

化工厂危化品装卸作业风险辨识与防控研究

袁福江 (浙江道宇安环科技有限公司, 浙江 杭州 310022)

摘要: 化工厂危化品装卸作业是生产运输关键环节, 兼具高风险与高复杂性, 易因操作、设备、管理等问题引发泄漏、爆炸等事故。本文从人、机、环、管四维度开展风险辨识, 分析典型事故成因, 并结合技术与管理手段提出针对性防控措施, 同时探讨智慧化防控技术的应用前景, 为化工企业装卸作业安全管理提供实践参考。

关键词: 化工厂; 危化品装卸; 风险辨识; 防控措施; 安全管理

中图分类号: TQ086.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2026) 011-0133-03

Risk Identification and Prevention Research in Hazardous Chemical Loading and Unloading Operations in Chemical Plants

Yuan Fujiang (Zhejiang Dao Yu An Technology Co., Ltd., Hangzhou Zhejiang 310022, China)

Abstract: Loading and unloading operations of hazardous chemicals in chemical plants are critical links in production and transportation, characterized by high risk and complexity, and are prone to accidents such as leaks and explosions due to issues in operation, equipment, and management. This paper conducts risk identification from the four dimensions of human, machinery, environment, and management, analyzes the causes of typical accidents, and proposes targeted prevention and control measures combining technical and managerial approaches. It also explores the application prospects of intelligent prevention and control technologies, providing practical references for safety management in loading and unloading operations in chemical enterprises.

Keywords: chemical plants; hazardous chemical loading and unloading; risk identification; prevention and control measures; safety management

化工行业作为国民经济支柱产业, 其生产环节涉及大量易燃、易爆、有毒、腐蚀性危险化学品, 装卸作业作为危化品流转的核心节点, 连接着生产、仓储与运输全链条。该作业过程涉及多种设备、不同介质及多岗位协同, 一旦出现疏漏, 极易引发泄漏、火灾、爆炸或有毒物质扩散等安全事故, 造成人员伤亡、财产损失及环境污染。近年来, 国内多地化工企业相继发生危化品装卸作业安全事故, 暴露出当前部分企业在风险辨识、防控措施等方面的短板。

本文系统开展危化品装卸作业风险辨识, 从技术、管理、人员等方面提出防控策略, 并对智慧化防控技术进行了展望, 力争从源头遏制安全事故的发生。

1 化工厂危化品装卸作业风险辨识

风险辨识是防控工作的基础, 本文基于人、机(设备)、环、管四要素进行分析, 识别各环节潜在安全风险。

1.1 人的因素风险

人的不安全行为是引发装卸作业事故的首要因素, 主要体现在作业人员与管理层两个层面:

①作业人员操作不规范: 未严格执行操作规程, 如装卸臂/软管连接未紧固、未进行密闭性测试即开始输送介质、违规超流速装卸、作业过程中擅自离岗; 未按要求佩戴个人防护用品; 对危化品特性不熟悉, 违规混装、

错装不同性质介质, 引发化学反应。②人员专业能力不足: 新员工未经过系统的安全培训与实操考核即上岗作业; 作业人员对突发情况处置能力欠缺, 发生泄漏后未采取正确的应急措施, 导致事故扩大。③管理人员监管不到位: 现场监护人员未履行监护职责, 对违规操作未及时制止; 管理人员未定期开展现场安全检查, 未能及时发现作业过程中的安全隐患。

1.2 设备的因素风险

装卸作业依赖专用设备与设施, 设备的设计、安装、维护及使用不当均会引发安全风险, 核心设备风险涵盖装卸设备、运输载体、辅助设备三大类:

①装卸核心设备故障: 装卸臂、金属软管老化、腐蚀、开裂导致介质泄漏; 紧急切断阀、止回阀等安全附件失灵, 无法在突发情况下及时切断介质输送; 流量计、压力表、液位计等监测仪表失准, 导致作业参数失控(如超压、超液位)。②运输载体存在隐患: 罐车、储罐未按要求定期检测, 存在腐蚀、渗漏问题; 运输载体的紧急切断装置、防火帽等安全设施缺失或失效; 罐车接地装置不合格, 无法有效导除静电。③辅助设备配置不足: 装卸区域未配备完善的泄漏收集装置、消防器材及洗消设施; 静电接地报警装置、可燃/有毒气体检测报警装置未按要求安装或失效, 无法实现实时监测与预警。

1.3 环境的因素风险

作业环境的自然条件与现场布局会直接影响装卸作业安全，潜在环境风险主要包括：

①自然环境影响：雷雨、高温、低温等极端天气，如雷雨天气易引发雷击与静电积聚，高温环境会导致易燃易爆介质挥发加快、储罐压力升高，低温环境易造成设备冻裂、密封件失效。②作业现场布局不合理：装卸栈台与明火区域、办公区域安全距离不足；装卸区域通道狭窄，应急救援车辆无法顺利通行；多个装卸位同时作业时，未设置有效的隔离措施，易引发交叉影响。③现场环境存在危险源：作业区域内存在明火、电气火花、非防爆设备等点火源；作业现场通风不良，导致有毒、可燃气体积聚。

