

化工危化品仓储储运风险研判及应急处置路径研究

王呈东 李思腾 王广明

中化鲁西催化剂有限公司

DOI:10.32629/jsse.v4i4.21717

[摘要] 针对化工危化品仓储储运风险,本文从风险辨识与研判、应急处置路径及协同优化三方面展开分析。首先在辨识仓储、装卸、运输及公用工程危险源基础上,分析风险耦合与多米诺效应,构建评估指标与等级划分方法,形成动态预警与研判结论输出。然后在应急处置方面,建立分级响应与指挥体系,明确典型事故处置要点,完善资源调度、跨区域联动及终止恢复程序。最后提出风险等级与响应层级匹配、预警信息向处置指令转化、应急预案优化和演练评估等协同策略,以提升风险管控与应急效能。

[关键词] 仓储储运; 风险研判; 应急处置; 协同优化

中图分类号: F253.4 **文献标识码:** A

Research on Risk Assessment and Emergency Response Pathways for Hazardous Chemicals Storage and Transportation

Chengdong Wang Siteng Li Guangming Wang

Zhonghua Luxi Catalyst Co., Ltd.

[Abstract] This paper analyzes the risks of hazardous chemicals storage and transportation from three aspects: risk identification and assessment, emergency response pathways, and collaborative optimization. Firstly, based on the identification of hazardous sources in storage, loading and unloading, transportation, and utility engineering, the coupling of risks and the domino effect are analyzed, and evaluation indicators and classification methods are constructed to form dynamic early warning and assessment conclusions. Then, in terms of emergency response, a hierarchical response and command system is established, key points of typical accident handling are clarified, and resource scheduling, cross-regional collaboration, and termination and recovery procedures are improved. Finally, collaborative strategies such as matching risk levels with response levels, converting early warning information into response instructions, optimizing emergency plans, and evaluating emergency drills are proposed to enhance risk control and emergency efficiency.

[Key words] Storage and transportation; Risk assessment; Emergency response; Collaborative optimization

引言

化工危化品仓储和储运环节存在的危险源比较集中,事故具有连锁性较强、后果较严重等特点。当前,风险研判和应急处置之间仍存在衔接不顺畅、响应滞后等问题,制约了安全管理的效能。本研究将仓储环节、装卸环节、运输环节以及公用工程环节作为对象,开展危险源辨识及风险耦合分析,建立评估分级及动态预警机制,并系统地提出应急处置路径。在此基础上,探讨风险研判与应急响应的协同优化方法,为提升化工危化品储运的安全水平提供支撑。

1 化工危化品仓储储运风险辨识与研判

1.1 化工危化品储运系统危险源辨识与多米诺效应分析

化工危化品储运系统的危险源广泛分布于仓储、装卸、运输及公用工程四个关键环节。仓储环节的风险主要体现在物料

自身的不稳定性以及包装因老化或外力作用发生破损;装卸作业中,设备操作不当或吊具失效易导致容器碰撞、跌落;运输过程中则涉及车辆罐体自身缺陷、行驶安全及外部环境干扰;公用工程方面,供电、供水及消防系统的突发故障同样会直接诱发事故。上述各环节的风险并非孤立存在,而是通过多种物理途径相互耦合,初始事故释放的热辐射、爆炸冲击波、高速碎片及有毒有害介质的扩散,均可能破坏邻近设备或容器的结构完整性,进而引发二次事故,形成典型的多米诺效应。因此,危险源辨识不应局限于单一环节的静态罗列,而应系统分析各风险源之间的耦合关系,并结合防护屏障的实际有效性,识别出系统中的关键设备与高风险单元,为后续风险分级和应急决策提供可靠依据。

1.2 风险评估指标选取与等级划分方法

在风险辨识和耦合分析基础上,风险评估需选取反映仓储、装卸、运输及公用工程各环节状态的指标,主要包括危险物质数量与性质、工艺操作条件、设备设施完好程度、安全防护屏障有效程度、环境敏感程度及历史事故概率等。指标的选取应该兼顾可以获取的特性和具有代表性的特性,避免因为指标存在冗余或者相互重叠而影响到判断。等级划分适宜采用定性和定量相结合的方法,比如风险矩阵法、作业条件危险性评价法以及事故后果模拟等,将风险值对应到重大、较大、一般和低风险这四个等级。等级标准的确定需要结合危化品储运的特点,明确各个等级所对应的管控要求和响应的层级,让风险研判的结果能够直接服务于分级监管和应急处置的准备工作^[1]。

