

危险化学品储运的安全管理分析

童 剑（安徽新鸿药业有限公司，安徽 淮南 232089）

摘 要：文章阐述了危险化学品储运安全管理的专业特征，围绕储运企业管理的易燃易爆品、压缩气体、氧化剂、腐蚀品等多类危化品，剖析了安全管理实践路径，展现了危化品储运行业的发展趋势，以期对推动行业规范化管理具有指导作用。

关键词：危险化学品；储运；安全管理

危险化学品储运领域正在经历快速发展与转型升级。企业管理的危化品涵盖多个危险货物类别，储运过程体现了物料危险特性与外部环境的交互作用。科学的管理模式推动了行业持续健康发展，为区域经济运行提供了有力支撑。

1 危险化学品储运的特点

1.1 品种繁多，性质复杂

危险化学品储运过程体现复杂的物料属性。UN2 类压缩气体需要低温储存，物料温度控制直接影响储存安全性。UN3 类易燃液体在常温下产生可燃蒸气，气液两相并存。UN5 类氧化剂具有强氧化性，易引发化学链式反应。UN6 类有毒物质存在急性毒性，对人体健康构成威胁。UN8 类腐蚀品对金属、非金属材料均有腐蚀作用，对储运设备提出特殊要求。

1.2 储运量大，风险集中

危险化学品储运领域呈现规模化经营特征，储运企业建立区域性物流配送网络，服务于化工产业集群。企业储罐区配置大型储罐组，仓储区建成集约化存储基地，装卸区形成大规模装卸作业平台。一旦管理不善，容易引发重大事故。

1.3 环境敏感，影响广泛

危险化学品储运涉及多种类型的化学物质，这些物质具有挥发性、渗透性、扩散性等特点。液态危化品泄漏后会在土壤中形成污染物，污染物随着地下水流向扩散。气态危化品泄漏后在大气中形成污染带，污染物浓度呈梯度分布。固态危化品遇水会产生化学反应，生成二次污染物。环境监测数据显示，泄漏点周边土壤化学需氧量、重金属含量超标明显，地下水 pH 值、溶解氧等指标异常，大气中特征污染物浓度升高。

2 加强危险化学品储运安全管理的实践措施

2.1 完善安全管理制度

2.1.1 建立全面的安全管理体系

首先，危险化学品储运企业依据《危险化学品企

业安全风险评估导则》和 GB/T33000《企业安全生产标准化基本规范》构建安全管理体系。企业安全生产委员会制定《安全生产责任制》，总经理与分管副总、部门经理、车间主任层层签订安全责任书，把安全指标量化分解至岗位员工。其次，安全技术部门编制储运过程工艺安全规程。储罐区操作规程规定储罐液位高度不超过 85%，进料速率不超过 2m/s，进料温度与设计温度偏差不超过 5℃。装卸区作业标准明确危化品包装容器堆码高度限值，规定单个货垛占地面积不超过 100m²，垛与垛之间距离不小于 1m。运输车队安全规范要求运输车辆采用 GPS 定位系统进行实时监控，行驶速度不超过 80km/h。再次，企业工艺技术科室制定设备设施管理制度。要求检修人员每月对储罐壁厚、焊缝、法兰密封面进行检测，记录检验数据；机修班组每周检查装卸机械臂液压系统压力、传动轴承温度等运行参数；车辆维修人员定期检测槽罐车紧急切断阀、溢流阀、防雷罩等专用装置完好性。最后，应急管理办公室编制《生产安全事故应急救援预案》，细化储罐泄漏、火灾爆炸、交通事故等突发事件处置流程。

2.1.2 加强制度执行力度

首先，危险化学品储运企业安全监察处依据《危险化学品安全管理条例》制定制度执行督查制度。安全总监组织检验人员对储罐区关键设备开展专项检查，检验人员采用超声波探伤仪对储罐焊缝进行无损检测，检测精度达到 $\pm 0.1\text{mm}$ 。专业人员使用红外热像仪对储罐动静密封点进行泄漏检测，热像仪温度分辨率达到 0.02℃。其次，储罐区主管每 2h 巡查一次工艺设备运行状态。巡查人员采用便携式气体检测仪测量可燃气体浓度，数据自动上传至系统。安全员检查储罐液位计、压力变送器、温度传感器显示值，核实工艺参数处于安全范围内。技术人员对储罐安全阀、紧急切断阀、防爆阀等安全附件进行功能测试，记录

测试结果。第三,装卸区安全主管依据《危险化学品装卸作业安全规程》开展现场检查。质检人员对进出库危化品采用光谱仪进行成分分析,核实危化品等级标识。作业人员检查机械臂液压系统压力、传动轴承温度、防爆电机运转情况,填写设备运行记录表。安全员对作业人员劳动防护用品佩戴情况进行督查。最后,运输车队安全科室按照 JT/T198 标准执行车辆检查制度。车辆维修人员对槽罐车进行出车前检查,测试紧急切断装置动作时间、检查溢流阀开启压力、核实静电接地装置完好性。安全员检查车载北斗定位终端工作状态,查验危险货物运输证、押运证等资格证件有效期。

