

危险化学品储存设施安全评价及优化建议

王志勇（中智国际工程技术（北京）有限公司内蒙古分公司，内蒙古 包头 014000）

姚 瑶（包头市生态环境局，内蒙古 包头 014000）

摘要：随着化工行业的快速发展，危险化学品储存设施的安全性愈发重要，传统的储存安全管理方式依赖人工巡查和经验判断，难以全面监控储存设施运行状态，导致隐患难以及时排查和有效防控。近年来智能化技术和先进管理理念逐步应用于储存设施安全管理，为提升安全水平提供了新机遇与路径，基于此，文章分析了危险化学品储存设施安全管理的现状与问题，并从多个角度提出了科学、可操作的优化措施，为实现储存设施的本质安全提供实践参考。

关键词：危险化学品；储存设施；安全评价；优化措施；应急管理

危险化学品储存设施作为化工产业链中的重要环节，其安全运营直接关系到整个行业的稳定发展，近年来储存设施事故频发，造成重大人员伤亡和财产损失，因此对储存设施开展全面安全评价并提出改进方案具有重要现实意义，以下将采用定性与定量相结合的方法，从多个维度评估储存设施的安全状况，为提升管理水平提供科学的依据。

1 储存设施安全现状分析

1.1 储存环境评估

通过对多家危险化学品储存企业的实地调研发现，当前储存环境普遍存在严重的安全隐患，大部分储存区域的温湿度控制系统建设滞后，仅依靠自然通风降温，缺乏温度自动调节装置，导致夏季储存环境温度偏高，为易燃易爆品埋下安全隐患。储存区域的防雷防静电设施年久失修且更新不及时，大量防雷装置接地电阻值超标，防静电设施出现不同程度损坏，极大增加了火灾爆炸风险，消防设施配置存在明显不足，消防栓与灭火器配备数量不达标且分布不均匀，部分区域形成消防盲区，消防通道经常被随意堆放的杂物占用，严重影响应急救援效率。储存区域的通风系统运行状况不佳，排风设施缺乏定期的维护保养，容易导致有害气体在局部空间聚集，防渗漏设施老化问题突出，储存区地面普遍出现裂缝和腐蚀现象，防渗层损坏后得不到及时的修复，一旦发生物料泄漏极易造成土壤和地下水污染。

1.2 储存设备状况

储存设备是确保危险化学品安全储存的关键设施，但目前普遍存在设备老化、维护不足等问题，储罐本体出现不同程度的锈蚀和变形，部分储罐壁厚度

减薄超过设计标准，焊缝开裂现象时有发生，增加了泄漏风险，安全附件性能退化明显，安全阀、液位计、压力表等关键仪表存在失灵、显示不准等故障，影响了储存过程的安全监控。管道系统问题突出，输送管线存在多处泄漏点，法兰密封不严，保温层脱落，且管道支架锈蚀变形，存在重大安全隐患，装卸平台设施损坏严重，护栏变形、台阶断裂、防滑措施缺失，增加了作业人员的安全风险，计量设备精度不足，定期校准工作落实不到位，导致物料计量误差较大，不利于储存过程的精确控制^[1]。

1.3 安全管理体系

安全管理体系建设滞后是当前储存设施面临的重要问题，岗位责任制执行不力，各级人员安全职责界定不清，安全生产责任制没能有效落实到人，日常管理制度执行不严格，交接班记录敷衍了事，重要数据记录不完整，无法实现储存过程的全程可追溯。设备巡检流于形式，巡检人员专业素质不高，隐患排查不够细致，存在重大安全隐患被遗漏的风险，应急管理工作开展不足，应急预案针对性和可操作性不强，演练次数少且流于形式，员工应急处置能力较弱。安全培训质量不高，培训内容陈旧，考核评价机制缺失，导致员工安全意识和操作技能难以得到有效提升，安全投入也不足，安全管理信息化、自动化水平低，难以适应现代安全管理的要求。

2 储存设施事故原因剖析

2.1 工程技术因素

从工程技术层面分析，危险化学品储存设施事故频发的深层原因在于设计建设阶段存在诸多不足，且设备设施运行维护不到位，大量储存设施在选址时未

充分考虑周边环境影响因素，与居民区、重要公共设施安全距离不足，部分建在地质条件复杂或自然灾害易发区域，增加了设施运行风险。储罐及其配套设施的设计标准偏低，未能充分考虑极端工况下的承载能力，安全冗余度不足，特别是一些老旧储罐的设计规范已无法满足现代安全生产要求，自动化控制系统建设滞后，大量储存设施仍采用半自动或人工操作模式。监控系统覆盖不全，存在较多监测盲区，无法实现危险工况的及时预警和处置，安全附件配置不合理，未按规范要求配备足量的安全阀、阻火器、紧急切断装置等，部分设施的定期检验、维护保养工作落实不到位，导致其性能逐渐退化，防火防爆设施老化严重，消防系统供水能力不足，火灾报警装置灵敏度下降，防爆电器失效，这些问题严重影响了储存设施的本质安全水平。

