

基于智能化油库油品测量管控检测新技术研究

凌瑞枫

中国石化销售股份有限公司应用技术研究院 天津 300384

摘要：信息技术的快速发展，智能化技术在油库油品测量、管控与检测领域的应用日趋广泛。概述了智能化油库油品测量管控检测的技术体系，重点阐述了传感器技术、物联网、大数据与云计算、人工智能关键技术的理论基础及其在油库管理中的集成应用。针对传统油库测量技术存在精度低、实时性差、安全风险高问题，分析了智能化技术在提升测量精度、实现数据实时传输、增强安全管理方面的创新优势。进一步探讨了智能传感器高精度测量、物联网数据采集、大数据分析与智能决策、自动化远程控制的应用场景。展望技术融合、标准体系建设、人才培养的未来发展趋势，以期为推动油库智能化转型提供理论参考与实践指导。

关键词：智能化油库；油品测量；管控技术；检测新技术；技术融合

引言

油库作为石油和石油产品供应链中的关键仓储单元。在油库中，各类传感器如同“神经末梢”，精准感知油品关键参数。液位传感器实时测量油罐内油液高度，为油品计量提供准确数据；温度传感器监控油品温度的同时，修正测量误差，确保结果精确；压力传感器检测管道输送压力，为判断管道运行状况、排查泄漏隐患提供支撑。对油品测量、管控与检测技术的水平直接影响企业的运营效率与安全管理。传统油库多依赖人工操作与机械仪表，存在测量误差大、数据滞后、安全隐患多等问题。近年来，随着传感器、物联网、大数据、人工智能等新一代信息传递与运算技术日趋成熟，油库管理也逐步向智能化、自动化、数字化方向转型。本文旨在系统梳理智能化油库油品测量管控检测的技术框架与应用进展，分析其技术优势与发展路径，为相关领域的研究与实践提供综述性参考。

1 智能化油库油品测量管控检测技术的理论基础

1.1 传感器技术

传感器是智能化油库的感知基础，负责实时采集油品的液位、温度、压力、流量等关键参数。现代智能传感器集成了微处理器与通信模块，可将油库内的计量仪表、云平台监控、报警器等设备通过互联网联接，实现设备互联互通，每个设备都有唯一标识符，实现信息共享功能。同时，智能传感器具备自校准、自诊断、温度补偿等功能，有效提升了测量的准确性与可靠性。例如，高精度液位传感器可实现毫米级测量，再通过算法修正环境因素引起的误差，为油量核算与安全监控提供数据支撑。近年来，多传感器融合技术的应用进一步提高了系统的冗余性与鲁棒性，通过数据互补降低了单一

传感器失效的风险^[1]。

1.2 物联网技术

物联网技术通过无线网络将油库内的传感器、仪表、执行器等多设备互联，构建统一的数据采集与通信平台。借助ZigBee、LoRa、4G/5G等通信协议，实现数据的实时传输与设备远程管控。物联网平台不仅提升了数据获取的时效性，还支持设备协同与智能联动，常见的有液位超限自动报警、阀门远程控制等，显著增强了油库的自动化管理水平^[2]。例如，国家管网集团在黄岛油库项目中构建的物联网平台，实现了107次油品移动作业的全程一键调度，系统智能确认率超过90%^[3]。

1.3 大数据与云计算技术

油库日常运营产生海量异构数据，包括测量数据、设备状态、环境参数等。大数据技术通过数据清洗、集成与存储，构建统一的数据仓库；云计算则提供弹性计算资源，支持数据的深度挖掘与建模分析。例如，基于历史数据构建油品消耗预测模型，或通过设备运行数据实现故障预警与预测性维护，有助于提升运营决策的科学性^[4]。大数据分析还能识别设备性能退化趋势，为设备预防性维护提供依据，进而降低非计划停机时间^[5]。

1.4 人工智能技术

人工智能技术特别是机器学习、深度学习和人工神经网络学习，在可预见的油库智能化中将发挥越来越重要的作用。通过对油品测量数据、视频图像、语音指令等多源信息的智能识别与分析，AI系统能实现异常样品检测、设备状态识别、智能调度运行等功能。例如，利用图像识别技术自动巡检油罐外观，通过语音交互提升操作效率，进一步推动了油库管理的智能化与人性化^[6]。近年来，基于深度时序模型的预测方法在油品状态分析也中

