

油气储运技术及油气储运设施安全维护

李冰洋

新疆新捷燃气有限责任公司昌吉分公司 新疆 乌鲁木齐 830011

摘要: 油气作为现代能源体系的核心支柱,其储运过程的技术应用与安全维护关乎能源稳定供应与社会经济发展。当前,油气储运设施老化、安全管理缺陷及人员素质差异等问题凸显,严重威胁系统运行安全。管道输送、储罐储存、装卸等关键技术的优化升级成为行业突破重点。通过强化设施检测评估、完善安全管理制度、推进技术升级改造等策略,可有效提升油气储运系统安全性与可靠性,为能源行业高质量发展提供有力保障。

关键词: 油气储运;技术;设施安全维护

引言

在全球能源需求持续增长的背景下,油气储运作为能源供应链的关键环节,其技术水平与安全管理状况直接影响国家能源安全与经济发展。然而,设施老化引发的泄漏风险、安全管理制度的滞后性,以及操作人员专业能力参差不齐等问题,给油气储运系统带来诸多挑战。本文围绕油气储运技术发展与设施安全维护,深入分析现存问题,探讨关键技术应用,并提出针对性维护策略,旨在为行业安全高效运行提供理论与实践参考。

1 油气储运概述

油气储运是石油和天然气产业链中至关重要的环节,涵盖从油气田到终端用户的全过程,包括油气的收集、处理、储存和运输等。这一过程通过长距离油气输送管线、油罐列车、油轮等多种方式实现,确保能源从生产地高效、安全地输送至炼油厂、石油化工厂及用户。油气储运技术体系复杂,涉及多学科交叉。储存环节通过外部加压充热技术,实现油气混合物质的稳定储存,减少占地面积并降低经济成本;运输环节则依赖液化技术与气体技术,前者通过加热容器形成压力差实现油气液化,后者侧重气体属性测量与运输保护,构建专门管道并采用多种材料封装抗压。管道材料涵盖金属、塑料、玻璃纤维等,确保油气在复杂环境中安全运输。智能化与低碳化是油气储运技术发展的核心方向。数字孪生技术实现管道全生命周期管理,使事故率下降50%,无人机巡检覆盖率超70%,检测成本降低50%;低碳技术方面,CCUS产业化进程加速,氢能储运技术取得突破,30MPa高压气态储氢罐国产化率超90%,液氢船运成本下降50%。这些创新不仅提升了储运效率与安全性,还为行业可持续发展奠定了基础。油气储运工程作为能源动脉的关键纽带,其技术进步直接关系国家能源安全与经济稳定。随着全球能源需求增长与结构转型,行业正从规

模扩张转向质量跃迁,通过资源整合、技术攻坚与碳管理构建核心壁垒,逐步构建起安全、绿色、智能的新型能源储运体系。

2 油气储运设施安全维护现状分析

2.1 设施老化问题突出

油气储运设施长期处于高压、腐蚀、高温等复杂工况下运行,金属管道、储罐等核心设备随着服役年限增长,材料性能逐渐劣化。以埋地输油管道为例,土壤中的微生物腐蚀、杂散电流干扰,使得管壁厚度逐年减薄,即便采用防腐涂层与阴极保护技术,仍难以完全遏制腐蚀进程。在一些运营超过20年的油气田集输管网中,管道内检测数据显示,局部区域壁厚减薄率超过30%,形成大量潜在的腐蚀穿孔风险点。储罐设施同样面临严峻考验,长期储存腐蚀性介质导致罐底板局部腐蚀严重,罐壁焊缝在交变应力作用下易产生疲劳裂纹,部分储罐的安全附件如呼吸阀、紧急切断阀因老化出现密封失效,极大削弱了设施的本质安全水平。老旧设施的改造更新进度滞后于设施老化速度,新建设施的技术优势难以弥补既有设施存在的结构性缺陷,使得设施整体安全性持续下降^[1]。

2.2 安全管理存在漏洞

油气储运系统的安全管理涵盖设备运维、风险管控、应急处置等多个环节,任一环节的疏漏都可能引发系统性风险。在设备日常运维中,部分企业对设施的完整性管理缺乏系统性,未建立基于风险的检测评估机制,使得一些隐蔽性缺陷无法及时发现。例如,对长输管道外防腐层破损点的检测依赖传统人工巡检,难以全面覆盖复杂地形区域,导致防腐层破损处持续遭受土壤腐蚀。风险管控方面,隐患排查多停留在表面,未能运用大数据分析、风险矩阵等工具对潜在风险进行量化评估,使得高风险作业活动在执行过程中缺乏有效的风险

