

油气储运罐区设计思路及管理研究

柴立东（中国石化海南炼油化工有限公司，海南 儋州 578101）

摘要：随着石油化工产业规模的不断扩大和安全环保要求的日益提高，油气储运罐区的科学设计和规范管理显得尤为重要。通过分析罐区位置选择、布局规划、储罐容量规划和管道布置优化等设计要素，结合安全管理、设备维护、操作方式优化及应急预案等管理措施，系统地探讨油气储运罐区的科学建设与高效运营。科学合理的设计思路是确保储运安全的基础，而完善的管理体系则是实现高效运营的保障。

关键词：油气储运；罐区设计；安全管理

0 引言

油气储运是石油化工产业链中的重要环节，其安全性和可靠性直接关系到整个生产系统的稳定运行。随着石油化工行业的快速发展，对油气储运罐区的设计和管理提出更高要求。储运罐区作为石油化工企业的关键设施，其设计合理性和管理有效性显得尤为重要。本文重点探讨球罐、常压罐、低温乙烯罐和低温LPG储罐等不同类型储罐的设计思路和管理措施，为提升储运罐区的整体运营水平提供参考。

1 油气储运罐区设计思路

1.1 罐区位置选择

罐区位置选择是储运系统设计的首要环节，其科学性直接影响储运系统的安全性和经济性。选址过程需重点考虑以下因素：

首先，地质条件是选址的基础要素，应选择地势平坦、土质均匀、地基承载力满足要求的区域，避开地震断裂带、滑坡、泥石流等地质灾害易发区。同时需进行详细的地质勘察，确保地下水位、土壤腐蚀性等指标满足设计要求。

其次，气象环境因素对储罐区的安全运营有着重要影响，需充分考虑主导风向，确保储罐区位于居民区和重要公共设施的下风向，同时还要考虑极端天气影响，如台风、暴雨、雷电等。

水文条件也是重要考虑因素，选址应避开洪水淹没区和地表水源保护区，确保发生泄漏时不会污染水源。此外，交通便利性方面，应综合考虑公路、铁路、码头等运输方式的可达性，确保原料和产品运输便捷高效^[1]。同时，还需考虑与周边设施的安全距离，包括与居民区、学校、医院等公共设施的防护距离，与其他危险化学品设施的防火间距等。选址还应充分考虑场地的经济性，包括场地平整成本、基础设施配套投入等，实现安全性和经济性的最优平衡。

1.2 合理布局规划

罐区布局规划需遵循“安全第一、布局合理、节约用地”的原则。不同类型储罐的布置需根据其特性进行科学规划：对于球罐，主要用于储存液化烃等压力储存介质，布置时需特别注意防火防爆要求，各球罐之间应保持足够的安全间距，一般不小于相邻球罐直径之和。常压罐多用于储存原油、成品油等常压介质，布置时应充分考虑便于检修维护的要求，罐组之间的距离应满足消防车辆通行要求，并设置完善的防火堤系统。

低温乙烯罐和低温LPG储罐的布置则需重点考虑保温系统的完整性，应设置防冷辐射措施，并确保制冷系统的可靠性。罐区总体布局应确保消防通道的畅通性，主要消防通道宽度不小于6m，次要消防通道不小于4m。此外，辅助设施的布置也需统筹考虑，包括泵区、装卸区、控制室等，应确保操作方便且满足安全间距要求。电气设备的防爆等级选择需与储存介质的危险等级相匹配，确保整个系统的本质安全。

1.3 储罐容量规划

储罐容量规划是确保生产经营正常运行的关键环节，需要基于多个因素进行系统规划。首先，应根据年度物料周转量进行基础测算，考虑进出料速率、储存周期等因素^[2]。对于球罐储存系统，需考虑压力介质的膨胀系数，通常充装系数控制在0.85–0.90之间，确保安全裕度。常压储罐的容量规划则需考虑原料供应的稳定性和产品销售的季节性波动，通常设置15—30天的储存周期。

其次，需考虑生产装置负荷变化的影响，包括开停车过程中的物料缓冲需求，以及装置异常情况下的应急储存需求。此外，储罐容量的确定还需进行技术经济论证，权衡建设成本和运营效益，避免出现储存容量过剩或储存周期过长导致的资金占用，同时也要

