

基于生命周期理论的危化品储存设施全流程 安全管理体系研究

刘 双 王英强（山东金岭化工股份有限公司，山东 东营 257335）

王善波（山东金岭新材料有限公司，山东 东营 257092）

摘要：危险化学品储存设施的安全管理至关重要，关乎人员生命、财产安全及生态环境。本文基于生命周期理论，深入剖析危化品储存设施在规划设计、建设施工、运营维护和退役拆除各阶段的安全管理要点，构建全流程安全管理体系，旨在提升危化品储存设施的安全性与可靠性，为行业安全发展提供理论支持与实践指导。

关键词：生命周期理论；危化品储存设施；全流程安全管理；风险防控

中图分类号：X937 文献标识码：A 文章编号：1674-5167（2025）013-0122-03

Research on a Full-Process Safety Management System for Hazardous Chemical Storage Facilities Based on Life Cycle Theory

Liu Shuang, Wang Yingqiang(Shandong Jinling Chemical Co., Ltd., Dongying Shandong 257335, China)

Wang Shanbo(Shandong Jinling New Materials Co., Ltd., Dongying, Shandong, 257092, China)

Abstract: The safety management of hazardous chemical storage facilities is of critical importance, as it concerns the safety of human lives, property, and the ecological environment. Based on the life cycle theory, this paper thoroughly analyzes the key points of safety management at various stages of hazardous chemical storage facilities, including planning and design, construction, operation and maintenance, and decommissioning and dismantling. A full-process safety management system is constructed to enhance the safety and reliability of hazardous chemical storage facilities, providing theoretical support and practical guidance for the safe development of the industry.

Keywords: Life cycle theory; hazardous chemical storage facilities; full-process safety management; risk prevention and control

1 危化品储存设施生命周期阶段划分

1.1 规划设计阶段

规划设计环节堪称危化品储存设施安全的坚实基石，其重要性不言而喻。在该阶段，需全面且细致地综合考量众多关键因素。选址方面，务必严格遵循远离人口密集区与环境敏感区的基本原则，对当地的气象条件，诸如风向、风速、降水量等进行深入研究，因为这些因素可能影响危化品泄漏后的扩散范围；同时，仔细勘察地质状况，评估是否存在地震、滑坡等地质灾害风险，以此降低自然灾害对设施的潜在威胁。布局设计时，要依据危化品的不同危险特性，如爆炸品、易燃液体、有毒气体等，严格遵循防火、防爆、防泄漏等规范要求。合理划分不同危化品的储存区域，确保各区域之间保持足够的安全距离，避免危险相互波及。此外，还需精心选择适配的储存设备和先进工艺，从源头上全方位保障设施的安全性。

1.2 建设施工阶段

建设施工质量对危化品储存设施的安全性能起着决定性作用。在施工进程中，务必严格依照设计图纸与施工标准展开操作。从建筑结构的搭建来看，无论

是基础的深度、墙体的厚度，还是梁柱的尺寸与材质，都要精准无误，以确保建筑结构具备足够的稳固性，能够抵御地震、大风等外力冲击。对于设备安装，更要追求极致的精准度，像各类储罐、输送管道的安装位置、连接方式等都需严格契合设计要求，避免因安装偏差导致泄漏等安全隐患。与此同时，要着重加强对施工材料和构配件的质量把控。对每一批次的钢筋、水泥、管材等材料，都要进行严格的质量检测，坚决杜绝使用不合格产品。一旦发现材料存在质量瑕疵，立即予以退换，绝不让其进入施工现场。在施工现场，强化安全管理也至关重要。通过开展定期的安全培训，规范施工人员的操作行为，使其深刻理解并严格执行安全操作规程。要求施工人员在作业时正确佩戴安全帽、安全带等防护装备，严禁违规动火、高处抛物等危险行为，全方位为设施的安全运行筑牢坚实基础。

1.3 运营维护阶段

运营维护阶段在危化品储存设施的生命周期里占据着极为关键的位置，它不仅时间跨度最长，而且管理内容最为复杂多样。此阶段涵盖了日常储存管理，包括对危化品出入库的严格登记、库存数量的精准盘

点,以及依据其特性合理规划存储布局等。设备维护也是重点,各类储存设备如储罐、管道、阀门等,需定期进行全面的维护保养,从简单的清洁、润滑,到复杂的零部件更换、性能调试,都要严格按照设备维护手册执行。

安全监测同样至关重要,需建立健全完善的安全管理制度,定期对设备开展检测检验,利用先进的传感器、监控系统等技术手段,对危化品储存环境的温度、湿度、压力以及设备运行状态进行实时监控。一旦发现数据异常,立即启动预警机制,安排专业人员排查处理,从而及时发现并消除潜在的安全隐患,确保危化品储存设施始终处于安全稳定的运行状态。

