

化工安全领域油气储运新技术应用发展趋势

郝绪兰 张春霞 (山东永鑫石化科技有限公司, 山东 滨州 256511)

摘要: 全球能源需求持续增长, 油气储运作为化工安全领域关键环节, 安全性、经济性与高效性受重视程度不断提升, 传统储运技术在效率、安全监控及环保方面局限明显, 依赖人工操作、检测手段落后、能耗高均是突出问题, 本文系统分析先进泄漏检测技术、智能储运管理系统及新型材料应用等新技术发展现状, 探讨这些技术在提升安全性、优化运营效率和促进环保方面的作用。新技术应用仍面临研发成本高、与现有设施兼容性差及专业人才短缺等挑战, 文章就此提出相应应对策略, 未来油气储运技术将更注重与物联网、大数据深度融合, 探索绿色环保方向, 推动行业向智能化、高效化、可持续发展迈进。

关键词: 油气储运; 化工安全; 新技术应用; 智能化; 环保技术

中图分类号: TE988 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2026) 003-0013-03

Development Trends of New Technology Applications in Oil and Gas Storage and Transportation in the Field of Chemical Safety

Hao Xulan, Zhang Chunxia (Shandong Yongxin Petrochemical Technology Co., Ltd., Binzhou Shandong 256511, China)

Abstract: With the continuous growth of global energy demand, oil and gas storage and transportation, as a key link in the field of chemical safety, has seen increasing attention to safety, economic efficiency, and effectiveness. Traditional storage and transportation technologies show significant limitations in terms of efficiency, safety monitoring, and environmental protection. The reliance on manual operations, outdated detection methods, and high energy consumption are pressing issues. This paper systematically analyzes the current development status of advanced leakage detection technologies, intelligent storage and transportation management systems, and the application of new materials. It discusses the role of these technologies in enhancing safety, optimizing operational efficiency, and promoting environmental protection. The application of new technologies still faces challenges such as high R&D costs, poor compatibility with existing facilities, and a shortage of professionals. Accordingly, this article proposes relevant countermeasures. In the future, oil and gas storage and transportation technologies will focus more on deep integration with the Internet of Things and big data, exploring green and environmentally friendly directions, and promoting the industry's advancement towards intelligence, efficiency, and sustainable development.

Keywords: oil and gas storage and transportation; chemical safety; new technology application; intelligence

1 油气储运传统技术特点与局限

在化工安全领域, 油气储运是重要环节, 传统技术经长期实践形成相对成熟体系, 工业化进程加速, 能源需求不断增长, 传统储运方式不足逐渐显现。效率层面, 传统储运技术依赖人工操作与简单机械设备, 既限制储运速度, 又增加人力成本, 传统管道运输系统多缺乏智能化监控手段, 运输中无法实时调整流量和压力, 影响整体运行效率, 管道设计未充分考虑复杂地形条件, 部分区域储运线路存在迂回或冗余, 输送效率进一步降低。

此外, 传统储运技术在能源利用与环境保护层面仍存在一定不足, 设备长期使用后老化严重, 搭配相对落后的技术支撑, 使得传统储运系统运行时能耗始终处于较高水平, 与现代社会倡导的绿色发展理念存在明显偏差。在实际储运流程中, 产生的各类废弃物及排放物若处理方式不当, 很容易对周边土壤、水源等生态环境要素造成长期且难以逆转的负面影响, 想

要切实提升油气储运环节的安全性与整体效率, 就必须主动探索新技术的实际应用路径, 以此填补传统技术存在的诸多短板。

2 油气储运新技术应用分析

2.1 先进泄漏检测技术

先进泄漏检测技术引入高精度传感器与智能化算法, 大幅提升油气储运过程安全性, 该技术依托微型机器人深入管道内部、搭配涨套技术加固薄弱部位, 实现对管道的实时监控与修复, 能在泄漏问题萌芽阶段快速定位隐患并完成处理, 管道内部出现压力异常波动或局部腐蚀迹象时, 系统可将监控到的参数变化即时传至监控中心, 避免延迟处理引发的安全事故。数字化管道储运技术应用让泄漏检测效率更高, 通过全面采集管道流量、温度等运行数据, 结合算法深度分析, 提前识别潜在风险, 进一步降低泄漏事故发生概率, 这类技术的落地减少资源浪费, 缓解环境污染问题, 为油气储运安全筑牢技术屏障。

2.2 智能储运管理系统

智能储运管理系统融合人工智能、大数据分析 with 物联网技术, 实现油气储运全过程智能化管理, 系统依托智能调度算法规划最优运输路径, 搭配路径规划模型优化管道网络运输效率, 通过实时监测捕捉交通流量变化与市场需求波动, 动态调整运输计划以降低运营成本。储存环节中, 系统借助大数据分析预判储存需求变化, 精准规划储存容量, 规避资源闲置与额外经济支出, 智能检修机器人可深入高危区域完成设备巡检与故障修复, 进一步提升系统可靠性与安全性, 减少人工操作带来的安全隐患, 这些功能集成提升油气储运整体效率, 为企业提供高水准运营优化方案, 推动行业向智能化、高效化方向稳步发展。

