

油气储运设备的智能监测与远程运维技术研究

马德龙 李德平 蔡义强（国家管网集团北方管道有限责任公司秦皇岛项目管理部，
河北 秦皇岛 066000）

摘要：随着油气行业向智能化、数字化发展，油气储运设备是能源输送系统的重要组成部分，其运行状态直接影响整个供应链的稳定性和安全性。传统的以人为本的巡检和维护方法存在反应滞后、效率低、危险性大等问题。本文主要分析研究了油气储运装置智能监测与远程运维技术，详细介绍了传感器技术、无线通信、大数据分析、物联网、云计算等技术的应用方式，并阐明远程运维的实际应用方法，如实时监控、故障诊断、系统调度、安全保障手段。

关键词：油气储运设备；智能监测；远程运维；物联网；大数据分析

中图分类号：TE8 **文献标识码：**A **文章编号：**1674-5167(2025)028-0133-03

Research on intelligent monitoring and remote operation and maintenance technology of oil and gas storage and transportation equipment

Ma Delong, Li Deping, Cai Yiqiang (Qinhuangdao Project Management Department of National Pipeline Network Group North Pipeline Co., Ltd., Qinhuangdao Hebei 066000, China)

Abstract: As the oil and gas industry advances towards intelligence and digitalization, oil and gas storage and transportation equipment becomes a crucial component of the energy delivery system. Its operational status directly impacts the stability and safety of the entire supply chain. Traditional human-centric inspection and maintenance methods suffer from issues such as delayed response, low efficiency, and high risk. This paper primarily analyzes and studies intelligent monitoring and remote operation and maintenance technologies for oil and gas storage and transportation facilities. It provides a detailed introduction to the application methods of sensor technology, wireless communication, big data analysis, the Internet of Things, cloud computing, and other technologies, and elucidates practical application methods of remote operation and maintenance, including real-time monitoring, fault diagnosis, system scheduling, and security measures.

Key words: oil and gas storage and transportation equipment; intelligent monitoring; remote operation and maintenance; Internet of Things; big data analysis

油气储运设备系统在很长一段时间内都处在石油和天然气管道工程所独有的运营空间环境之中，所以，油气储运设备很可能会受到油液的侵蚀，从而导致油气储运罐出现裂纹和损坏等结果。另外，人工操纵油气储运设备的整个流程，也会加大油气储运设备的损坏和腐蚀危险，这在一定程度上造成油气储运设备的寿命减少。随着技术发展与能源安全要求不断提升，传统依赖人工操作与周期巡检的方式已难以满足高效、安全、智能化运维的目标。引入先进的监测与远程控制技术，成为实现设备健康管理、延长使用寿命、降低运维风险的有效途径，为油气储运系统的现代化管理提供了可行解决方案。

1 油气储运设备概述

1.1 油气储运设备的功能

油气储运设备是指在石油和天然气行业领域内专门用于贮存、输送和调节的重要任务。其基本功能是实现各类介质从原料供应到消费为止的全程安全、畅通的运行，兼有中转贮存与变更介质功能，并能够实现对油流的流量、流态、温度和压力的控制。在长距

离输送运行过程中实现介质的平稳流动，防止介质泄漏、污染和耗损，能有效地组织运行系统进行油流的路径选择，在应对突发状况时，能协同完成对油流的隔断、放压、切断等动作以确保人身的安全和财产的安全。功能的多样化使得这一体系成为石油和天然气行业连续性、完整性的工作基本保证，整个能源工业链条中的关键控制环节。随着智能化需求的提高，日益呈现集合信息、远程响应、自主运行方向拓展。

1.2 油气储运设备的类型

在油气储运设备中，依据其实际作用可以分为四类：储存类、输送类、控制调节类和监测安全类。其中，储存类设备包括油气储罐、储气罐、储压柜等，能够短时间或长时间储存油气等物资并保障稳定供给。输送类设备，例如管路、泵站、压缩机等，专门用于长距离输送石油、天然气或者燃料油，保持流动介质按照需要的速度和压力运动。控制调节类，主要包括阀门、流量计、调压阀、热交换器等，旨在控制输送过程部分物理量的合理调节。监测安全类，例如可燃气体检测仪、温度压力表、远程监控摄像机、报警系统等，