1.4 退役拆除阶段

当危化品储存设施达到使用寿命或因其他原因需要退役拆除时,同样存在一定的安全风险。拆除过程中,可能会涉及残留危化品的处理、拆除工艺的选择以及拆除现场的安全管理等问题。因此,必须制定科学合理的退役拆除方案,对残留危化品进行妥善处置,采用安全可靠的拆除工艺和设备,确保拆除工作安全有序地进行。

2 基于生命周期理论的危化品储存设施全流程安全管理体系构建

2.1 规划设计阶段安全管理

2.1.1 风险评估与选址优化

运用科学的风险评估方法,如定量风险评估(QRA)技术,对不同选址方案进行全面细致的风险评估。通过计算潜在事故对周边环境和人员的影响范围及程度,综合考虑各种因素,选择风险最低的选址。确保储存设施与居民区、学校、医院等重要目标之间保持足够的安全距离,同时充分考虑当地的自然地理条件,如地形地貌、风向风速、地质构造等,避免因自然灾害引发危化品事故。

2.1.2 布局与工艺设计安全

依据危化品的危险特性和储存量,按照防火、防爆、分区隔离等原则进行科学合理的布局设计。设置合理的防火间距、消防通道和应急救援设施,确保在发生事故时能够迅速有效地进行救援。在工艺设计方面,采用先进、成熟、可靠的储存工艺,尽可能减少人工操作环节,提高自动化控制水平,降低人为失误风险。对储存设施的压力、温度、液位等关键参数进行严格的控制设计,配备完善的安全联锁装置和紧急切断系统,确保在异常情况下能够及时采取有效的控制措施。

2.2 建设施工阶段安全管理

2.2.1 施工质量控制

建立严格的施工质量监督体系,要求施工单位具备相应的资质和丰富的危化品储存设施建设经验。加

强对施工过程的质量检验,对基础工程、主体结构、设备安装等关键环节进行重点把控。例如,对储罐的焊接质量进行严格的无损检测,确保焊缝质量符合相关标准要求。同时,监理单位要切实履行职责,对施工过程进行全程监督,及时发现并纠正施工中的质量问题,确保施工质量达到设计要求。

2.2.2 施工安全管理

为保障危化品储存设施建设施工安全,需制定详尽的施工安全管理制度与操作规程。制度中明确各岗位安全职责,操作规程细化到每一项施工步骤。同时,对施工人员开展全面且深入的安全教育培训,采用理论讲解、案例分析、实操演练等多种形式,让其充分了解施工过程中的各类安全风险,如物体打击、触电、中毒窒息等,以及相应的防范措施。

在施工现场的显著位置,设置清晰醒目的安全警示标志,时刻提醒人员注意安全。针对高处作业、动火作业、有限空间作业等特殊作业,实行严格的审批制度,作业前必须进行风险评估,审批通过方可作业。为施工人员配备齐全且符合标准的安全防护用品,如安全帽、安全带、防毒面具等,同时配备必要的应急救援设备,如急救箱、担架、灭火器等。

2.3 运营维护阶段安全管理

2.3.1 安全管理制度建设

建立健全涵盖人员管理、设备管理、储存管理、应急管理等方面的安全管理制度。明确各岗位的安全职责,制定详细的操作规程和考核标准。例如,制定危化品出入库管理制度,严格控制危化品的出入库流程和数量;建立设备巡检制度,规定巡检的内容、频次和记录要求,确保设备始终处于良好的运行状态。加强对安全管理制度的宣贯和培训,确保全体员工熟悉并严格遵守制度要求。

2.3.2 人员培训与管理

为保障危化品储存设施的安全运行,对其操作人员与管理人员开展定期安全培训意义重大。培训内容涵盖多个关键方面,首先是危化品的特性,详细讲解各类危化品的物理化学性质,如易燃易爆性、腐蚀性、毒性等,让人员清楚了解操作对象的危险所在。其次为安全操作规程,细致规范从设备启动、物料装卸到设备关停的每一个操作步骤,确保操作标准化。再者是应急处置方法,传授火灾、泄漏、中毒等突发情况下的应对措施,包括如何正确使用应急设备、组织疏散等。

培训采用理论学习与实际操作演练相结合的方式,通过课堂讲授让人员掌握理论知识,再借助模拟场景实操,提升其实际应对能力,以此提高人员的安全意识与操作技能。只有考核合格者方可上岗作业,并且定期安排复训,使人员不断更新知识和技能,以

适应不断变化的安全要求。与此同时，加强人员的日常管理，严禁违规操作和擅自离岗行为，建立健全人员考核激励机制，对表现优秀的员工给予奖励，对违规者予以惩戒，充分调动员工的积极性和主动性，全方位保障危化品储存设施的安全运营。