取得显著进展,它通过异常检测与数据修复相结合,提升了故障预测的准确性与时效性^[7]。

2 传统油库油品测量管控检测技术的局限

2.1 测量精度与误差问题

传统测量方法往往受限于仪表精度与人工操作水平,难以消除温度、压力等环境因素波动带来的不利影响,常导致油品体积、质量、密度、流量、温度等关键参数的计算偏差。实验室精密分析虽精度较高,但周期长、成本高、时效差,难以满足实时管控需求^[8]。此外,传统机械仪表在长期使用中易出现磨损和漂移,进一步放大系统误差,影响库存管理的准确性。

2.2 实时性与数据传输滞后

人工巡检与有线传输方式导致数据更新缓慢,无法实现油库状态的实时监控。在如泄漏、液位异等常突发情况下,信息滞后可导致应急处置被延误,安全风险剧增。传统有线网络布线复杂、扩展性差,同样难以适应油库动态变化的监测需求。

2.3 安全风险与人为操作隐患

人为操作过程中,操作员需直接接触油品或登罐作业,可能面临中毒、窒息、闪爆等安全威胁。而人为记录错误、巡检疏漏问题也同样影响管理的可靠性与安全性。统计表明,多数油库事故与操作不规范或监控盲区有关,凸显了智能化改造的迫切性^[9]。

3 智能化油库油品测量管控检测新技术的创新应用

3.1 智能传感器的高精度测量

智能传感器通过内置算法实现温度补偿与非线性修正,结合远程校准功能,将液位、温度、压力等参数的测量精度提升至新层级,为油库精准计量与安全监控奠定基础。例如,基于机器视觉与光谱分析集成的检测系统,可在数十秒甚至更短时间内完成油品多项关键指标的快速分析,显著提升检测效率。符合T/GDCKCJH 102-2025标准的在线智能油液监测装置还能够对油液设备老化、污染、磨损等情况进行实时诊断,为设备状态评估提供可靠依据^[10]。

3.2 物联网实现数据实时采集与传输

依托无线传感网络与多模通信技术,可实现油库全环节数据的自动采集与实时回传。支持监控中心通过掌握油品的动态,实施远程诊断与控制,大幅提升响应速度与管理效能。例如,黄岛油库通过部署高精度三维建模与实时数据融合系统,实现了库内工艺流程的动态仿真与智能调度,有效降低了人工干预强度^[3]。

3.3 大数据分析与智能决策

通过构建油库数据中台,融合多源数据开展集趋势

分析、故障预测、能耗优化等多维一体的智能应用,可为库存管理、设备维护、安全防控、风险预警提供数据驱动的决策支持。例如,基于LGOD异常检测与ETSformer时序预测模型的集成框架,能够有效识别油品检测数据中的可疑值,并预测关键参数的变化趋势,为故障预警提供科学依据^[7]。大数据分析还能优化油品调配方案,降低运营成本,提升资源利用率^[5]。

3.4 自动化与远程控制技术

集成自动阀门、智能装车系统等自动化设备,结合远程监控平台,实现油库作业的无人化或少人化操作,大幅降低劳动强度,提升作业安全与效率。例如,石化盈科推出的防爆智能取样机器人,基于无人驾驶模型与厂区样本库,能够在复杂环境中自主完成油气样品的取样与送检任务,有效避免人工操作风险^[6]。利用智能油品分析仪与自动化控制系统协同工作,也可实现从采样到分析的全程自动化,进一步提升油品质量管理的有效性与可靠性^[4]。

4 智能化油库油品测量管控检测新技术的发展趋势

4.1 技术融合与系统集成

未来,智能化油库油品测量管控检测技术将朝着技术融合与创新发展的方向迈进。包括传感器与物联网在内,大数据、云计算、AI+、区块链+安全认证等智能技术将进一步深度融合,形成更加智能化、高效化的油库测量管控检测系统。随着5G技术的普及和应用,将为物联网数据传输提供更高速、更稳定的通信保障,实现油库数据的实时、海量传输。区块链技术也有望应用于油库的数据管理和安全领域,确保数据的真实性和不可篡改,提高油库数据的安全性和可信度。虚拟现实(VR)和增强现实(AR)技术则有望为油库的操作人员提供了更直观、便捷的培训与操作指导,提高操作精准性和工作效率。如国家管网集团在黄岛油库二期项目中计划推进的“运、检、维”一体化系统,通过模型与机理融合驱动,力争实现全生命周期智能管理^[3]。