2.2 管理制度因素

管理制度的缺陷与执行不力是导致储存设施事故的重要诱因，现有安全管理制度体系存在较大漏洞，规章制度的系统性、完整性和可操作性不足，特别是在危险作业审批、隐患排查治理、应急处置等关键环节缺乏明确的管理标准和操作规程。安全生产责任制未能有效落实，各层级安全职责界定模糊，考核奖惩机制形同虚设，导致安全管理工作处于较为松散的状态，日常安全检查流于形式，未能建立科学的隐患分级管控机制，重大隐患整改不及时，存在较大的事故隐患。设备设施维护保养制度执行不到位，未建立完善的检维修计划和台账管理系统，设备故障率居高不下，应急管理体系建设滞后，应急预案针对性不强，未能根据风险变化及时修订完善，应急物资储备不足，应急演练走过场，严重影响了突发事件的处置能力，安全投入保障机制不健全，安全管理信息化建设进展缓慢，难以适应现代安全管理的要求^[2]。

2.3 人员素质因素

储存设施从业人员整体素质偏低已成为制约安全管理水平提升的瓶颈，专业技术人才匮乏问题突出，特别是具有危险化学品储存管理经验的高级技术人才短缺，导致技术管理工作质量不高，一线操作人员年龄结构老化，文化程度普遍偏低，对新技术、新设备的学习和适应能力较差，难以满足现代化储存设施的操作要求。员工安全意识淡薄，违章作业现象屡禁不止，安全操作规程执行不严格，特别是在夜间和节假日等关键时段，违规操作频发，安全教育培训工作开展不够深入，培训内容陈旧，形式单一，未能采用新技术

手段提升培训效果，导致员工专业技能和应急处置能力提升缓慢。班组建设和团队协作意识较弱，岗位责任心不强，交接班制度执行不严格，关键信息传递不畅，容易造成储存过程的安全管理漏洞，此外，外包作业人员管理不到位，特殊作业人员持证上岗率低，临时工使用过多，增加了储存设施的安全管理难度。

3 储存设施安全优化措施

3.1 工程技术改进

针对储存设施工程技术层面存在的问题需要实施全方位的技术改造升级，通过引入智能化监控系统建立覆盖储存区域的视频监控网络，配备气体检测、温度监测、压力监控等智能传感设备，实现储存过程的实时监测和预警，对储罐及其附属设施进行系统性改造，更换腐蚀变形的储罐壁板，加装自动液位计和压力表，完善储罐呼吸系统，提升储罐本质安全水平。在自动化控制方面，采用分散控制系统（DCS）对储存过程进行集中监控和管理，实现储存参数的自动采集和调节，降低人为因素影响，加强防雷防静电设施建设，对防雷装置进行全面检测和改造，确保接地电阻值达标。在关键作业区域铺设防静电地面配备静电消除装置，对消防系统进行升级改造，增设消防水源，完善消防管网布局，安装自动喷淋系统，配备智能型火灾报警装置，提高火灾防控能力，同时在设备检修方面引入预测性维护技术，通过在线监测和大数据分析及时发现和处理设备隐患，有效降低设备故障率。

3.2 储存工艺优化

储存工艺的优化是提升储存设施安全水平的关键环节，基于物料特性和风险评估结果对储存区进行科学布局，合理划分防火分区，确保不相容物料有效隔离，优化储存工艺参数，建立储存温度、压力、浓度等关键参数的动态监控和调节机制，确保储存条件始终处于安全范围内。改进物料装卸工艺，采用密闭装卸系统，配备气体回收装置，减少有害气体排放，在储存罐区配置氮气保护系统通过惰性气体置换降低储存空间的危险性，完善通风除湿设施，采用强制通风方式，配备除湿装置，有效控制储存环境的温湿度，建立储罐清洗检修工艺规程，采用机械化清罐设备，减少人工作业风险。对输送管道系统进行优化，采用新型管道材料，增设泄漏检测装置，完善管道支撑系统，确保物料输送安全，在计量管理方面引入先进的计量技术采用质量流量计等高精度计量设备，提高物料计量准确度，同时针对不同季节的特点，制定差异化的储存工艺操作方案，确保储存过程的安全稳定。

