

甲醇储运环境风险评价与安全管理方法

周波 (安徽新蓝天安全技术服务有限公司, 安徽 阜阳 236000)

摘要: 在甲醇产能持续增长、储运网络不断延伸的情况下, 传统单一环节的风险判别与安全控制模式已经无法满足需求, 为应对多因素耦合、时空变化显著的复杂储运环境风险状况, 本文首先系统阐述甲醇储运环境风险评价及管理的重要性, 明确其在保障生态安全与产业稳定运行中的基础地位; 其次提出界定甲醇储运环境风险评价范围、构建分级量化风险分析模型、开展情景验证优化评价结果等有效策略, 提升评价的针对性与科学性; 最后提出了甲醇储运环境风险的安全管理方法, 实现了甲醇储运环境风险的全面辨识、精确衡量与有效抑制。

关键词: 甲醇储运环境风险; 评价; 安全管理

中图分类号: TQ223.121; X937

文献标识码: A

文章编号: 1674-5167 (2026) 003-0145-03

Environmental Risk assessment and safety Management methods for Methanol Storage and Transportation

Zhou Bo (Anhui Xinlantian Safety Technology Service Co., LTD., Fuyang Anhui 236000, China)

Abstract: With the continuous growth of methanol production capacity and the continuous extension of storage and transportation networks, the traditional single-link risk identification and safety control mode can no longer meet the demands. To address the complex storage and transportation environmental risk situation featuring multi-factor coupling and significant spatio-temporal changes, this paper first systematically expounds the importance of methanol storage and transportation environmental risk assessment and management. Clarify its fundamental position in ensuring ecological security and the stable operation of industries; Secondly, effective strategies such as defining the scope of risk assessment for methanol storage and transportation, constructing a hierarchical quantitative risk analysis model, and conducting scenario validation to optimize the assessment results are proposed to enhance the pertinence and scientificity of the assessment. Finally, a safety management method for environmental risks in methanol storage and transportation was proposed, achieving comprehensive identification, precise measurement and effective suppression of environmental risks in methanol storage and transportation.

Key words: Environmental risks in methanol storage and transportation Evaluation; Safety management

随着能源结构的调整以及绿色化工产业的迅猛发展, 甲醇作为关键的基础化工原料和清洁燃料, 其制造、贮存和运输的规模不断拓展, 涉及的流程日益繁杂, 空间分布愈发广泛, 在当代工业格局中, 甲醇的储存与运输既关乎产业链的平稳运转, 还直接影响到区域生态环境及公共安全。环境风险评价作为察觉潜在危险、评定影响等级、拟定防范措施的关键技术方法, 可为储运环节的布局改良与安全抉择提供科学支撑, 而科学的安全管理办法是将评估成果转变为实际防控能力的必要保证。绿色低碳转型的大背景下, 行业对储运过程的环境风险防范提出了更高标准, 必须统筹兼顾技术可行性、经济合理性和生态安全性, 构建起系统化的认知与行动体系, 就甲醇储运环境风险进行全面评判, 并同步打造行之有效的安全管理举措, 已成为提高行业风险管理水准、保障可持续发展的关键课题, 对于助力安全生产与环境保护共同推进具有明显的理论价值和实践功效。

1 甲醇储运环境风险评价及管理的重要性

甲醇储运贯穿于生产与市场终端的关键节点, 其

环境风险评判及管控的重要地位由此彰显, 是确保产业安全与生态可持续发展的基础支撑。甲醇具备较强的挥发性与易燃性, 在存储与运送过程中一旦发生泄露或者意外, 容易引发火灾爆炸现象并导致大气、水体遭受污染, 对人员健康和生态系统的稳定构成威胁, 此类潜在风险表明必须借助科学的评估与管理达成前端防范和过程管控。

环境风险评价能够全面地识别储运路径、设备状态与外部环境因素的相互影响, 对不同情景下危害程度和发生概率进行量化, 为风险的分级以及资源的优先分配提供支撑; 而依据评价结果开展安全管理, 可使防控关卡前置, 从设施本质安全、作业行为规范、隐患治理闭环直至应急准备全流程降低事故发生概率和后果危害程度, 二者相互协作不仅增进了企业对复杂储运环境的认识深度和反应能力, 也促使风险防控由被动应对转向主动前瞻, 进而在保证生产不间断性的同时, 保障公共安全和生态环境品质, 为甲醇产业在绿色低碳转型进程中达成高质量发展给予坚实保障^[1]。

2 甲醇储运环境风险评价的有效策略

2.1 界定甲醇储运风险评价范围

为保障评价工作精准有效并防止忽略关键环节,首先要科学划定甲醇储运环境风险评价的空间、时间与要素界限,在空间维度上,应当从甲醇的生产厂区储存罐区延展至装卸口岸、输送管廊、公路及铁路运输路径,直至下游接收单位,囊括所有可能发生泄漏、挥发或是火灾爆炸的物理节点和运输区间;在时间区间范畴,应当包含正常作业、检修维护、极端天气与突发事件等不同的运行情形,思索季节性气象变化对挥发扩散的效应。要素范围应当纳入甲醇的理化特质(挥发性、毒性、可燃性)、存储运输设备的类型和使用期限、周边存在的敏感目标(居民区、水源地、生态保护区)、交通条件与社会环境状况等,特定方法可采取工艺流程梳理与现场实地勘察相结合的方式,绘制出储运全链条拓扑图,标注介质的存量情况、压力的等级状况、防护的距离数值等信息,且借助地理信息系统(GIS)开展空间叠加分析,明晰高敏感区与高风险段的分布^[2]。

