和的方法;对液化石油气储罐,消防员熟悉喷雾冷却与泡沫覆盖的操作流程。装备方面,除常规消防车、泡沫炮、消防泵外,配置气体检测仪与无人机侦察设备,提高复杂场景下的侦察指挥能力。训练方面,坚持常态化与专项化结合,常态化训练包括消防水枪操作,正确佩戴呼吸器,掌握基本灭火技能;专项化训练则针对重点危险源展开,储罐火灾,管道爆炸,毒气泄漏救援。企业定期与地方消防部门开展联合演练,实现信息共享,力量互补。

4.4 事故后期处置与恢复

应急响应结束并不代表事故处理完成,后期处置与恢复工作同样重要^[8]。对事故区域开展环境监测,

检测区域内空气、水体和土壤污染情况,采取修复措施。例如对氯气泄漏区域,喷洒碱液,中和残留气体;对有机溶剂泄漏的地面,挖除污染土体,固化或焚烧处理,避免二次污染。中毒或受伤人员,在事故后第一时间展开医疗救护,建立长期跟踪机制。对于参与处置的人员,提供心理疏导,缓解因事故产生的创伤反应。企业展开事故调查,做好原因分析工作,找出设备缺陷,分析管理漏洞,明确操作失误的根源,形成书面调查报告。调查结果转化为整改措施,更换设备,修订工作规程,加强人员培训,确保类似事故不再发生。

5 结语

综上所述,化工储运环节的消防安全隐患较为复杂,物料危险特性突出,设备设施极易出现老化失效,操作管理出现疏漏,特殊作业存在高风险性。在工作实践中,对隐患展开系统辨识,明确储运环节的价值,作为化工安全管理重难点,针对这些问题,坚持“预防为主、防消结合”的方针,设备设计与维护,工艺流程控制,应急物资配备,消防队伍建设,多方面共同努力。同时,建立完善的应急预案体系,制定多方联动机制,确保一旦事故发生,迅速做出反应,及时完成事故处置,最快速度恢复正常状态,尽可能降低事故损失。

参考文献:

- [1] 张顺. 石油化工的安全风险防范措施研究 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2025, 45(15): 76-78.
- [2] 艾国. 化工安全及应急管理探讨 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2025, 45(14): 75-77.
- [3] 杨金莹, 杨雨欣. 基于大数据分析的化工企业安全隐患预测模型分析 [J]. 化纤与纺织技术, 2025, 54(07): 148-150.
- [4] 聂存良. 石油化工领域安全生产风险控制的关键技术解析与应用 [J]. 石化技术, 2025, 32(07): 28-30.
- [5] 邵爱新. 石油化工企业消防安全管理策略 [J]. 今日消防, 2025, 10(05): 76-78.
- [6] 张宇浩, 林桑. 油气储运过程中防火安全措施若干思考 [J]. 中国储运, 2023(11): 97-98.
- [7] 唐柏林, 易洪民, 宁妮. 储运罐区安全危险辨识与事故预防探讨 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2025.
- [8] 田野. 化工企业安全管理与消防监督研究 [J]. 化纤与纺织技术, 2023, 52(10): 119-121.

作者简介:

王子函(1998-), 女, 汉族, 河南省濮阳县, 本科, 助理工程师, 研究方向: 安全环保。