防控措施。应急管理体系也存在不足,应急演练多流于形式,应急预案与实际工况脱节,应急物资储备分散且缺乏动态更新,一旦发生泄漏、火灾等突发事件,难以快速响应并有效控制事态发展,致使事故影响范围扩大,造成更大的经济损失与环境破坏。

2.3 人员素质参差不齐

油气储运作业对操作人员的专业技能与安全意识要求极高,而当前从业人员的能力水平存在显著差异。部分一线操作人员虽具备一定实操经验,但缺乏系统的理论知识支撑,对设备的工作原理、工艺参数理解不深,难以准确判断设备运行状态的细微变化。在复杂的操作场景下,如管道清管作业、储罐切换操作,容易因误操作引发安全事故。技术人员队伍中,掌握先进检测技术与数据分析能力的高端人才稀缺,对智能检测设备如漏磁内检测、声发射检测等仪器的使用与数据分析不够深入,无法充分挖掘检测数据背后的潜在隐患。随着油气储运行业新技术、新工艺的不断应用,部分人员知识更新滞后,对数字孪生、智能运维等新兴技术缺乏认知,难以适应行业智能化发展需求,导致在实际工作中无法有效利用新技术提升设施安全管理水平,给安全生产带来潜在风险。

3 油气储运的关键技术

3.1 管道输送技术

管道输送作为油气储运的核心方式,依托复杂的流体力学原理与材料科学应用实现高效传输。在长距离油气输送中,管道系统需精准平衡流体摩阻与输送能耗,通过优化管径、壁厚设计及内涂层技术降低介质流动阻力,同时采用智能清管器对管道内部进行周期性清洁维护,清除管壁结垢、蜡沉积等杂质,保障输送效率与安全性。对于天然气输送,常采用高压输送工艺,通过沿线压缩机站维持稳定压力,提升单位管道输气能力;原油输送则依据油品特性,灵活运用加热输送、加降凝剂输送等技术,确保高黏度原油在管道内的流动性。随着智能化技术的深入应用,管道监测系统集成光纤传感、应力监测、泄漏检测等功能,实时感知管道运行状态,当发生微小泄漏或异常应力变化时,系统可迅速定位故障点并预警,结合数字孪生技术构建的虚拟管道模型,实现对输送过程的精准模拟与优化调控,显著提升管道输送的可靠性与智能化水平。

3.2 储罐储存技术

储罐作为油气储存的核心设施,其技术涵盖结构设计、防腐工艺与安全保障等多个层面。在结构设计上,大型立式储罐采用预应力混凝土或钢制穹顶结构,增强

罐体承压能力与稳定性,适应大规模油气储存需求;低温储罐则通过双层壁结构与真空绝热技术,维持液化天然气(LNG)等低温介质的储存温度,减少蒸发损耗。防腐技术是储罐长期安全运行的关键,罐体内壁采用玻璃鳞片、环氧涂层等高性能防腐材料,结合阴极保护系统,有效抵御介质腐蚀;罐底板则通过牺牲阳极保护与定期检测维护,预防局部腐蚀穿孔。安全保障方面,储罐配备高灵敏度的液位、温度、压力监测装置,联动紧急切断阀、呼吸阀等安全附件,当储罐内参数异常时,系统自动触发安全措施,防止超压、泄漏等事故发生。新型智能储罐管理系统通过物联网技术,实现储罐状态的远程实时监控与数据分析,为储罐的维护决策提供科学依据,延长储罐使用寿命,保障油气储存安全^[2]。

3.3 油气装卸技术

油气装卸作业是连接储存与运输环节的重要枢纽,其技术的高效性与安全性直接影响整个储运链条的运行效率。在铁路与公路装卸领域,密闭装卸鹤管系统广泛应用,通过与油罐车的快速对接,实现油气的密闭输送,减少挥发损耗与环境污染;采用定量装车控制系统,精准控制装卸流量与液位,避免溢油事故发生。港口油轮装卸作业则依托大型输油臂、海底管道及配套计量系统,构建高效的装卸流程。输油臂具备灵活的旋转、伸缩功能,可适应不同吨位油轮的装卸需求,配合高精度质量流量计与密度检测仪,实现装卸量的精确计量与油品质量管控。为应对突发状况,装卸区域设置完善的消防系统与泄漏应急处置设施,如泡沫灭火装置、围油栏等,确保装卸作业安全可控。随着自动化技术的发展,无人化装卸系统逐渐应用,通过远程控制与智能监测,减少人员操作风险,提升装卸作业的安全性与效率,推动油气装卸技术向智能化、自动化方向迈进。