评价范围的界定应当与法律法规、行业准则以及地方环境功能划分达成一致,保证后续分析与管控建议具有合规性和可实施性,由此使风险辨别既不出现泛化情况导致资源的浪费,也不会因窄化而遗漏重大危险,为后续量化和情景剖析筑牢可靠根基^[3]。

2.2 构建分级量化风险分析模型

在界定评价范围后,要创建能够反映甲醇储运各环节风险高低的分级量化模型,以达成不同场景下风险程度的客观对比与排列,具体举措可挑选泄漏频率与事故后果两个关键维度搭建风险矩阵:泄漏频率根据过往统计资料、设备检测档案、腐蚀速度和第三方可靠性数据,配合故障树分析或事件树分析(ETA)估算各节点在不同工况下的发生几率;事故后果需全面考量甲醇释放量、借助扩散模型(如高斯烟羽或者CFD数值模拟)预估的大气浓度分布、起火概率以及火灾爆炸热辐射的范围,同时纳入环境敏感性权重来评估对水体、土壤和人群健康的潜在危害^[4]。

再将上述概率和后果值相乘得到定量风险值,按照行业或企业设定的阈值划分成低、中、高、极高四个等级,达成风险的可视化与分级管控,模型建设中应当留意参数的本地化校准,比如结合地域气象特性调节扩散系数,根据运输方式的差别设定不同的泄漏情景概率,分级量化模型不仅可以揭示储运链条当中的关键薄弱部分,还可为资源配置与优先整改提供量化依据,让风险管理从经验判断迈向数据驱动,增强评价结果的科学性与可比性。

2.3 开展情景验证优化评价结果

量化模型所输出的风险等级与分布情况,要借助情景验证来进行检验和校正,以此保障评价结果在真实情形下拥有可信度与适用性^[5]。

具体办法可设定包含典型与极限状况的假定场景,如罐区阀门故障造成大量外泄、运输车辆故障致使瞬间喷溅、炎热天气促使挥发并于封闭空间形成可燃云团等,借助已构建的模型开展模拟推演,对比预测结果与实际案例或实验数据的相符程度。验证步骤可运用回溯式分析手段,收集全球范围内类似的甲醇储运事故案例,萃取泄漏量、气象条件、影响范围等关键参数,反推模型表现;也能借助专家研讨与模糊综合评估法,针对不同情景下模型假设的合理性、参数的敏感度以及输出的稳定性开展评估。

鉴于所发现的存在高偏差的环节,应当对模型输入数据予以优化、对扩散算法进行调整,也或是补充未被考虑的耦合因素,构建迭代改进机制,情景验证不仅可以察觉模型的短板,还可对不确定性区间进行量化,为决策者供给更稳固的风险景象,历经多轮核实与改进,评价成果可更贴合实际的风险态势,增强后续安全管理举措的针对性与有效性,使甲醇储运环境风险评估兼具预判性与实操性。

3 甲醇储运环境风险的安全管理措施

3.1 完善储运设施本质安全设计

储运设施的本质安全特性直接影响事故出现的概率与危害程度,完善储运设施本质安全设计可于源头削减泄漏与失控的风险。

管理人员需按照甲醇的理化特性和储运工艺规范,在设计环节挑选具备耐腐蚀、耐高压且密封效果良好的材料,储罐采用双层壁架构并装设渗漏检测体系,管道选用无缝钢管且安装双截止阀与紧急切断设备,就装卸场地而言,需规划防溢流围堰与导流渠,保障泄漏液体能够及时被收集并引入专用收纳池。

在布局规划中施行最小安全距离标准,让储罐区和明火、高热设备以及人员密集区域维持充足间距,同时依照地形风向优化管线走向以减小蒸气积聚隐患,电气与仪表系统得达到防爆等级标准,采用本安型或隔爆型设备,并且在关键之处设置独立的可燃气体监测器与自动报警连锁装备。

针对运输容器而言,应当选用已获认证的中压或常压罐式货车,装配安全阀、紧急泄压装置和卫星定位跟踪体系,达成运输全时段状态监控,管理人员应在建设与改造时期开展跨专业审核,检验设计方案与现行国家标准、行业规范的契合性,同时保存完整的设计文件和检测记录,保障设施投入使用后拥有应对

