

化工企业危险化学品存储与运输安全管理研究

窦衍叶

众诚安环(天津)科技有限公司

DOI:10.32629/jsse.v4i1.19091

[摘要] 危险化学品作为化工企业生产运营的核心物料,其存储与运输环节的安全管理直接关系到企业安全水平、生态环境稳定及社会公共安全。本文基于危化品存储与运输的核心风险特征,系统分析当前化工企业在存储设施配置、运输过程管控、全流程技术防控等方面存在的突出问题,结合行业技术规范与实践经验,从存储布局优化、运输全链条管控、智能技术应用、应急处置完善等维度,提出针对性的安全管理优化路径,构建闭环式安全管理体系。

[关键词] 化工企业; 危险化学品; 存储安全; 运输管控; 全流程管理

中图分类号: TQ54 文献标识码: A

Research on Safety Management of Hazardous Chemicals Storage and Transportation in Chemical Enterprises

Yanye Dou

Zhongcheng Anhuan (Tianjin) Technology Co., Ltd.

[Abstract] Hazardous chemicals, as core materials in the production and operation of chemical enterprises, have safety management in their storage and transportation directly related to the intrinsic safety level of the enterprise, ecological environment stability, and public social safety. Based on the core risk characteristics of hazardous chemicals storage and transportation, this paper systematically analyzes prominent issues existing in current chemical enterprises regarding storage facility configuration, transportation process control, and full-process technical prevention. Combining industry technical specifications with practical experience, it proposes targeted safety management optimization paths from dimensions including storage layout optimization, full-chain transportation control, intelligent technology application, and emergency response improvement, aiming to construct a closed-loop safety management system.

[Key words] Chemical enterprises; Hazardous chemicals; Storage safety; Transportation control; Full-process management

1 前言

随着我国化工产业向基地化、大型化发展,危险化学品的在厂储存量、管输量与道路运量持续攀升,存储与运输环节的安全管理压力日益凸显。化工企业的特殊性在于,其存储系统常与生产装置直接相连(如中间罐区),运输环节涉及厂际管线、厂内转运及外部物流的复杂衔接。当前,部分化工企业在危化品存储与运输管理中,仍存在设施配置不规范、流程管控不到位、技术防控滞后等问题,给安全运营带来重大隐患。因此,聚焦化工企业特有的生产与储运场景,构建科学、系统、高效的安管理体系,是实现化工行业安全、绿色、高质量发展的重要举措。

2 化工企业危险化学品存储与运输风险特征

化工企业危险化学品存储与运输是安全事故的高发环节,其风险具有鲜明的行业特征:

(1) 存储环节: 具有高度集中性与工艺关联性。化工企业存储风险不仅源于常规的仓储条件,更与其生产工艺紧密相关。一是储量大、能量集中,大型化工企业常设有百万吨级的罐区,一旦失控极易引发多米诺骨牌效应;二是存储介质与生产工艺高度关联,如高温高压下的中间产物(如热裂解原料)直接进入储罐,若存储设施的温度压力控制失效,可能诱发自聚、分解或暴聚反应;三是管道输送密集,厂区内工艺管道与储罐阀门错综复杂,腐蚀、冲刷导致的泄漏风险远高于普通仓库。

(2) 运输环节: 具有跨区域流动性与多式联运复杂性。化工企业的运输涵盖原料入厂、中间品流转、成品出厂的全过程。其风险特征包括:一是运输载体与化工装置衔接紧密,如液化烃装卸站台直接邻接生产区,若装卸臂脱落或气液相管rupture,极易造成灾难性BLEVE(沸腾液体扩展蒸气爆炸);二是运输过程涉

及特殊作业工况,如高温沥青、低沸点易燃液体的运输,对保温、保压要求极高;三是多式联运与危废运输并存,部分化工企业副产物、危废(如废酸、废碱)具有强腐蚀性,其运输管控难度更大。