4.2 标准体系与规范建设

当前,智能化油库标准尚不完善,不同企业和设备之间的兼容性和互操作性存在一定问题。亟需建立统一的技术标准、数据接口与安全规范,以促进系统兼容与互联互通,推动行业健康发展。标准体系的建设应涵盖传感器性能指标、物联网通信协议、大数据分析方法、人工智能算法应用等多个方面,为智能化油库的技术研发、设备选型、系统集成和运行维护提供明确的指导。加强对标准一致性和执行情况的监督检查,确保应用场景单位严格按照标准进行操作,是保障智能化油库的安

全、稳定运行的必要保障。

2025年发布的T/GDCKCJH 102-2025《油液监测在线智能油液监测装置》团体标准为拖进在线设备制造与使用提供了技术依据。未来,还需进一步扩大标准覆盖范围,形成完备的标准体系^[10]。

4.3 复合型人才培养与技术推广

高素质的专业人才队伍是智能化油库油品测量管控与检测技术发展的基石。高校与企业应加强跨学科人才培养,提高人才的专业素质和创新能力,注重信息技术与油库业务的融合教育。高校和职业院校应开设人工智能、智慧油库、自动化测控类专业课程,培养既熟悉油库业务也掌握先进信息技术的复合型人才。企业应通过加强对员工的培训和继续教育,定期组织智能化方向技术培训和校、企、院所间交流活动,让员工及时了解掌握最新技术发展动态,提高实际操作能力和解决复杂问题的能力^[3,8]。

在加强技术推广和应用示范上,建设智能化油库示范项目,尝试通过“分类试点、集成示范”的模式,展示新技术和新装备的创新性应用场景、应用效果和优势点。该举既可提高企业对智能化油库技术的认知度,推动智慧油库成果在同类企业中的复制与拓展,也能为行业转型升级提供可借鉴的实践案例^[3]。

此外,政府和行业协会也可出台相关政策,鼓励企业采用智能化油库技术,对采纳该类技术的企业给予一定资金支持和政策优惠,推动智能化油库油品测量管控检测技术在全产业链甚至整个行业的广泛应用和普及。

结束语

智能化油库油品测量管控与检测技术通过融合现代

信息技术,有效解决了传统油库在精度、实时性与安全方面的瓶颈,正推动油库管理向数字化、智能化转型。未来,随着技术持续演进、标准体系的完善与人才队伍充实,智能化油库将在提升行业运营效率、保障安全生产方面发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1]尉雪玲.基于智能化油库油品测量管控检测新技术研究[J].粘接,2024,51(3):132-135
- [2]巩凯,潘勇,周刚.新形势下成品油油库安全管理问题与对策研究[J].车用能源储运销技术,2024,2(06):30-34
- [3]国家管网集团.大型枢纽油库智慧运营关键技术研究及应用通过鉴定[J/OL].人民网财经,2025
- [4]石化盈科.聚焦工业AI应用,智能硬件新品亮相石油石化工业展览会[J].大京新闻网,2025
- [5]董毅.油库安全管理中现代安防技术的应用[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(16):72-74
- [6]油气产品质量检测工程中的自动化控制技术研究[J].工程建设与发展,2025,4(4)
- [7]Wang J, Li T, Zhang H. A Dissolved Gas Prediction Method for Transformer On-Load Tap Changer Oil Integrating Anomaly Detection and Deep Temporal Modeling[J]. Energies, 2025,18(19): 5079
- [8]秦江斌,冯斌.探究油库油品质量风险管理措施[J].石化技术,2020,27(9):150-151
- [9]加油站油气回收集中式在线监测系统研究与应用[J].石油库与加油站,2025(01)
- [10]广东省测量控制技术与装备应用促进会.T/GDCKCJH 102-2025油液监测在线智能油液监测装置[S].2025