

铁路运输中化工危险品装卸安全管理体系研究

申瑞艳

山西焦化股份有限公司 山西 临汾 041600

摘要：危化品具有易燃、易爆、有毒、腐蚀等特性，其在铁路运输过程中的装卸环节风险尤为突出，一旦发生事故，极易造成人员伤亡、环境污染和重大经济损失。本文聚焦于铁路运输中危化品装卸作业的安全管理问题，系统分析当前装卸环节存在的主要风险因素与管理短板，结合国内外先进经验与相关法规标准，构建一套科学、系统、可操作的危化品铁路装卸安全管理体系。该体系以风险预控为核心，涵盖制度建设、人员培训、设备设施、作业流程、应急响应及信息化支撑等多个维度，旨在提升我国铁路危化品装卸作业的本质安全水平，为行业安全监管与企业实践提供理论参考与实践指导。

关键词：铁路运输；化工危险品；装卸作业；安全管理；风险防控；体系构建

引言

化工危险品是现代工业体系的重要基础原料，广泛应用于能源、医药、农业、材料等多个领域。据统计，我国每年通过铁路运输的危化品总量超过2亿吨，占全国危化品陆路运输总量的30%以上。铁路运输因其运量大、成本低、受气候影响小等优势，成为长距离、大批量危化品运输的首选方式。然而，危化品固有的危险性决定了其运输全过程必须实施严格的安全管控，而装卸作业作为运输链条的起始与终止环节，是事故高发的关键节点。近年来，尽管国家不断加强危化品运输安全监管，但因装卸操作不当、设备老化、管理疏漏等原因引发的铁路危化品事故仍时有发生。因此，系统研究并构建一套科学、高效、闭环的铁路危化品装卸安全管理体系，不仅具有重要的理论价值，更对保障人民生命财产安全、维护生态环境、促进化工物流高质量发展具有深远的现实意义。

1 铁路危化品装卸作业的风险特征与管理现状

1.1 装卸作业的主要风险类型

铁路危化品装卸作业涉及多步骤，风险具复合性、突发性和连锁性。物理性风险方面，鹤管或软管老化破裂、阀门密封失效等会引发泄漏。化学性风险上，混装或交叉污染可能引发反应爆炸；挥发性液体易形成可燃蒸气云；强酸强碱有强腐蚀性。人为操作风险长期存在，部分作业人员安全意识淡薄，违规操作^[1]。管理上，制度执行流于形式、监管缺位等问题普遍。外部环境如雷电、高温等也会诱发或加剧安全风险。

1.2 当前安全管理存在的主要问题

实地调研发现，装卸安全管理有系统性缺陷。制度上，企业制度内容泛化，与上位法规衔接不足，执行效力差。人员方面，岗位流动性大，岗前培训不足，员

工专业素养难满足要求。设备设施上，老旧货场使用非防爆设备，安全装置缺失或失效。作业流程标准化程度低，多单位协同易出现管理真空。应急响应能力薄弱，预案未定制化，演练不足，物资储备差。信息化建设滞后，多数装卸点用纸质台账，难支撑精细化管理。

2 铁路危化品装卸安全管理体系的构建原则与框架

2.1 构建原则

为确保体系的有效性与可持续性，应遵循以下原则：（1）风险预控优先原则：将风险管理前置，通过辨识、评估、控制实现事故预防。（2）全过程闭环管理原则：覆盖装卸前准备、装卸中监控、装卸后检查及应急处置全周期。（3）标准化与差异化结合原则：在统一标准基础上，针对不同品类（如气体、液体、固体）、不同包装（罐车、桶装、集装箱）制定差异化操作规程。（4）人一机一环一管协同原则：统筹人员行为、设备状态、环境条件与管理制度四要素。（5）持续改进原则：建立PDCA（计划—实施—检查—改进）循环机制，推动体系动态优化。

2.2 体系框架设计

基于上述原则，本文构建的铁路危化品装卸安全管理体系包含六大核心模块，形成“制度引领、人员保障、设备支撑、流程规范、应急兜底、信息赋能”的立体化架构（见图1）。



图1：铁路危化品装卸安全管理体系框架

3 安全管理体系核心模块详解

3.1 制度与标准体系

企业应以《安全生产法》《危险化学品安全管理条例》《铁路危险货物运输安全监督管理规定》等法律法规为根本遵循,结合自身装卸业务特点,制定一套覆盖全面、操作性强的内部管理制度体系。这一体系应包括《危化品装卸作业安全管理办法》《装卸岗位安全操作规程》《装卸设备维护保养制度》《承包商与外来人员管理制度》以及《装卸作业许可(JSA)制度》等核心文件。尤为重要的是,必须建立清晰的安全责任清单,明确从企业主要负责人到一线装卸工、押运员、监装员等各层级、各岗位的安全职责,真正落实“谁主管、谁负责,谁操作、谁负责”的责任机制^[2]。制度的生命力在于执行,因此还需配套建立监督检查、考核问责与持续修订机制,确保制度不沦为“墙上挂图”,而是内化为企业运行的日常准则。