(3)产储运衔接环节:化工企业生产连续性与储运周期性的矛盾,形成了特有的衔接风险。生产装置工况波动会导致储罐收料压力、温度异常;储罐切换、清罐作业可能影响下游装置进料稳定性;运输车辆在厂区滞留期间的防火防爆管控缺失;多品种、小批量化工产品的“拼车混装”风险等。这些衔接环节的风险往往游离于各专项管理之外,形成监管盲区。

3 化工企业危险化学品存储与运输安全管理存在问题

3.1 存储环节安全管理存在的问题

3.1.1 存储布局与设施配置不规范

部分化工企业未依据危化品特性和存储量科学规划布局,普遍存在不同类别危化品混存、存储区与生产区安全间距不足等问题,直接违反《危险化学品仓库储存通则》(GB15603-2022)相关要求。同时,存储设施老化更新滞后,防火防爆、防静电、通风降温等关键配置不全,具体表现为:储存易燃易爆、有毒危险化学品的仓库未按要求安装可燃/有毒气体检测报警装置,或装置校准不及时,导致化学品泄漏无法被及时发现;储罐区未设置完善的防泄漏收集设施,一旦泄漏易扩散引发次生灾害。

3.1.2 存储过程管控精细化不足

危化品存储全流程管控存在疏漏,出入库环节未严格核查物料品名、规格及包装完整性,对安全技术说明书和安全标签查验不严,导致不合格物料入库或错发;在库保管环节,未按规定定期检查养护,对易挥发、易变质危化品缺乏针对性防护,存储周期过长未及时清理,易引发物料变质泄漏;物料堆放未严格遵循“分类、分区、分垛”原则,超高、超量、混堆现象普遍,堵塞应急处置通道,增加了事故扩大风险。

3.1.3 存储风险监测与预警能力薄弱

多数企业未构建完善的监测预警体系,监测范围覆盖不全,仅关注重点储罐而对普通区域监测不足;监测指标单一,多限于温湿度,对泄漏浓度、物料反应状态等关键指标实时监测缺失。更关键的是,监测数据分析应用不足,缺乏数据共享与智能预警机制,异常数据无法及时推送预警信息,导致风险研判滞后,难以实现隐患早期控制和闭环管理,最终小患拖大引发事故。

3.2 运输环节安全管理存在的问题

3.2.1 运输载体选型与维护不到位

部分企业未根据危化品特性选择适配运输设备,如腐蚀性危化品装入普通容器,或罐体材质与物料不匹配,易导致容器腐蚀泄漏。日常维护保养机制不健全,未按规定定期检测维修罐体、阀门、紧急切断装置,导致密封失效、防爆失灵等隐患长期存在。此外,多数运输车辆未按规定配备灭火器、堵漏器材、防护用品等应急装备,驾驶员遇初期泄漏或火灾时束手无策,错失最佳处置时机。

3.2.2 运输流程管控存在漏洞

全流程缺乏系统性管理,装载环节存在超载、混装、固定不牢等问题,如氧化剂与易燃液体混装,或装载过程摩擦产生静电;运输环节未严格执行既定路线和时间,擅自变更路线进入人口密集区,或违规中途停留,增加风险暴露概率;卸载环节操作野蛮、防护不到位,易导致物料飞溅泄漏。同时,物料交接记录不完整,难以实现全程追溯,给事故原因调查和责任认定带来困难。

3.2.3 存储与运输环节衔接不畅

两大环节缺乏有效协同,信息传递不及时不准确。物料出库时,仓储部门未将危险特性、防护要求等关键信息完整传递给运输方,导致运输环节管控措施缺乏针对性。运输车辆抵达后,卸货准备不充分,交接流程不规范,收货方未严格核查包装铅封,一旦破损泄漏责任难以界定。多数企业未建立风险协同防控机制,针对物料在装卸平台、转运区的短暂停留缺乏统一风险辨识和管控措施,形成安全管理盲区。