常见故障与极端工况的能力。

3.2 加强作业人员安全培训考核

作业人员操作的合规性直接关乎储运流程的安全状况，加强作业人员安全培训考核能让他们掌握必要的知识与技能，从而降低人为出错的几率。

管理人员应当制订覆盖所有相关岗位的培训规划，内容包含甲醇的危险特性、储运设备操作规范、泄漏应急处理流程、个人防护装备正确运用方式以及消防器材操作要点，培训方式融合理论教学、三维模拟仿真与实地操作，运用虚拟现实技术再现储罐泄漏、车辆装卸异常等情形，使人员在零风险环境下反复操练判断与应对流程，针对不同岗位规划差异化的课程，比如罐区操作员着重学习液位监测与阀门转换流程，运输司机着重于车辆安全排查与途中泄漏处理，巡检员掌握检测仪器运用与隐患辨别技能。

培训完结后开展分阶段考评，理论测试采用闭卷办法检验知识掌握程度，实操考查设置随机故障情形评估应对能力，考评未通过者需再次培训直至合格，管理人员应当设立个人培训档案以及复训计划，每一年度至少开展一次全员复训并结合最新法规及技术的更新内容，与此同时跟踪考核成绩与现场违规记录，以便动态调整培训要点，保证作业人员始终具备与岗位风险相契合的专业素养和执行能力。

3.3 健全隐患排查与闭环整改制

若隐患未能被及时察觉并排除，便会逐渐转化为事故的诱发因素，健全隐患排查与闭环整改制可达成风险的持续识别与彻底根治。

管理人员需拟定包含储运全流程的隐患排查清单，明晰检查项目、判定标准、周期以及方法，内容关乎储罐腐蚀与沉降、管道焊缝完好性、阀门密封状况、装卸设备运行状态、电气防爆特性及消防设施有效程度，日常巡查由接受专门培训的岗位职员按预定路线和频率开展，采用目视审视、仪器度量与功能性测验相组合的手段，对可疑情形拍照记载并标注位置与发现时段，专项检查由安全管理小组按每月或每季度的周期来组织，针对高风险设备以及季节性问题的实施深度检测，必要时引入无损探伤或第三方评测。

排查结果得录入隐患管理系统，按轻微、一般、重大三个等级来划分类别，自动生成整改任务表单并明确负责人员、整改手段、完成时段与验收标尺，整改流程规定责任人需于规定时限内开展纠正工作，如替换损坏零件、增强支撑构造或者改进操作步骤，结束后提交整改证明以供复查，复查安排非最初检查人员开展，判定隐患清除方能实现闭环，若未按时完成则升级督办并纳入绩效考核。

3.4 强化应急装备配置与演练

突发甲醇泄漏或火灾事故要在最短时间内掌控态势，强化应急装备配置与演练可保障响应及时且处理得力。管理人员应当按照储运规模与风险级别，在储罐区、装卸站、运输沿线枢纽配备充足且合适的应急设备，包含泡沫灭火设施、干粉灭火器具、吸附用品与围堵沙袋、个人防护套装、自给式呼吸装备、防爆照明和通讯装置以及专用收集转运容器，装备布局依照就近可及准则，且于显眼位置设置标识和取用提示，按期检查外观完好状况、压力数值与有效时长，有失效物品即刻替换并做好记录。

针对不同类别事故拟订专项应急预案，厘清报警、疏散、警戒、泄漏封堵、火灾扑救、环境监测与医疗救护等环节的职责划分与行动顺序，预案需经实战推演核验并报送监管部门登记备案。演练活动依照预定频次开展，桌面推演用以验证指挥协调和信息传递的流程，功能演练聚焦于装备操作与战术协作，全面演练模拟真实事故场景且引入不确定因素以提高复杂性。

4 结束语

甲醇储运环境风险评价与安全管理方法可实现对潜在风险的系统性识别与管控，维护储运过程的安全状态与环境和谐性。本文提出划定评价范畴、搭建分级量化风险剖析模型、实施情景校验优化评估结果等评估策略，以及改进储运设施内在安全设计、加大作业人员安全培育考核、完备隐患排查与闭环整改机制、增强应急装备配备与演练等管理办法，可有力提升甲醇储运环节的风险感知本领、分析精准程度与防控效能，减少突发事故对环境和社会造成的冲击。有关人员未来需不断推动评价模型的动态革新与多场景契合，加强管理机制与智能监测技术的整合运用，增进跨环节协同和法规标准落地，以此推动甲醇储运环境风险治理朝精细化、智能化和系统化方向转变，为行业高质量发展筑牢坚实根基。

参考文献：

- [1] 赵赏鑫. “双碳”目标驱动下甲醇高质量发展路径与储运体系重构 [J]. 油气储运, 2025, 44(09): 961-970.
- [2] 付广涛, 涂仁福. 考虑成品油储运设施的甲醇区域多式联运系统规划优化 [J]. 油气储运, 2025, 44(09): 1066-1079.
- [3] 李璐伶, 刘建辉. 甲醇储氢技术发展现状与经济性分析 [J]. 上海煤气, 2024(05): 26-29.
- [4] 张仲军, 金子儿. 我国氢能规模化储运方式经济性分析 [J]. 中国能源, 2023, 45(12): 27-37.
- [5] 程欢, 任洲洋. 电能-甲醇跨区协同输运下的电-氢耦合系统调度 [J]. 电工技术学报, 2024, 39(03): 731-744.