1.4 管理的因素风险

安全管理体系的不完善是装卸作业风险防控的根本短板，主要体现在制度、培训、应急、考核等方面：

①管理制度不健全：未制定针对性的危化品装卸作业安全管理制度与操作规程，或制度内容过于宽泛，未明确各岗位职责与操作细节；未建立完善的设备维护保养、检查验收制度，设备“带病运行”现象突出。②培训与考核体系缺失：未建立常态化的安全培训机制，培训内容与实际作业脱节；未对作业人员进行定期的实操考核与安全知识测试，培训效果无法保障。③应急管理体系不完善：未制定针对性的装卸作业突发事件应急预案，或预案内容缺乏可操作性；未定期组织应急演练，作业人员应急处置能力不足；应急器材配备不足、过期失效，无法满足应急处置需求。④现场管理与考核不到位：未建立作业现场全过程监管机制，对作业流程的管控流于形式；未将装卸作业安全纳入绩效考核，企业与作业人员安全意识淡薄，存在重生产、轻安全的现象。

1.5 典型事故风险分析

临沂XX石化“6·5”罐车泄漏重大爆炸着火事故。该事故因罐车卸车作业时液化石油气泄漏，遇点火源引发爆炸，造成重大人员伤亡与财产损失，其核心成因涵盖操作不规范、设备隐患、管理缺失等多重因素：作业人员未按要求检查设备密闭性，导致介质泄漏；现场可燃气体检测报警装置失效，未能及时发现泄漏；企业安全管理制度不健全，现场监护不到位，泄漏后应急处置不当，最终导致事故扩大。此类事故充分表明，危化品装卸作业风险具有叠加性、连锁性，单一环节的疏漏均可能引发系统性安全事故。

2 化工厂危化品装卸作业风险防控措施

针对上述风险与问题，本文从技术防控、管理防控、人员防控三个维度提出针对性的防控措施，构建

风险防控体系。

2.1 技术防控措施：提升本质安全水平

技术防控是实现装卸作业本质安全的核心，通过采用先进的设备、设施与技术，从源头消除或降低安全风险，核心措施包括：①优化装卸设备与安全附件配置：推广使用密闭式装卸臂替代传统金属软管，减少介质泄漏点；装卸设备必须配备合格的紧急切断阀、止回阀、安全阀等安全附件，且所有安全附件需定期校验，确保灵敏可靠；按规范安装静电接地报警装置，实现接地电阻实时监测，未有效接地时禁止启动作业。②完善现场监测与预警系统：在装卸区域全覆盖安装可燃/有毒气体检测报警装置、温度/压力/液位监测仪表，所有监测数据实时传输至中控室，实现超标自动报警；针对高温、雷雨等极端天气，安装气象监测设备，及时发布天气预警，必要时停止作业。③强化作业现场环境防控：装卸区域地面采用防渗、防腐、防静电材料铺设，并设置围堰、集液池等泄漏收集装置，防止介质泄漏后扩散；合理规划作业现场布局，保障装卸栈台与点火源、敏感区域的安全距离，设置物理隔离设施，实现多岗位作业互不干扰；完善现场通风系统，确保有毒、可燃气体及时扩散，同时配备完善的消防器材、洗消设施与应急救援器材。④推广应用智慧化防控技术：构建危化品装卸作业智慧监管平台，整合作业人员、设备、环境、介质等全要素数据，实现作业流程的数字化管控；采用视频监控+AI智能分析技术，对作业人员违规操作、设备异常状态进行实时识别与预警；推广使用物联网技术，实现设备运行状态、维护保养记录的智能化管理，及时发现设备隐患并推送整改提醒。

2.2 管理防控措施：构建规范化管理体系

通过建立健全制度、强化现场管理、完善应急体系，实现装卸作业的全过程、精细化管理：①健全安全管理制度与操作规程：结合企业实际，制定针对性的《危化品装卸作业安全管理制度》《危化品装卸作业操作规程》，明确各岗位职责、作业流程、操作细节及安全要求；针对不同种类危化品，制定专项装卸作业方案，明确介质相容性要求，严禁混装、错装；建立设备采购、安装、验收、维护、保养、报废全生命周期管理制度，定期开展设备检查与校验，建立设备管理台账。②强化作业现场全过程监管：严格执行作业许可制度，装卸作业前必须办理作业许可证，经现场安全条件确认、交底后方可开展作业；实行现场专人监护制度，监护人员需具备相应的专业能力，全程监督作业过程，及时制止违规操作，发现隐患立即停工整改；建立作业现场巡检制度，管理人员定期开