2.2 提升人员安全素质

2.2.1 加强安全教育培训

危险化学品储运企业人力资源部制定年度安全培训计划,组织从业人员开展分层分类培训。储罐区操作人员接受《储罐区安全操作规程》专项培训,学习储罐进料、卸料、清洗、气相平衡等工艺操作要点。装卸区作业人员参加《危险化学品分类及标识》培训课程,掌握 UN 编号查询、危险货物标签识别、包装容器检查等专业知识。槽罐车驾驶员参与《危险货物道路运输事故应急处置》实操演练,熟悉运输事故先期处置流程与应急救援方法。

2.2.2 建立激励机制

危险化学品储运企业构建科学化安全激励体系,对安全生产贡献突出的个人给予表彰奖励。储罐区主管人员对操作工进行日常安全行为观察,记录正确佩戴劳动防护用品、规范操作储罐阀门、及时填写运行记录等行为。装卸区班组长对作业人员开展安全检查评比,评估危化品分类存放、包装容器完整性检查、装卸机具维护保养等工作质量。运输车队调度长对驾驶员执行交接班制度、遵守行驶路线、车辆日常保养等情况进行打分。企业安全委员会依据考核得分,评选月度安全标兵、季度安全能手、年度安全之星,并给予职级晋升与薪酬奖励。

2.3 更新设备设施

2.3.1 投入资金更新设备

首先,储罐区技术团队选用环氧树脂防腐储罐代替原有碳钢储罐。新型储罐采用双层罐壁结构,内层为 316L 不锈钢,外层为 Q345R 碳钢,罐体内壁涂覆改性环氧树脂防腐涂层,涂层厚度 300 μm 。储罐设计压力 4.0MPa,设计温度 -20°C 至 120°C ,具备良好

的耐酸碱性能与耐腐蚀性能。其次,工程部门对储罐区管道系统实施全面改造,选用双相不锈钢管材替换原有碳钢管道。新型管道公称压力等级 PN25,壁厚 8mm,设计使用寿命 25 年。管道系统配备激光泄漏检测装置,检测精度达到 1ppm,对管道泄漏点进行实时监测。再次,装卸区设备部引进机械臂自动装卸系统,该系统采用 6 轴机器人结构,负载能力 500 公斤,重复定位精度 $\pm 0.1\text{mm}$ 。机械臂配备西门子 S7-1500 系列 PLC 控制器,集成机器视觉系统,能自动识别危化品包装容器类型,执行精准装卸作业。最后,企业电气工程团队安装防爆型配电柜,配电柜防护等级 IP65,具备过载保护、短路保护、接地保护等多重安全功能。配电系统采用双电源切换装置,备用电源启动时间小于 0.5 秒,保障储运设备持续稳定运行。

2.3.2 采用先进技术

首先,企业在储罐区安装西门子 S7-1500 系列可编程逻辑控制器,该控制器具备 128 个模拟量输入通道,采集储罐温度、压力、液位等工艺参数。控制器把采集的数据传输至 ExperionPKS 过程控制系统,系统刷新周期为 100 毫秒,满足危化品储运过程的实时监控要求。其次,储罐区配置 80GHz 雷达液位计,该设备测量精度达到 $\pm 0.5\text{mm}$,液位数据直接接入 DCS 系统。每个储罐安装 4 台 MSA Ultima X5000 气体探测器,探测器灵敏度达到 1ppm,对易燃易爆气体浓度进行全方位监测。储罐控制室设置工业级液晶显示器,操作人员可在三维虚拟界面中查看储罐运行状态,并能远程启停进料泵、调节出料阀开度。第三,仓储区域采用固定式 RFID 读写器,读取范围覆盖 6m,对进出库危化品包装容器进行自动识别。系统把危化品名称、UN 编号、CAS 号、包装规格等信息记录至数据库。危化品装卸区配置防爆型高清摄像机,分辨率达到 400 万像素,对作业人员操作规范性进行智能分析。第四,运输车队选用不锈钢槽罐车,罐体材质为 316L,壁厚 8mm,具备良好的抗腐蚀性能。车辆安装胎压监测系统,该系统测量精度为 $\pm 0.1\text{bar}$,当胎压异常时向驾驶室发出语音报警。车载北斗定位终端每 30 秒向监控平台发送一次位置数据,定位精度优于 10m。最后,企业数据中心部署华为 Atlas 900 计算集群,该设备具备 256 个昇腾 910 处理器,对储运过程产生的监测数据进行实时分析。系统采用深度学习算法构建安全风险预测模型,预测准确率达到 95% 以上。各类传感器数据经千兆工业以太网传输至云端数据库,