4 化工企业危险化学品存储与运输安全管理优化策略

4.1 优化存储环节安全管理,提升精细化管理水平

4.1.1 科学规划存储布局,完善设施配置

化工企业应严格遵循《危险化学品仓库储存通则》(GB15603-2022)等国家行业标准,根据危险化学品的危险特性、存储量,科学划分存储区域,实现“分类、分区、分垛”存储,严禁不同危险特性的危化品混存,确保存储区域与生产区域、办公区域的安全距离符合要求。针对剧毒、易制毒等特殊危化品,设置专项存储仓库,配备针对性的防护设施,实现专人、专库、专管。同时,加大存储设施的升级改造力度,更新老化、落后的存储设备,完善防火防爆、防泄漏、防静电、通风降温、应急喷淋等设施,定期对设施进行检测、校准与维护,确保设施处于良好运行状态。

4.1.2 强化存储全流程管控,提升精细化水平

构建危化品存储全生命周期管控体系,规范物料出入库、在库保管、出库核对等环节的操作流程。出入库环节,严格执行验收制度,核查物料的品名、规格、数量、包装完整性及安全技术说明书、安全标签,对不合格物料严禁入库,出库时实行双人核对制度,确保物料发放准确无误;在库保管环节,建立物料养护制度,定期对物料进行检查、盘点,针对易挥发、易变质、易反应的危化品,采取密封、降温、隔离等防护措施,严格控制存储周期,及时清理过期、变质物料;物料堆放严格遵循“上盖下垫、限高限宽、通风防潮”的原则,确保堆垛间距、通道宽度符合要求,保障应急处置通道畅通。

4.1.3 构建智能监测预警体系,提升风险防控能力

依托物联网、大数据等先进技术,构建危化品存储智能监测预警体系,实现存储区域风险的实时监测、精准预警与提前处置。扩大监测范围,覆盖所有存储区域、储罐、物料堆放区,完善监测指标,包括温度、湿度、危化品泄漏浓度、物料液位、设备运行状态等,实现关键指标的全方位监测。搭建监测数据平台,

实现数据的实时采集、传输与分析,通过大数据算法对风险隐患进行精准研判,建立分级预警机制,针对不同等级的预警信息,推送至相关管控人员,明确处置流程与时限,确保风险隐患及时处置。

4.2 强化运输环节全链条管控,提升安全运输水平

4.2.1 规范运输载体选型与维护,筑牢运输安全基础

根据危险化学品的危险特性,科学选型运输载体,确保运输设备的材质、密封性能、防爆装置等与危化品特性相适配,严禁使用不符合标准的运输设备。例如,运输腐蚀性危化品选用耐腐蚀材质的罐式车辆,运输易燃液体选用防爆型运输容器。建立运输载体全生命周期维护保养制度,定期对运输车辆、储罐、集装箱等设备进行检测、维修、校准,重点检查密封性能、阀门、应急设施等关键部位,及时排查并整改设备隐患,确保运输载体处于良好运行状态。同时,为运输载体配备齐全的应急处置装备,包括灭火器、堵漏器材、防护用品、应急吸附材料等,明确装备的存放位置与使用要求,定期检查装备的完好性,确保突发情况时能够正常使用。

4.2.2 优化运输流程管控,规范操作行为

构建危化品运输全流程管控体系,规范装载、运输、卸载等环节的操作流程,杜绝违规操作行为。装载环节,严格按照危化品装载规范进行操作,根据物料特性确定装载量,严禁超载、混装,确保物料装载牢固,采取防静电、防碰撞措施,避免物料在运输过程中晃动、摩擦引发风险;运输环节,严格执行既定的运输路线与运输时间,避开人员密集区、复杂路况区域与恶劣天气时段,严禁擅自变更路线、违规停留,安排专人负责运输过程的监控,及时掌握车辆状态与物料情况;在卸载环节,提前做好准备工作,明确卸载流程与防护要求,规范操作行为,避免野蛮卸载,卸载后及时清理运输载体,核查物料的完好性,确保无残留、无泄漏。