旨在保障设备的安全性以及防范环境危害。随着技术的进步，这些设备不断集成新型通信和智能分析技术，向着系统化、平台化发展，以提高整个系统的运行效率和安全性。

1.3 油气储运设备的特点

油气储输设备具有工作环境复杂、技术要求高、管理模式精细等特征。这类设备需要具有耐压高温、耐压高压、易燃、易爆等工作环境。并具有较好的密封性、耐腐蚀性、高强度的材料特性以适应困难的工作环境。因一般远离市区或工作于长输管道，因而维保和管理工作困难较大，也就意味着设备应该具备较高的可靠性以及自检的能力。其次，系统包含许多机、电、自控装置，任何一个系统发生问题都有可能造成安全事故，这就对稳定可靠工作、精度调控提出了较高的要求。另外，这类设备的使用也受到政府管控、环境保护限制，因此它们须遵守国家法令和环保法规要求。随着智能制造与工业网络技术的发展，油气储运设备向着数字化、智能化方向发展，已初步展现出远控检测、故障预测、自动调整等智能化工作模式。

2 油气储运设备的智能监测技术

2.1 传感器技术与数据采集

传感器技术是实现油气储运设备智能监测的基础组成部分。通过不同传感器（包括压力传感器、温度传感器、流量计、液位计、振动传感器等）布置在主体上，可以实现对运行状态下设备健康状态的实时监测。借助传感器将物理量转化为电信号，通过数据采集系统读取和记录，实现了整个数值链的构建。传感器布置时应结合设备结构特征和工作环境的差异，确保采集的全面性和准确性。不同的传感器可以通过集中的采集装置进行统一管理，从而增强了系统的一致性与协调性。传感器精度和抗干扰性能也是传感器性能优劣的体现，性能好的传感器可以降低误报警和噪声现象。数据采集系统可以根据既定需求进行定时采样或通过特定事件发生情况进行数据采集，适应各种作业方式，为后期信息处理、分析、决策提供了可靠的依据，从而实现对设备状态的全面感知与预测预警。

2.2 无线通信与数据传输技术

依靠无线通信技术，实现油气储运设备的远距离数据传输。由于油气储运设备大多位于偏远地区或复杂地形上，传统的布线方式投入高、维护难度大，难以满足实时性、灵活性的要求。采用无线通信方式包括4G、5G、LoRa和NB-IoT等，能保证远程设备状态信息平稳地传出去。将通信模块嵌入传感器节点或数据采集的边缘，将采集的数据经过加密打包后，通过无线网向中心控制平台或云端服务器转发。实际

操作中，可针对不同设备的信号强弱及带宽需求选用不同的通信协议，保证数据传输的连续性和稳定性。当通信技术和边缘计算结合起来，能在终端节点完成初步的数据筛选和压缩，减少网络负载，提高网络的传输效率。优质的无线通信技术能保证监测系统在复杂环境下快速做出响应和同步交换数据，为智能监测体系提供坚实的信息传递基础。

2.3 大数据分析与智能诊断技术

大数据分析技术是油气储运设备智能监测的重要基础，能够将大量、复杂、多源的运行数据转化为可供决策的信息。通过构建的数据模型和算法库，在融合油气储运设备的历史数据和当前及外部数据基础上，分析出设备的异常运行趋势和潜在故障模式，并使用如时序分析、聚类分析、模式识别等方法提炼关键特征值，为运维人员提供准确的健康评估与维修建议。智能诊断系统则根据大数据分析结果，结合人工智能算法，具备自学习与适应能力，在长时间运行周期内不断提高诊断准确率，通过分析不同故障类型、故障发生频率、影响范围等，实现故障分类、严重程度评估和根因追踪，更好地发挥油气储运生产管理层的运营决策作用，提高运维工作的针对性和效率。智能诊断技术可提升油气储运设备管理的科学性，还为预测性维修机制提供依据，减少运维成本。

2.4 物联网与云计算在智能监测中的应用

智能监测通过将物联网技术和云技术相结合来实现对油气储运设备得更加高效检测。其中，基于物联网技术的感知层、通信层以及应用层可完成各种设备、传感器以及操作终端之间的连接。而当从传感器网络获取的数据传输至云之中时，就可以在其中完成集中式管理及处理工作。其中，云计算由于高速的计算及数据存储而能够对大量信息进行及时分析以及可视化显示和模型构建。