2.3.3 设备维护与监测

制定详细的设备维护保养计划，定期对储存设施、设备进行维护保养，如对储罐进行防腐处理、对阀门进行检修更换等。采用先进的监测技术，如在线监测系统、无损检测技术等，对设备的运行状态、结构完整性等进行实时监测和定期检测。建立设备故障预警机制，及时发现设备潜在故障，采取有效的维修措施，避免设备故障引发事故。同时，建立设备档案，记录设备的采购、安装、使用、维护、维修等全过程信息，为设备的管理和维护提供依据。

2.3.4 安全风险评估与隐患排查治理

定期对危化品储存设施进行安全风险评估，识别潜在的安全风险，并制定相应的风险控制措施。采用安全检查表、故障树分析、危险与可操作性分析等方法，对设施的各个环节进行全面细致的风险评估。同时，加强隐患排查治理工作，建立隐患排查治理台账，对排查出的安全隐患进行分级管理，明确整改责任人、整改期限和整改措施，确保隐患得到及时有效的治理。定期对隐患排查治理情况进行总结和分析，不断完善隐患排查治理机制。

2.4 退役拆除阶段安全管理

2.4.1 残留危化品处理

在退役拆除前，必须对储存设施内的残留危化品进行彻底清理和妥善处理。根据危化品的特性，选择合适的处理方法，如中和、稀释、回收利用等。对无法处理的危化品，应委托有资质的单位进行处置，确保残留危化品不会对环境和人员造成危害。在处理过程中，要严格遵守相关法律法规和操作规程，加强安全防护，防止发生泄漏、中毒等事故。

2.4.2 拆除方案制定与实施

制定详细的退役拆除方案，方案应包括拆除顺序、拆除方法、安全防护措施、应急救援预案等内容。拆除顺序应遵循先上后下、先外后内、先非承重结构后承重结构的原则，避免因拆除顺序不当引发坍塌等事故。拆除方法应根据设施的结构特点和实际情况选择，如人工拆除、机械拆除、爆破拆除等。在拆除过程中，要严格按照拆除方案进行操作，采用安全可靠的拆除设备和工具，加强对拆除现场的安全管理，设置明显的安全警示标志，对拆除作业人员进行安全教育培训，确保拆除工作安全有序地进行。同时，要制定完善的应急救援预案，配备必要的应急救援设备和物资，提

高应对突发事件的能力。

3 案例分析

3.1 案例背景

某大型化工企业拥有多个危化品储存设施，储存多种危险化学品，如甲醇、硫酸、液氨等。为了提高危化品储存设施的安全管理水平，该企业引入生命周期理论，构建全流程安全管理体系。

3.2 安全管理体系实施情况

在规划设计阶段，该企业通过风险评估，选择了远离居民区和环境敏感区的厂址，并对储存设施进行了合理布局。采用先进的储存工艺和自动化控制系统，提高了设施的本质安全水平。①在建设施工阶段，严格把控施工质量，对施工过程进行全程监督。施工单位按照设计要求和施工标准进行施工，确保了设施的建设质量。②在运营维护阶段，建立了完善的安全管理制度，加强人员培训和设备维护监测。定期对设施进行安全风险评估和隐患排查治理，及时发现并消除了大量安全隐患。③在退役拆除阶段，制定了详细的拆除方案，对残留危化品进行了妥善处理。拆除过程中，严格按照方案进行操作，确保了拆除工作的安全顺利进行。

3.3 实施效果

通过实施基于生命周期理论的全流程安全管理体系，该企业危化品储存设施的安全管理水平得到了显著提升。近年来，未发生任何重大安全事故，保障了企业的生产运营和周边环境安全。同时，通过优化管理流程和提高设备运行效率，降低了企业的运营成本，提高了企业的经济效益和社会效益。

4 结论

基于生命周期理论构建危化品储存设施全流程安全管理体系，是提升危化品储存设施安全管理水平的有效途径。通过对危化品储存设施在规划设计、建设施工、运营维护和退役拆除各阶段的全面管理，能够系统地识别和控制各阶段的安全风险，实现从源头到终端的全过程安全管控。在实际应用中，各危化品储存企业应结合自身实际情况，不断完善和优化安全管理体系，加强安全管理技术创新和人才培养，提高安全管理的精细化水平。同时，政府相关部门应加强对危化品储存设施安全管理的监管力度，完善相关法律法规和标准规范，为危化品行业的安全发展营造良好的环境。只有这样，才能有效保障危化品储存设施的安全运行，促进化工行业的可持续发展。

参考文献：

- [1] 王慧丽. 危险化学品监管机制建构研究 [D]. 山东师范大学, 2014.
- [2] 高宝杰. 化工企业危化品储存安全管理及事故应急管理措施研究 [J]. 石油石化物资采购, 2024(21):130-132.