1.3 动态预警机制与风险研判结论输出

动态预警机制是以风险等级的划分为基础,依托储运环节中温度、压力、液位、气体浓度以及视频监控等这些在线监测的数据,设置分级预警的阈值。当运行参数偏离正常范围或接近事故临界条件时,系统依据偏离程度自动发布预警信息,并结合人工复核来确认风险态势。风险研判结论的输出需要整合危险源的辨识、耦合效应的分析以及定量评估的结果,形成包含主要风险单元、潜在事故类型、可能影响的范围以及管控重点的研判报告^[2]。该结论直接面向应急决策,为响应层级确定、资源预置和现场处置提供依据,避免因信息分散或研判滞后导致响应不当。

2 化工危化品仓储储运应急处置路径

2.1 应急指挥体系与分级响应机制

化工危险化学品仓储储运的应急处置能否有效,首先取决于应急指挥体系是否合理、响应分级是否科学。应急指挥体系应明确企业、园区、属地政府等不同层级在事故处置中的指挥关系和职责边界,建立统一的信息接报、会商研判及指令下达渠道。分级响应的机制需要以风险等级以及事故后果作为基础,设定出相应的启动条件以及资源调集的标准,让小规模的故事由企业自己来进行处置,较大以及更大的事故要逐级提升指挥的层级还有增援的强度。通过让指挥权限和响应级别相互匹配,能够避免多头指挥和响应出现滞后的情况,保障储运事故初期的控制以及后续处置的连续性^[3]。

2.2 火灾、泄漏、爆炸及中毒窒息事故处置要点

化工危险化学品仓储储运的事故类型不一样,处置的要点应有所区分。火灾处置应以切断物料来源、隔离未燃烧的危险品及冷却受热容器为重点,避免盲目强攻造成复燃或爆炸;泄漏处置应优先采取关闭阀门、堵漏、转移罐体等措施控制泄漏源头,同时设置围堰或收集设施防止扩散;爆炸处置必须首先确认现场是否存在二次爆炸条件,划定安全警戒区域,搜救与灭火行动应在排除爆炸风险后再展开;中毒窒息处置则需强化个体防护和现场检测,迅速判断有毒气体种类及浓度,采取通风稀释和人员急救措施^[4]。上述处置要点均应与风险研判结论相衔接,防止措施不当引发次生灾害。

2.3 应急资源调度与跨区域联动保障

应急资源的调度应该以事故类型、风险等级以及现场的需求作为依据,合理地配置灭火、堵漏、防化、洗消以及医疗救护等专业的力量和物资装备。跨区域联动的保障需要依托区域应急协作的机制,明确邻近地区能够调用的应急资源的种类、数量以及到达的时限,建立统一的信息报送和资源请求的渠道,避免多头申报和重复调集。调度过程中,应结合危险品特性和道路通行条件,保障运输安全和时效,同时优先安排关键处置资源^[5]。通过跨区域资源互补和快速增援,可弥补单一区域处置能力的不足,提高事故应对的整体效能。

2.4 应急处置终止、污染控制与现场恢复

应急处置的终止应该在事故源得到有效控制、危险物质已经被隔离或者消除、现场以及周边环境监测指标稳定达到标准之后,由现场指挥部按照程序来进行确认。污染的控制需针对危化品泄漏、火灾爆炸次生污染物以及消防废水等,采取围堵、收集、吸附、中和、覆盖等措施,防止污染物扩散到土壤、水体和大气当中。对已经受到污染的区域应该开展检测评估,明确污染的范围和程度,并且实施必要的修复或者隔离。现场恢复的阶段需要对储运设施进行安全检测、清洗置换以及功能验证,妥善地处置受到污染的废弃物,经综合评估满足安全条件之后,才可以逐步恢复正常储运作业。整个终止和恢复的过程应该形成记录,作为后续风险研判和应急管理改进的依据^[6]。

3 风险研判与应急处置的协同优化

3.1 风险等级与应急响应层级的匹配关系

应建立风险等级与应急响应层级的对应关系,使风险研判直接转化为响应决策。重大风险由属地政府统一指挥,较大风险由园区或企业联合处置,一般风险以企业自主处置为主,低风险以现场监控为主。响应层级须随事故态势动态调整:事态恶化或发生次生灾害时及时升级,风险受控后按程序降级。风险与响应相匹配,可避免响应不足导致事故扩大,也可防止过度响应造成资源闲置和指挥混乱^[7]。