数据存储容量达到 100TB, 支撑企业开展设备预测性维护。

2.4 加强安全监管

2.4.1 加大监管力度

首先, 地方各级安全生产监督管理部门针对危险化学品储运企业制定分级分类监督检查制度。监管部门依据《危险化学品安全管理条例》和《危险货物道路运输安全管理办法》, 对储运企业开展全链条监督检查。执法人员每月对重点监管企业进行至少一次现场检查, 对一般监管企业每季度开展一次例行检查。其次, 安全监察人员会同消防、环保等部门深入危险化学品仓储区域, 检查储存场所建筑结构的防火间距、防雷防静电设施、通风系统、消防灭火系统等安全防护设施。监管人员重点核查危险化学品储罐区安全阀、压力表、液位计等关键安全附件的检验检测状况, 检查可燃气体报警装置、紧急切断装置等自动化控制系统的运行情况。执法组调取危险化学品出入库台账, 查验储存物品种类、数量是否超出许可范围。再次, 道路运输管理机构着重检查危险化学品运输车辆的技术状况。车辆检验人员对罐体强度、密封性能、紧急切断阀、溢流阀等专用装置进行检测, 核实车载定位终端、视频监控设备的工作状态。运输企业安全管理人员定期检查驾驶员、押运员的从业资格证书有效期, 审核运输线路设计的合理性, 落实恶劣天气禁限行要求。第四, 各级监管部门对检查中发现的安全隐患建立问题清单和整改台账。执法人员下达整改指令, 明确整改期限和整改要求, 责令企业制定整改实施方案。督查组定期复查隐患整改情况, 对整改不到位的企业依法采取停产整顿等强制措施。监管机构对重大违法违规行立案查处, 把处罚决定记入企业信用档案。最后, 执法部门每季度召开安全生产形势分析会, 通报典型执法案例, 剖析事故致因, 研究完善监管措施。监管机构组织开展安全生产专项整治行动, 联合多部门对重点区域、重点企业、重点环节开展集中整治。督查部门对整治工作开展“回头看”, 防止问题反弹, 督促企业建立长效管理机制。

2.4.2 建立信息共享机制

首先, 省级危险化学品储运管理部门主导建立区域性危化品信息管理系统, 包含储运企业基础数据库、运输车辆监控数据库和应急处置信息库三大核心模块。储运企业在系统中录入危险化学品理化性质参数、包装规格数据、装卸作业规程、应急处置方案等

关键信息。运输车辆安装北斗卫星定位终端, 每隔 30 分钟向系统自动上传车辆位置、车速、温度、压力等运行状态数据。各地应急管理部门定期录入区域内重大危险源分布、应急救援队伍部署、应急物资储备等管理信息。其次, 交通运输部门依托该系统对危化品运输车辆行驶路线、停靠点位置、驾驶员从业资质进行全程监控。公安部门调取系统数据, 对危化品运输车辆通行证件、押运人员资质证书进行动态核查。环保部门结合系统提供的危化品种类和数量信息, 制定区域环境风险防范对策。储运企业间建立横向联动机制, 定期组织安全生产经验交流会, 分享事故案例分析报告和隐患排查方法。最后, 各级应急管理部门利用该系统构建危化品储运事故预警预报机制。系统自动分析车辆运行轨迹数据, 当发现车辆偏离预设路线或者超速行驶时, 立即向企业安全管理人员发送预警信息。系统对接气象部门数据接口, 当运输线路遭遇恶劣天气时, 向车辆驾驶员推送路况信息和安全提示。区域应急指挥中心依托系统快速调派应急救援力量, 第一时间组织事故处置和人员疏散。上述多层次、全方位的信息共享机制为危险化学品储运安全管理奠定坚实基础。

3 结语

危险化学品储运行业积累了丰富的实践经验。储运企业配备了专业的技术装备, 打造了信息化管理平台。企业员工系统掌握危化品储运知识, 具备过硬的操作技能。行业监管部门建立了科学的管理标准, 推进了企业规范化运营。危险化学品储运行业的安全管理水平显著提高, 为区域经济发展奠定了坚实基础。

参考文献:

- [1] 王灿发, 王哲. 论我国危险化学品环境安全管理制度的健全与完善 [J]. 北京化工大学学报 (社会科学版), 2023(4):9-22.
- [2] 王泽宇. 危险化学品安全生产主体责任监管问题及优化路径 [D]. 山东大学, 2023.
- [3] 刘隆. 基于双重预防机制的危化品安全管理对策 [J]. 化纤与纺织技术, 2024, 53(2):73-75.
- [4] 李建明. 化工危化品储存安全管理与事故应急管理 [J]. 化工管理, 2024:108-110.

作者简介:

童剑 (1988.2-) 男, 汉, 湖北咸宁人, 本科, 中级注册安全工程师, 研究方向: 危险化学品安全, 精细化工。