3.3 安全防护升级

安全防护系统的全面升级至关重要，应构建多层次的安全屏障体系，通过物理隔离、安全联锁、自动报警等多重防护措施降低事故发生概率，在个体防护方面，配备适用于不同危险环境的防护装备，确保作业人员安全，强化泄漏防控设施建设，设置事故池和围堰，采用新型防渗材料，完善导流系统，有效防止泄漏物料外溢，改进紧急切断系统，在关键管道和设备上安装紧急切断阀配备应急电源，确保在紧急情况下能够快速隔离泄漏源。建设智能化应急响应平台，整合各类监测数据和应急资源信息，实现应急指挥可视化和智能化，完善应急疏散通道和避难设施，设置应急照明和标识系统，配备应急逃生设备。在安全监测方面，采用在线监测系统对储存环境进行全天候监控，建立危险预警模型，实现储存过程风险的提前预警和防控，同时加强特种设备的安全管理，定期开展检验检测，建立设备健康档案，实现储存设施的全生命周期安全管理。

4 储存设施管理体系完善

4.1 制度建设

针对储存设施管理制度存在的不足需要构建科学完善的制度体系，在充分吸收行业先进管理经验的基础上结合企业实际情况制定系统化的管理制度，涵盖安全生产责任制、危险作业管理、设备设施管理、应急管理等方面，并明确各项制度的考核标准和奖惩措施，通过建立健全隐患排查治理长效机制完善风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制，强化隐患整改闭环管理。在制度执行方面采取定期检查与不定期抽查相结合的方式，对制度执行情况进行全面监督，确保各项制度落实到位，同时建立制度评估和修订机制，根据管理实践中发现的问题及时对制度进行优化完善，保持制度的适用性和有效性，实现管理制度的持续改进。

4.2 过程管控

过程管控是储存设施安全管理的核心环节，要建立全过程、精细化的管控体系，通过制定详细的操作规程和工作标准规范各岗位人员的操作行为，明确操作参数和安全注意事项，建立健全交接班制度，完善交接班记录，确保关键信息及时准确传递。加强特殊作业管理，实行作业许可制度，对动火、受限空间、高处等危险作业实施全过程监控，建立设备设施定期维护保养制度，制定科学的检维修计划，做好检维修记录，确保设备设施始终处于良好状态。在应急管理方面，定期修订完善应急预案，组织开展实战化应急

演练，提高应急响应能力，同时加强对承包商和外来作业人员的管理，严格准入审查，加强作业过程监督，确保各类作业活动的安全有序开展。

4.3 信息化管理

推进信息化建设能够提升储存设施管理的科学化和智能化水平，应构建储存设施安全管理信息系统，实现安全管理的数字化转型，建立覆盖人员管理、设备管理、安全监控、应急管理等各个环节的信息化平台，利用物联网技术对储存设施运行状态进行实时监测。建立设备运行数据库，运用大数据分析技术对设备运行趋势进行研判，实现设备故障预测和预防性维护，建设移动办公平台，推进隐患排查、作业许可、交接班管理等业务的移动化，提高管理效率，同时运用智能分析技术对储存过程中的异常情况进行智能识别和预警，实现风险的主动防控，建立安全管理知识库，实现管理经验和技术资料共享，为管理决策提供数据支持。

5 储存设施应急能力建设

针对储存设施可能发生的各类突发事件需要建立健全的应急管理体系，全面提升应急处置的能力，科学编制应急预案，建立分级响应机制明确各类突发事件的处置流程和应急措施，确保应急响应及时有效。建设应急指挥平台，整合视频监控、气体检测、通信调度等系统资源，实现应急指挥可视化和智能化，定期开展联合演练，提高区域应急联动能力，同时注重应急经验总结和改进，通过对应急演练和实际处置过程进行复盘分析不断完善应急预案和处置措施，持续提升应急管理水平，在日常管理中强化预防为主的理念加强风险研判和隐患排查，从源头上降低突发事件发生的可能性。

6 结语

通过对危险化学品储存设施安全现状的深入研究，当前存在诸多安全隐患和管理漏洞，针对这些问题从工程技术、管理制度、人员素质等方面提出的优化建议具有较强的实践指导意义，未来仍需持续改进储存设施安全管理水平，推动行业健康发展，研究成果可为相关部门制定政策法规和企业改进管理提供参考。

参考文献：

- [1] 胡宏娇. 危险化学品生产储存布局规划创新性研究方法 [J]. 天津化工, 2023(14):1-4.
- [2] 韩红玉, 蔡雅良, 张勇. 浅谈危险化学品企业安全评价现场勘验要点 [J]. 化工安全与环境, 2024, 37(03):30-33.