3.2 预警信息向处置指令的转化路径

预警信息向处置指令转化,是衔接风险研判与应急行动的关键环节。预警信息一般会包含风险的类型、等级、可能会产生影响的范围以及建议采取的措施,但若仅停留在提示层面,则难以直接指导现场处置。因此,需建立标准化信息转化流程:预警触发后,应急值班人员或系统依据预警等级和事故类型,匹配预设的响应级别和处置方案,将预警内容转变为明确的行动指令,例如启动具体预案、调动指定资源、划定警戒区域、实施关闭阀门切断物料或人员疏散等操作^[8]。转化过程中,应明确指令下达主体、接收对象、执行要求和反馈时限,避免信息衰减或误读。同时,应对转化过程进行记录和校验,确保预警结论与处置行动形成闭环,提高应急响应的及时性和准确性^[9]。

3.3 基于事故情景构建的应急预案优化

基于事故情景构建来对应急预案进行优化,应把风险辨识和研判所得到的结论转变成具体的、可以操作的情景设定。事故情景需要涵盖火灾、泄漏、爆炸、中毒窒息等主要的类型,

并且要考虑储运系统耦合风险可能会引发的连锁反应后果。通过设定事故的规模、发展的时序以及影响的范围,来检验现有的预案在指挥权限、处置流程、资源调用以及部门协同等方面的适应性。针对情景推演中暴露的响应环节缺失、力量配置不足或指令传递不畅等问题,对预案进行针对性修订,补充情景处置要点,明确岗位职责和资源清单。预案优化应与动态风险研判相互衔接,根据风险的变化定期对情景库进行调整,使预案保持针对性和可操作性。

3.4 应急演练实施与评估反馈机制

应急演练是检验风险研判与应急处置协同效果的重要方式。演练实施时,应依据风险研判结论和储运事故情景,合理设置仓储、装卸、运输及公用工程等环节的演练科目,明确参演单位、所需资源和演练目标^[10]。可采用桌面推演与实战演练相结合的形式,重点检验预警信息转化、指挥协同、资源调度及现场处置等环节的衔接情况。评估反馈机制需要围绕响应所花费的时间、处置的程序、资源是否到位以及协调配合等指标来展开,要对演练的过程进行记录并作出评价。对演练暴露的问题应形成整改清单,及时反馈至风险研判环节和应急预案修订环节,从而形成持续改进的闭环。通过定期开展演练评估,可提升应急准备的针对性以及处置流程的有效性。

4 结论

综上所述,本研究围绕化工危化品仓储储运风险研判及应急处置路径,形成以下认识:仓储环节、装卸环节、运输环节以及公用工程环节的危险源相互交织在一起,储运系统存在风险耦合以及多米诺效应,需从整体视角进行辨识和评估。通过构建风险评估指标以及等级划分方法,并且依靠动态预警机制输出风险研判结论,能够为应急决策提供依据。在应急处置方面,应该建立分级响应以及统一的指挥体系,结合火灾、泄漏、爆炸以及中毒窒息等典型事故的特点采取有针对性的措施,同时完善

资源调度、跨区域联动以及终止恢复的程序。在此基础上,风险等级和响应层级相匹配、预警信息向处置指令转化、事故情景预案优化以及演练评估反馈,属于提升风险研判和应急处置协同效能的关键路径。上述这些内容能够为化工危化品储运安全管理提供参考。

[参考文献]

- [1] 贺梓峰.基于多源风险控制的城市危化品储运系统选址——路径问题研究[J].广东工业大学,2022,1(3):11-45.
- [2] 陈启德.打造危化品储运标杆企业——上海北芳储运集团构建平安物流纪实[J].上海化工,2023,2(8):22-65.
- [3] 马千里.面向危化品储运企业的多米诺效应风险评估模型构建研究[J].天津工业大学,2024,4(3):20-25.
- [4] 彭振峰.液态危化品智能储运管理系统研究[J].南京航空航天大学,2024,8(4):34-77.
- [5] 王强,李敏.基于模糊综合评价的危化品仓储风险等级划分研究[J].中国安全科学学报,2024,34(3):150-156.
- [6] 张华,刘洋.化工园区多米诺效应事故链阻断策略分析[J].安全与环境学报,2023,23(6):210-217.
- [7] 陈杰,赵娜.危化品储运过程动态预警与应急联动系统设计[J].化工自动化及仪表,2022,49(4):12-18.
- [8] 刘峰,王丽.基于情景构建的危化品泄漏应急处置方案优化[J].消防科学与技术,2024,43(2):245-250.
- [9] 赵亮,孙梅.跨区域危化品事故应急资源调度模型研究[J].中国安全生产科学技术,2023,19(5):78-84.
- [10] 周伟,吴芳.危化品储运安全风险评估与协同管控实践[J].化工管理,2024(8):66-70.

作者简介:

王呈东(1992--),男,汉族,山东省聊城市东昌府区许营乡后王村人,大学本科(函授),工作领域:化工方向。