3.2 人员培训与资质管理

必须实施覆盖“准入—培训—考核—复训”全周期的人员管理策略。在准入环节,所有参与装卸作业的人员必须持有国家认可的特种作业操作证(如危化品安全作业证),并通过严格的职业健康体检与心理评估,确保其身心状态能够胜任高风险工作。在培训环节,应摒弃“走过场”式的集中授课,推行分级分类培训模式:新入职员工需接受不少于72学时的三级安全教育,重点掌握基本安全知识与通用操作技能;在岗人员则应每季度参加针对特定危化品(如液氨、硫酸、甲醇等)的专项培训,深化对物料特性的理解;管理人员则需每年接受风险管理、应急指挥与团队协作等方面的进阶培训。同时,必须强化实操演练,定期组织模拟泄漏、火灾、中毒等典型场景的应急演练,让员工在“实战”中提升应急处置能力。最后,应将安全操作行为与绩效考核紧密挂钩,对违章行为实行“一票否决”,以此倒逼安全责任落实。

3.3 设备设施与本质安全

装卸设备方面,应大力推广使用密闭式装卸鹤管、配备自动切断功能的阀门以及防拉脱装置,最大限度减少敞口操作带来的泄漏风险;罐车装卸口必须安装紧急切断系统(ESD),确保在突发情况下能迅速隔离物料。安全附件方面,所有装卸区域必须强制安装可燃气体和有毒气体检测报警仪、全覆盖视频监控系统、高效静电消除器、消防沙箱及紧急洗眼器等,构成多层次的安全防护网。在防爆要求上,区域内所有电气设备必须符合ExdIICT4及以上防爆等级,地面应采用防静电材料铺

设,杜绝点火源隐患。此外,必须建立严格的设备定期检验制度,依据《特种设备安全技术规范》(TSG)对装卸臂、软管、阀门等承压部件进行周期性的耐压与气密性测试,确保其始终处于良好工作状态。

3.4 标准化作业流程(SOP)

应推行“一品一策、一车一案”的精细化管理模式,针对不同危化品制定专属的操作规程。在装卸作业开始前,必须完成一系列严谨的准备工作:核对运单信息,确认品名、数量、UN编号无误;仔细检查罐车或容器的外观完整性、阀门状态及铅封情况;进行作业安全分析(JSA),识别潜在风险并制定控制措施;签发《装卸作业许可证》,明确作业内容、责任人与安全要求;最后,连接静电接地线,设置警戒区域,禁止无关人员进入。装卸过程中,操作人员必须严格遵守规程,控制物流流速(通常不超过1米/秒以防止静电积聚),实时监测系统压力、温度与液位变化,严禁烟火,并由专职监装员全程旁站监督,确保操作无误。装卸结束后,需按序关闭所有阀门,安全拆除连接管线,对设备进行复位;进行气密性复查与现场残留物清理;完整填写电子或纸质装卸记录,并由发货方与收货方共同签字确认;最后解除警戒,恢复现场秩序。这一整套流程环环相扣,任何环节的疏忽都可能埋下安全隐患。

3.5 应急响应与处置机制

企业必须针对本场站常装卸的危化品种类,编制具有高度针对性和可操作性的专项应急预案,预案内容应清晰界定应急组织架构、报警与信息报告程序、人员疏散路线、初期处置方法、医疗救援方案以及与外部救援力量的联动机制。在物资保障方面,必须严格按照《危险化学品单位应急救援物资配备要求》(GB30077)的标准,足额配备吸附棉、围堰、中和剂、正压式空气呼吸器、防化服等应急物资,并建立定期检查与更新制度,确保其随时可用^[3]。更为关键的是,要建立起与地方消防、生态环境、卫生健康等部门的常态化应急联动机制,通过签订协议、共享信息、联合演练等方式,打通应急响应的“最后一公里”。每次应急演练或真实事故发生后,都应组织进行深入的事后评估与根本原因分析(RCA),从中汲取教训,及时修订和完善应急预案及相关管理制度,实现“打一仗、进一步”的持续改进目标。