防止容量不足影响生产运营的情况。对于不同规格储罐的数量配置,应本着标准化、模块化的原则,便于管理和维护。

1.4 管道布置优化

管道系统是连接各个储罐和工艺单元的纽带,其布置的合理性直接影响整个系统的安全性和经济性。首先,应采用最短路径原则,合理规划管道走向,减少管道长度和弯头数量,降低系统阻力和建设成本。对于不同介质的管道,应根据其物理化学性质合理分层布置,高压管道和低温管道优先考虑,确保检修维护方便。其次,需充分考虑管道的热胀冷缩补偿,对于长距离直管段,应设置补偿器或利用管道自身柔性进行补偿。

此外,管道支架的设计和布置需保证管道系统的稳定性,支架间距应经过力学计算确定,并考虑管道保温层重量的影响。在易发生冲击力的部位,如泵出口处,应加强支架设计。同时,对于低温管道,保温层设计需确保足够的保温效果,并防止冷凝产生,保温层厚度应通过传热计算确定。最后,管道布置还需考虑防腐要求,在易发生腐蚀的部位采用合适的防腐措施,并预留检测点位。对于地下管道,需特别注意防腐层的保护和阴极保护系统的设置。

2 油气储运罐区管理措施

2.1 安全管理策略

2.1.1 严格执行安全管理制度

安全管理制度是确保罐区安全运营的基础,需要建立完整的制度体系并保证其有效执行。首先,应建立健全作业许可制度,对进入罐区的人员、车辆、作业设备等实行严格管理,特殊作业必须办理专门的作业许可证^[3]。其次,完善安全检查制度,建立日常巡检、定期检查、专项检查相结合的多层次检查体系,重点关注储罐本体、安全附件、仪表系统、紧急切断装置等关键设备的运行状态。此外,建立完善的交接班制度,确保各项运行参数、异常情况、注意事项等信息得到准确传递。还需建立隐患排查治理制度,定期开展安全风险评估,建立隐患清单和整改台账。在制度执行过程中,应明确各岗位安全职责,建立考核评价机制,将安全管理绩效与员工薪酬挂钩,形成激励约束机制。对于违反安全管理规定的行为,必须严格追究责任,确保制度执行不走形式。

2.1.2 加强储运过程安全控制

储运过程安全控制需要覆盖物料装卸、储存、输

送等全过程,建立多层次的安全防控体系。在硬件设施方面,配备完善的自动化监控系统,通过分布式控制系统(DCS)实时监测储罐压力、温度、液位、可燃气体浓度等关键参数。对于压力储罐,应重点监控压力变化趋势,设置高低压报警限值;对于低温储罐,需密切关注温度变化,确保制冷系统正常运行。

在管理措施方面,建立标准化的装卸作业规程,规范装卸工序,明确各项安全防护要求。特别是在易燃易爆物料的装卸过程中,必须严格执行静电消除、气体置换等安全措施。同时,建立完善的检测维护制度,定期对安全阀、压力表、液位计等关键设备进行检定校验,确保其准确可靠。此外,还应建立应急处置预案,配备必要的应急物资和器材,定期开展应急演练,提高突发事件的应对能力。

2.2 设备维护与管理

2.2.1 定期开展,及时发现并解决问题

设备维护工作应建立全面的预防性维护机制,实施科学的检查维护计划。建立分级检查制度,包括日常巡检、周期性检查和专项检查^[4]。日常巡检重点关注储罐外观、压力表读数、温度显示、管道连接处等易发生问题的部位;周期性检查主要针对储罐本体、阀门、仪表等关键设备进行全面检测;专项检查则针对特定设备或特殊时期开展专门检查。对于低温储罐,需重点关注保温层完整性、支撑结构稳定性、制冷系统运行状态等关键部位。

建立设备健康管理体系,利用在线监测、红外检测、超声波检测等先进技术手段,及时发现设备潜在问题。通过建立设备状态评估模型,预测设备可能出现的故障,实现预知性维护。此外,完善检查记录和问题处理机制,对发现的问题建立台账,制定整改计划并跟踪落实,确保问题得到及时有效解决。

2.2.2 制定并执行维修计划和标准

设备维修工作应建立科学的计划管理体系,确保维修工作的规范性和有效性。首先,制定年度维修计划,包括日常维修、定期维修和大修计划,明确各类维修工作的周期、内容、质量标准和责任人。其次,建立标准化的维修作业规程,针对不同类型设备制定详细的维修工艺指导书,规范维修操作流程。对于关键设备维修,必须执行专家评审制度,确保维修方案的可行性。

此外,建立维修质量控制体系,从维修前准备、维修过程控制到维修后验收,实施全过程质量管理。

特别是对于压力容器等特种设备的维修,必须严格执行相关法规标准,确保维修资质和质量符合要求。最后,建立完善的维修档案管理系统,详细记录维修原因、方案、过程和结果,为设备管理决策提供数据支持。