4 油气储运设施安全维护策略

4.1 强化设施检测与评估

(1) 采用先进检测技术。运用漏磁内检测、声发射检测等智能检测设备,可对油气储运设施全面检测,精准发现管道内部腐蚀、裂纹及储罐底板腐蚀、罐壁变形等问题,准确性和效率远超传统人工检测,能及时发现隐蔽性缺陷。利用光纤传感技术,可实时监测管道应力变化和泄漏情况,实现动态感知。(2) 建立定期检测机制。根据设施的类型、服役年限、运行工况等因素,制定科学合理的检测周期,对油气管道、储罐等核心设备进行定期检测。例如,对于运行超过一定年限的埋地输油管道,增加内检测的频次;对储罐的安全附件如呼吸阀、紧急切断阀等,定期进行功能性测试,确保其在

关键时刻能够正常工作,及时发现并处理潜在的安全隐患。(3)深入数据分析评估。对检测所获得的数据进行深入分析,运用大数据分析技术、风险矩阵等工具,建立设施完整性评估模型,对设施的安全状况进行量化评估,准确识别高风险区域和薄弱环节,为设施的维护、维修和更新改造提供科学依据,以便采取针对性的措施,有效降低安全风险^[3]。

4.2 完善安全管理制度

(1)构建全面运维体系。建立基于风险的设施完整性管理体系,涵盖设备的日常巡检、维护保养、故障维修等各个环节。明确各岗位人员的职责,制定详细的操作规程和作业指导书,确保设备运维工作的规范化和标准化,使每一项操作都有章可循,减少因人为操作不当引发的安全事故。(2)加强风险管控力度。强化隐患排查工作,不仅仅停留在表面检查,而是运用科学的方法和工具,对潜在风险进行全面深入的分析和评估。例如,对高风险作业活动,如动火作业、受限空间作业等,实施严格的风险审批制度,制定详细的风险防控措施,在作业过程中进行全程监控,确保风险处于可控状态。(3)优化应急管理流程。完善应急预案,使其与实际工况紧密结合,定期组织实战化的应急演练,检验和提升应急预案的可操作性和有效性。加强应急物资的管理,建立集中统一的应急物资储备库,并进行动态更新和维护,确保应急物资在突发事件时能够及时调配、有效使用,快速响应并控制事故发展,减少事故损失。

4.3 推进设施技术升级与改造

(1)更新关键设备设施。对于老化严重、存在重大安全隐患的油气储运设施,如服役年限长的管道、储罐等,进行及时更新换代,采用新型的高性能材料和先进的制造工艺,提高设施的本质安全水平。例如,更换耐腐蚀性能更好的管道材料,采用具有更高强度和密封

性的储罐结构,从根本上降低设施发生故障和事故的风险。(2)应用智能运维技术。积极推广数字孪生、智能监控等新技术在油气储运领域的应用,通过构建数字孪生模型,实现对设施全生命周期的精准管理和优化调控。利用智能监控系统实时掌握设施的运行状态,对异常情况进行及时预警和处理,提高设施的运维效率和安全性,降低人工成本和劳动强度。(3)探索绿色节能改造。顺应低碳化发展趋势,开展油气储运设施的绿色节能改造,采用节能型的设备和工艺,降低能源消耗和碳排放。例如,优化管道输送工艺,采用高效的压缩机、泵等设备,降低输送能耗;在储罐储存方面,采用先进的隔热保温技术,减少油气蒸发损耗,实现油气储运行业的可持续发展^[4]。

结语

综上所述,油气储运技术创新与设施安全维护是能源领域长期探索的重要课题。通过对现存问题的剖析,明确了设施老化、管理漏洞及人员素质等制约因素。管道输送、储罐储存、装卸等关键技术的优化,配合检测评估、制度完善与技术升级等维护策略,可显著提升油气储运系统的安全性与稳定性。未来,随着智能化、数字化技术的深入应用,油气储运技术与安全维护将迎来新的发展机遇,持续为能源行业的可持续发展赋能。

参考文献

- [1]刘昕.油气管道及储运设施安全保障技术发展现状及展望[J].中国化工贸易,2023,15(16):157-159.
- [2]李毅.油气储运技术与油气储运设施安全维护[J].建筑工程技术与设计,2020(12):2615.
- [3]王芳,鞠瑞.油气储运设施本质失效风险及对策分析[J].中国化工贸易,2022(28):160-162.
- [4]于爽,牟楠,张林悦.油气管道及储运设施安全保障技术研究[J].中国化工贸易,2023,15(33):139-141.