展现场安全检查,对作业流程、设备状态、环境条件进行全面排查,建立隐患排查治理台账,实行闭环管理。③完善应急管理体系:制定针对性的《危化品装卸作业突发事件应急预案》,明确泄漏、火灾、爆炸等不同事故的应急处置流程、责任分工及应急措施,预案内容需结合现场实际,具备可操作性;定期组织应急演练,演练内容涵盖设备泄漏处置、火灾扑救、人员疏散、洗消处理等,提升作业人员与管理干部的应急处置能力;加强应急器材与物资管理,定期检查、维护、更新,确保应急器材完好有效,同时建立应急物资储备台账。④建立健全考核与追责机制:将危化品装卸作业安全纳入企业安全生产绩效考核体系,明确考核指标与奖惩措施,对严格执行操作规程、及时发现隐患的人员给予奖励,对违规操作、管理失职的人员进行严肃处罚;建立安全事故追责机制,一旦发生装卸作业安全事故,严格按照“四不放过”原则,查明事故原因、追究相关责任,同时制定整改措施,防止事故重复发生。

2.3 人员防控措施:提升安全意识与专业能力

人的因素是防控工作的关键,通过强化安全培训、完善考核机制,提升作业人员与管理干部的安全意识、专业能力与责任意识:

①开展系统化安全培训:建立常态化的安全培训机制,针对作业人员与管理干部开展分层分类培训,培训内容涵盖危化品特性、装卸作业操作规程、设备使用与维护、风险辨识、应急处置、个人防护用品使用等;培训方式注重理论与实操相结合,通过现场教学、案例分析、实操演练等方式,提升培训效果;新员工必须经过三级安全教育、专项培训及实操考核,考核合格后方可上岗作业。

②强化实操考核与技能比武:定期对作业人员进行实操考核,考核内容涵盖装卸设备操作、密闭性测试、应急处置等,考核不合格者暂停上岗,经复训考核合格后方可恢复作业;组织开展装卸作业技能比武活动,以赛促学、以赛促练,提升作业人员的实操技能与应急处置能力。

③提升全员安全意识:通过悬挂安全标语、张贴警示标识、开展安全知识竞赛、事故案例警示教育等方式,营造浓厚的安全生产氛围,提升全员安全意识;树立“安全第一、生命至上”的理念,摒弃重生产、轻安全的错误思想,让作业人员自觉遵守操作规程,杜绝违规操作。

3 智慧化防控技术发展前景

随着工业4.0与数字化转型的深入推进,智慧化技术在化工行业安全生产中的应用日益广泛,未来核

心发展趋势包括:

①全流程数字化管控:构建一体化智慧监管平台,实现装卸作业从作业申请、资质核验、现场交底、作业实施到作业收尾的全流程数字化审批与管控。

②AI智能风险预警与处置:结合大数据、人工智能技术,对装卸作业过程中的人员操作、设备状态、环境数据、介质参数进行实时分析,构建风险预警模型,实现对潜在风险的提前预判与自动报警;针对简单的设备异常与泄漏问题,实现智能联动处置,如自动启动紧急切断阀、消防系统等。

③无人化装卸作业:推广使用机器人、自动化装卸设备,实现危化品装卸作业的无人化操作,从根本上消除人员操作带来的安全风险。

4 结束语

化工厂危化品装卸作业安全是化工行业安全生产的重中之重,人的不安全行为、设备缺陷、雷雨极端天气、管理缺陷等均会引发安全风险,防控工作涉及技术、管理、人员等多个层面,是一项系统工程,需从本质安全出发,通过优化设备配置、完善管理体系、强化人员培训、推广智慧化技术,构建全流程、全方位的风险防控体系。

未来,随着化工行业安全生产要求的不断提高与数字化技术的快速发展,智慧化防控将成为危化品装卸作业安全管理的核心方向。化工企业应树立创新理念,加大技术投入,积极推广应用先进的智能化设备与管理平台,实现装卸作业风险的精准辨识、提前预警与高效处置,从源头遏制事故的发生,推动化工行业实现安全、绿色、高质量发展。

参考文献:

- [1] 李敏,朱柏坚,湛庭苇,等.近20年重特大化工生产事故统计分析[J].中国安全科学学报,2024,34(11):43-50.
- [2] AQ/T 3034-2010.化工企业工艺安全管理实施导则[S].北京:国家安全生产监督管理总局,2010.
- [3] 天津港“8·12”特别重大火灾爆炸事故调查报告公布[J].消防界(电子版),2016(02):35-40.
- [4] 张庆.危险化学品装卸、运输事故的反思和对策措施[J].化工安全与环境,2022,35(38):12-13.
- [5] 邓永全.危化品罐车装卸过程的安全风险及控制措施[J].化工管理,2020(11):84-85.
- [6] 宋会会.化学品装卸车事故分析及预防措施[J].安全、健康和环境,2021,21(12):7-9.

作者简介:

袁福江(1972-),男,汉族,四川乐山人,本科,注册安全工程师、一级安全评价师,研究方向:安全生产与安全管理。