2.3 操作方式优化

2.3.1 合理安排作业时间,避免恶劣天气时作业

作业时间安排必须以安全为前提,建立科学的作业管理体系。首先,建立作业计划审批制度,对计划作业进行风险评估,合理安排作业时间和人员配置。特别是在储罐清洗、检维修等高风险作业中,必须充分考虑天气因素的影响^[5]。其次,建立气象监测预警机制,实时掌握天气变化情况,建立不同级别的天气预警响应机制。在雷雨、大风等恶劣天气条件下,应及时发布预警信息,按照预案要求降低或暂停作业。此外,完善作业现场管理,配备必要的气象监测设备,建立现场巡查制度,及时发现和处理异常情况。最后,建立作业过程评估机制,定期分析作业安排的合理性,优化作业计划管理流程。

2.3.2 提高员工素质和技能水平

员工素质和技能水平是确保储运安全的关键因素。首先,建立完善的培训体系,包括入职培训、岗位培训、专业技能培训和安全教育等多个层次。培训内容应涵盖操作规程、安全知识、应急处置、法律法规等各个方面。其次,采用多样化的培训方式,如理论授课、实操训练、模拟演练等,增强培训效果。特别是对于特种设备操作人员,必须严格执行持证上岗制度,定期进行复审。此外,建立岗位技能评价体系,定期开展技能考核,将考核结果与岗位晋升、薪酬待遇挂钩,激励员工不断提升技能水平。最后,建立技术交流机制,组织开展技术比武、经验分享等活动,营造良好的学习氛围。

2.3.3 建立科学合理的管理机制

管理机制是确保各项工作有序开展的制度保障。首先,建立健全岗位责任制,明确各岗位的工作职责、操作权限和质量标准,实行岗位责任制和责任追究制。其次,完善绩效考核制度,建立科学的考核指标体系,将安全生产、操作规范、设备管理等纳入考核范围。此外,建立有效的激励约束机制,设立合理的奖惩标准,对表现优秀的员工给予表彰奖励,对违规操作行为进行严肃处理。最后,建立持续改进机制,定期开展管理评审,及时发现和解决管理中存在的问题,不断优化管理流程和制度。通过科学的管理机制,促进

员工自觉遵守各项规章制度,提高工作质量和效率。

2.4 建立应急预案

应急预案是确保突发事件得到及时有效处置的重要保障,需要建立科学完善的预案体系。首先,应建立分级管理的应急预案体系,包括综合应急预案、专项应急预案和现场处置方案。综合应急预案重点明确应急组织机构、职责分工、响应程序等内容;专项应急预案针对火灾爆炸、泄漏、自然灾害等具体事故类型,制定详细的处置措施;现场处置方案则针对具体岗位可能发生的突发事件,规定操作人员的应急处置程序。其次,预案编制过程中应充分进行风险评估,识别各类风险因素,科学确定应急措施^[6]。此外,建立应急资源保障体系,配备必要的应急设备、物资和器材,并定期检查维护,确保应急状态下能够正常使用。最后,要高度重视应急演练工作,建立演练计划,采用桌面推演、实战演练等多种形式,全面检验预案的可操作性。通过演练总结和评估,及时发现预案中存在的问题,不断完善和更新预案内容,提高应急处置能力。

3 结束语

油气储运罐区的安全高效运营需要科学的设计思路和完善的管理措施相互支撑。通过合理的选址布局、科学的容量规划、优化的管道布置,为安全运营奠定基础;通过严格的安全管理、规范的设备维护、优化的操作方式和完善的应急预案,确保储运系统的稳定运行。随着科技进步和管理水平的提升,油气储运罐区的设计和管理将不断优化完善,为石油化工产业的发展提供更加可靠的保障。

参考文献:

- [1] 王志展. 油气储运罐区设计思路及管理措施刍议 [J]. 商品与质量, 2020(11):91-92.
- [2] 梅舟营. 油气储运中油气回收技术的应用 [J]. 化工设计通讯, 2024, 50(3):34-36.
- [3] 甄志卓. 油气储运罐区设计思路及管理措施刍议 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(16):73-75.
- [4] 金满良. 经济贸易全球化背景下中国油气储运业的优势研究 [J]. 中国化工贸易, 2023(15):1-3.
- [5] 周明占, 王云锐, 唐国迅. 油品储运罐区运行管理常见问题及措施 [J]. 户外装备, 2023(6):114-116.
- [6] 高俊杰. 港口油气储运设施本质失效风险分析 [J]. 中国储运, 2022(006):101-103.