4.2.3 推进智能监控技术应用,提升运输管控效能

依托5G、物联网、区块链等先进技术,提升危化品运输的智能监控水平,实现运输过程的实时监控、精准管控与信息共享。为运输车辆配备智能终端,集成定位、温湿度监测、泄漏检测、速度监测等功能,实时采集运输过程中的关键数据,数据上传频率不低于1Hz,确保企业与监管部门能够实时掌握车辆状态与物料情况。应用区块链技术实现电子运单的实时共享与不可篡改,明确托运人、承运人、接收人的责任,提升运输信息的透明度。构建运输异常预警与应急联动机制,当监测到车辆偏离路线、物料泄漏、温度异常等情况时,系统自动触发预警,推送信息给相关人员,同时联动应急处置力量,及时启动处置流程,降低事故损失。

4.3 加强存储与运输环节衔接,构建协同防控体系

建立化工企业危化品存储与运输环节的协同管控机制,打破部门壁垒,实现信息共享、流程衔接、风险共防。搭建存储与

运输信息共享平台,存储部门及时将物料的危险特性、存储状态、装载规范、防护要求等信息传递给运输部门,运输部门将运输路线、车辆状态、预计抵达时间等信息反馈给存储部门,确保双方信息同步。规范物料转交交接流程,明确交接责任与流程,运输车辆抵达后,存储部门与运输部门共同核查物料的完好性、数量,确认无误后办理交接手续,避免因交接疏漏引发风险。建立存储与运输环节的风险协同排查机制,定期开展联合风险排查,针对转运过程中的薄弱环节,制定针对性的管控措施,消除管控盲区。

4.4 完善应急处置体系,提升应急响应能力

结合危化品存储与运输的风险特征,构建科学完善的应急处置体系,提升突发事故的应急响应与处置能力。制定针对性的应急处置预案,涵盖存储泄漏、运输泄漏、火灾爆炸等不同类型的突发事故,明确应急组织机构、处置流程、责任分工、物资保障等内容,确保预案具有可操作性。定期组织应急演练,模拟不同类型的突发事故,提升应急处置人员的操作技能与协同配合能力,检验预案的实用性与可行性,及时优化完善预案。加强应急物资储备,根据存储与运输环节的风险特点,储备充足的堵漏器材、灭火器、防护用品、应急吸附材料、医疗急救物资等,明确物资的存储位置、管理责任,定期检查物资的完好性与有效性,确保突发事故时能够及时调配使用。构建应急联动机制,加强与消防、环保、医疗等部门的协同配合,建立“1+N”应急联盟,实现应急资源共享、应急力量联动,提升突发事故的处置效率,降低事故造成的人员伤亡与财产损失。

5 结束语

当前,化工产业正朝着规模化、精细化、智能化方向发展,危险化学品的种类与流通量不断增加,存储与运输环节的安全管理面临新的挑战。未来,化工企业应持续强化技术创新,加大智能监控、大数据、区块链等先进技术的应用力度,推动危化品存储与运输安全管理向智能化、精细化、协同化方向发展;进一步优化存储与运输的流程管控,完善协同防控机制,消除管控盲区;不断完善应急处置体系,提升突发事故的应急响应与处置能力,切实防范化解重大安全风险。

【参考文献】

- [1]朱登银.危险化学品存储与运输中的安全管理优化策略研究[J].山东化工,2025,54(13):150-152.
- [2]王永哲.危险化学品全流程管控探究[J].中国石油和化工,2024,(10):57-59.
- [3]勇心怡,苗蕴慧.探析危险化学品物流运输风险隐患与安全管理措施[J].中国储运,2024,(11):204-205.

作者简介:

窦衍叶(1975--),女,汉族,山东潍坊人,博士,助理研究员。研究方向为化工安全。