2.3 新型材料在储运设备应用

新型材料的应用显著提升油气储运设备的安全性与耐久性, 碳钢不锈钢复合管凭借优异机械性能与抗腐蚀能力, 逐渐成为油气储运管道首选材料, 这种材料以内层不锈钢管对接热镀锌钢管, 再经缩径、扩径工艺处理, 让两侧材质紧密咬合, 强度稳定在 1MPa 以上, 有效延长管道使用寿命。针对管道外部腐蚀问题, 新型防腐材料研发与落地进一步增强管道耐久性, 这些材料可抵御空气中二氧化碳、硫化氢等气体侵蚀, 还能适应土壤中盐类结晶、水分渗透等复杂环境因素影响, 采用这些新型材料后, 油气储运设备在安全性、经济性和环保性上均有明显改善, 为行业可持续发展筑牢坚实基础。

3 新技术应用面临挑战与应对策略

3.1 技术研发成本

油气储运新技术的研发成本涵盖研发设备购置、实验材料消耗、人力资源投入及技术专利获取等多个关键方面, 这些成本数额通常较高, 尤其在涉及深海油气储运技术或自动化控制系统研发时, 整个过程需要持续注入大量资金作为支撑, 以深海油气储运技术研究为例, 不仅要采购能适应高压环境的高性能工程设备, 还需搭建专业实验室开展复杂水下环境模拟实验, 从水温调控到压力模拟均需精准控制, 这进一步加大研发难度与经济负担。为降低技术研发成本, 企业可采取多种切实策略。主动加强与高校、科研院所的深度合作, 共建研发平台共享实验设备、数据资源和技术成果, 有效减少重复研发造成的资源浪费, 政府可针对这类技术创新项目提供专项扶持资金或实施税收减免优惠政策, 切实激励企业加大技术研发投入, 企业自身也可通过梳理内部管理流程, 优化研发团队分工与项目进度管控, 提升整体研发效率, 从而间接降低单位技术的研发成本。

3.2 与现有设施兼容性

在油气储运领域, 新技术应用常需与现有设施兼容, 这一过程中易面临各类问题, 新型智能储运管理系统接入传统管道网络时, 常因数据传输协议不匹配、硬件接口规格不一致, 导致系统无法稳定运行, 甚至出现数据断层或设备启停异常, 部分新型材料的实际应用, 也会受现有设备设计标准限制——比如材料尺寸、耐受参数与原有设备不契合, 只能通过额外加工调整, 直接影响其推广进度与使用效果。解决兼容性问题, 企业需在技术选型、方案设计阶段, 全面调研现有设施的技术参数、运行年限及负载能力, 确保新技术适配性。可引入中间转换设备实现信号、数据的双向适配, 或针对性升级现有设施的传感器、控制模块等关键部件, 达成新旧技术无缝对接, 制定统一的技术标准与操作规范同样关键, 能有效保障不同技术间的互操作性, 提升整体系统协同运行效率。

3.3 专业人才短缺

油气储运新技术的广泛应用对专业人才提出更高要求, 当前行业内却普遍存在专业人才短缺问题, 这一现象主因是新技术发展速度快, 相关教育与培训体系未能及时跟上, 使得人才培养周期偏长, 且输出数量难以满足需求, 加之油气储运工作常涉及野外、高空或密闭环境, 工作条件相对艰苦, 部分年轻人对这一领域缺乏从业兴趣, 进一步加剧人才供需失衡局面。解决这一问题, 企业需重视专业人才队伍建设, 定期组织专业技能培训, 结合新技术应用场景设计实操课程, 帮助现有员工提升技术水平与综合素质, 加大对高校和科研机构的支持, 联合开设油气储运新技术相关专业方向, 推动校企合作开展定向培养, 输送更多兼具工程实践与理论知识的跨学科复合型人才, 同时提高岗位薪资待遇, 优化野外作业保障设施与室内办公环境, 增强岗位吸引力以吸纳外部优秀人才, 满足新技术应用对人力资源的需求。

4 新技术应用案例分析

4.1 案例一

某海洋油气储运项目以先进深水开发技术、自动化水下技术为核心创新手段, 项目面对海底地貌复杂、长距离输送管设计施工难度大的问题, 引入新型耐腐蚀材料与智能监控系统, 新技术应用显著提升储运系统安全性与运行效率, 新型耐腐蚀材料使管道寿命延长约 30%, 减少腐蚀引发的泄漏事故发生率。智能监控系统部署实现输送管状态实时监测, 故障发生前可及时预警, 避免重大安全事故, 该技术应用还显著提高油气输送效率, 较传统方法减少近 15% 能源损耗。这一案例充分展示新技术在提升化工油气储运安全性