3.6 信息化与智能监控平台

应积极推动安全管理从传统经验型向数据驱动型转变,构建集感知、分析、预警、决策于一体的智能监控平台。该平台首先应包含一个装卸作业管理系统,实现电子运单的自动核验、作业许可的线上审批、操作步骤

的电子打卡与记录,确保作业过程可追溯、可审计。其次,通过部署物联网技术,在装卸现场广泛布设压力、液位、气体浓度、视频AI识别等智能传感器,构建全方位的感知网络,实时采集关键运行数据。在此基础上,平台应具备强大的风险预警能力,能够基于大数据分析模型,对异常参数(如压力突升、气体浓度超标、人员违规闯入等)进行自动识别、分级报警,并将预警信息实时推送至相关责任人的移动终端,实现风险的早发现、早处置。展望未来,还可探索应用数字孪生技术,构建装卸区域的三维虚拟模型,不仅可以用于日常培训与演练,更能在事故发生时,快速模拟危化品扩散路径与影响范围,为应急指挥提供科学、直观的决策支持。

4 体系实施的保障措施与优化路径

4.1 组织保障

强有力的组织保障是体系落地生根的前提。企业必须设立专门的危化品安全管理机构,配备具有专业资质的注册安全工程师,并明确由企业主要负责人亲自挂帅,分管领导具体负责,形成“一把手负总责、分管领导具体抓、各部门协同落实”的高效工作机制。该机构应拥有足够的资源调配权和监督检查权,确保各项安全决策能够畅通无阻地贯彻到基层。

4.2 资金保障

安全投入是安全产出的基础。企业应将安全投入纳入年度财务预算,确保设备更新改造、人员培训演练、信息化平台建设与维护等关键领域的资金得到足额、持续的保障。建议参照行业惯例,按年度危化品装卸总量提取不低于0.5%的比例作为专项安全资金,专款专用,并接受内部审计监督。

4.3 监管协同

单一的企业自律难以构筑牢固的安全防线,必须依靠强有力的外部监管。国家铁路局及其下属机构应加强对铁路货场及专用线装卸作业的监督检查力度,全面推行“双随机、一公开”的抽查机制,对违法违规行为依法严惩^[4]。同时,地方政府的应急管理、生态环境等部门也应将辖区内铁路危化品装卸点纳入属地监管范畴,打破“铁路系统封闭管理”的思维定式,形成跨部门、跨系统的协同监管合力,彻底消除监管盲区。

4.4 技术创新驱动

技术创新是破解安全管理难题的根本出路。应鼓励

和支持企业、科研院所加大在智能装卸领域的研发投入,积极探索智能装卸机器人、无人化灌装系统、基于区块链技术的危化品全生命周期溯源等前沿应用,从源头上减少人工作业带来的不确定性和风险。同时,大力推广使用RFID电子标签等物联网技术,为每一辆罐车、每一个容器赋予唯一的数字身份,实现“一罐一码”的精细化管理,全面提升装卸作业的透明度与可控性。

4.5 安全文化建设

制度与技术是硬约束,而安全文化则是软实力。一个成熟的安全管理体系,必然植根于深厚的安全文化土壤之中。企业应通过开展“安全生产月”、举办事故案例警示教育、评选“安全之星”等多种形式的活动,持续营造“人人讲安全、事事为安全、时时想安全、处处要安全”的浓厚文化氛围。只有当安全理念真正内化为全体员工的自觉行动和价值追求,安全管理体系才能发挥出最大的效能,实现从“要我安全”到“我要安全”的根本性转变。

5 结语

铁路运输中化工危险品装卸作业是高风险环节,其安全管理不能依赖单一措施,而需构建系统化、集成化的管理体系。本文提出的“六位一体”安全管理体系,以风险预控为核心,通过制度规范、人员赋能、设备升级、流程标准、应急兜底与信息支撑六大模块的有机协同,实现了从被动应对向主动预防的转变。该体系不仅符合国家法规要求,也契合行业发展趋势,具有较强的可操作性与推广价值。未来,随着人工智能、5G、数字孪生等新技术的深入应用,铁路危化品装卸安全管理将向更智能、更精准、更高效的方向演进。

参考文献

- [1]国家铁路局.铁路危险货物运输安全监督管理规定[Z].2022.
- [2]张明,李强.基于AHP-模糊综合评价的铁路危化品运输风险研究[J].交通运输工程学报,2020,20(4):112-120.
- [3]王磊.危险化学品装卸作业安全风险分析与控制措施[J].安全与环境学报,2021,21(3):1025-1030.
- [4]国家安全生产监督管理总局.危险化学品单位应急救援物资配备要求:GB30077-2013[S].北京:中国标准出版社,2013.