与经济性上的实际成效。

4.2 案例二

另一案例聚焦我国东北地区某冻土区域的油气储运项目，该地区因冬季严寒、夏季温湿度波动的特殊地理环境，储运过程长期面临冻土融化引发的地面不均匀变形与管道接口损坏的严峻挑战。项目团队针对性引入基于自动化控制与智能监测技术融合的创新方案，具体采用高性能复合保温材料包裹管道，并搭配智能传感器实时检测技术，新技术应用初期暴露出与现有设施兼容性不足的问题，在服役超二十年的老旧管道改造中，技术参数适配难题更显突出，团队反复优化设计方案细节，同时强化现场安装调试流程，逐步扫清这些实施障碍。新技术最终显著提升该地区油气储运安全性，冻土导致的管道变形发生率降低约40%，日常输送的运行效率也同步得到改善，此案例清晰显示，新技术落地应用或遇多重挑战，通过科学合理的应对措施仍能收获明显成效。

5 油气储运新技术未来发展趋势

5.1 绿色、环保储运技术探索

在全球能源结构转型背景下，绿色环保储运技术的研发与应用已是油气储运行业重要发展方向，当前油气储运过程面临的环保问题有温室气体排放、泄漏污染及能源消耗，这些问题对生态环境和人类健康构成潜在威胁，行业正积极探索多种环保技术路径，降低储运活动对环境的影响。地面存储领域，新型材料和设计理念广泛应用于储油罐设计，减少挥发性有机化合物排放并提高储存安全性，地下存储技术发展为环保储运提供新解决方案，优化地质力学设计与施工方法能有效防止泄漏事故，降低对土壤和水体的污染风险。清洁能源使用是未来储运技术发展重要方向，利用太阳能或风能为储运设施供电，可减少对化石燃料的依赖，还能显著降低碳排放量，这些环保技术的推广与应用，有助于缓解环境压力，也将为油气储运行业可持续发展注入新动力。

5.2 与物联网、大数据融合

伴随信息技术的迅猛进步，物联网和大数据技术在油气储运领域的应用前景渐趋广阔，正深度变革传统的运营管理模式，物联网技术借助在关键节点布置智能传感器、搭建高速稳定的无线通信网络以及运用强大的云计算平台，做到了对储罐、泵站、管道、阀门等储运设备运行状态的全天时、高精度实时监测与高效的远程智能管控，极大提升了整个储运系统的自动化水准、运行可靠度和本质安全水准。长距离油气管道运输期间，安装于沿线的智能传感器可稳定且持续地实时采集温度、压力、流量、振动及泄漏等关键

参数，还会借助加密通信网络把海量数据实时上传到云端数据中心开展集中存储、融合与智能分析处理，若分析系统检测到参数波动异常或者突破预设安全阈值，可即刻启动多级联动机制，迅速向控制中心与现场人员精准预警，甚至自动开启应急停止程序，有力杜绝潜在的泄漏、爆炸等重大安全风险，切实防范潜在的重大安全隐患。大数据技术的深度运用给油气储运的精准管理与科学决策带来了前所未有的强力支持，企业借助对海量的历史运行数据、设备维护记录、环境监测数据和市场动态信息开展深度挖掘与关联分析，企业可搭建精确的设备健康状态评估与故障预测模型，达成预测性维护；可借助智能算法实现运输路径优化、资源动态调配以及管网压力平衡；结合需求预测和仓储模型，合理谋划储存容量与货物出入库策略，大幅降低设备停机风险、削减能耗、降低库存成本，全面提高整体运营效能。伴随5G、边缘计算、人工智能等技术和物联网、大数据的深度交融，油气储运行业将迅速朝着高度智能化、网络协同化、决策自主化的全新模式迈进，这不仅能大幅增强企业在复杂市场环境中的快速应变能力与关键竞争力，还将通过合理配置资源、减少环境危害、提升安全水平，为油气储运行业的绿色、高效、可持续发展筑牢技术与管理根基。

6 结论

油气储运新技术应用是提升行业安全性、效率与环保水平的关键路径，引入先进泄漏检测、智能管理系统及新型材料，可有效弥补传统技术不足，显著降低事故风险与运营成本，行业面临成本、兼容性与人才方面的挑战，加强产学研合作、政策支持与标准化建设，这些问题有望逐步解决。未来，物联网、大数据技术深度融合，绿色环保理念深入推进，油气储运行业将逐步实现智能化、高效化与可持续发展，为全球能源安全与环境保护作出重要贡献。

参考文献：

- [1] 梁矿生. 油气储运过程中的安全生产管理措施 [J]. 化工设计通讯, 2017(12).
- [2] 苏强. 油气储运中的安全隐患及防范路径 [J]. 石化技术, 2024(11).
- [3] 罗文立. 基于环保节能视角下油气储运安全管理 [J]. 中国储运, 2025(01).
- [4] 童豪杰. 油气储运中的设施安全问题及解决措施 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2024(24).
- [5] 崇钊. 油气储运中的安全隐患及防范探讨 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2025(05).