监测系统在云端构建状态监测平台，运维人员可通过网页或移动终端实时查看设备运行状态、历史趋势和预警信息，实现远程管控与信息共享。云平台还具备弹性扩展能力，可根据设备数量与数据增长动态调整资源配置。综上所述，基于云结构的智能监测技术不仅能够降低自身的维护成本及安装难度，同时也为全系统、跨地区、全天候的油气设备管理提供了必要的技术依托。

3 远程运维技术在油气储运设备中的应用

3.1 远程监控系统的应用

远程监控系统在油气储运设备运维管理中发挥着重要作用，通过构建集中化监控平台，来实现24h不间断地监测管道、泵站、储罐等关键设备的运行状

况，其利用各种传感器和视频采集设备获取现场实时数据，涵盖压力、温度、流速、液位、振动强度以及泵是否处于工作状态等方面的信息，将其发送至无线网络系统，通过中央控制台显现出设备的运行工作状态变化过程。其提供包括图表、曲线、报警窗口等界面直观呈现现场情况，方便值班人员对运行情况变化的观察发现。从整体架构角度来看，系统设置上主要是以分站的形式进行配置，即由总站负责指挥，而每个分站负责将现场的仪表数据进行整合，这样可以更好地满足系统的扩展和运行故障防护需求。另外，其监控系统还可以满足移动 APP 与远程电脑同步查看数据，例如所有终端设备可同时获取相关信息和指标数据，这样对运行过程所出现的异常情况进行及时响应。

3.2 远程故障诊断与修复的应用

采用远程故障诊断技术，能够在线监视、分析设备运行状态，判断出油气储运系统的早期故障及其发生时间，及时预警。运行监测仪表会长期监测管路压 力波动、系统电源异常、振动谱变化等情况，并与后台算法比对它们过去的表现和合理阈值，一旦产生偏差就会进入故障诊断环节。该模块运用专家系统和人工智能判断出故障类型、位置及可能的原因，提出初步整改措施让现场人员参考，有的具备远程操控功能的产品还可以实施参数优化、重新启动或者转换功能动作，完成远程初维，如果不能在远程进行处理，系统会第一时间将诊断报告转给运维管理人员，帮助他们抵达现场检查指导，缩短定位时间。依靠数据回溯功能，工程技术人员能回溯这起故障发生的过程，用于优化保养策略与维护周期。大规模应用故障诊断技术提升了设备运行的可靠性，降低了停机时间和人工维护成本，为构建安全高效的运维体系提供坚实支撑。

3.3 远程设备管理与调度的应用

鉴于油气储运系统设备的复杂性和工作所涵盖的范围广等特点，无法通过人工手段来进行高效的信息化管理，故而需要用到远程监控系统辅助不同区域不同设备的管理集群。本系统通过统一编码、属性登记、运转状态标识等手段，建立覆盖全生命周期的设备管理档案，实现从设备采购到报废的全周期信息化管理。其次，可通过任务重要等级、设备状态和人员分布自动分配运维工单，并跟踪执行过程与结果反馈，形成闭环管理机制。

此外，还可通过远程控制模块，实现操作人员对主要设备如启动/停止、参数设置、模式切换等操作，减少人为干预。平台还具备计划性维护功能，基于设备运行时间、负载变化等条件提出设备定期检查的建议，确保设备按需维护。最后，通过地图定位与任务

调度系统，随时掌握各区域的设备运行状况及人员作业轨迹，提高资源使用率和响应速度。

3.4 远程运维技术在安全保障中的应用

油气储运系统的安全管理，要面对高温高压、可燃及易燃易爆等风险。远程运维技术的应用能够减少事故的发生，迅速做出反应以降低事故的危害。远程安全监测平台通过部署有毒有害气体报警器、火焰探测器、视频监控系统和入侵报警设备，构建了多级网络全方位多层次感知的安全系统，一旦发现异常或事故就会产生多层次的通知并将有关图片和信息发给控制中心。

这样可对事故发生的地点、波及范围和涉及设备进行快速判断，并激活相关的安全措施如通风、泄压、关停等控制事故扩散的事件，如果是设备可远方操作，则可在无人的情况下通过实施关停、停电、分离等活动，最小化事故发生所引起的危害。系统还具有推送应急预案的机制，在应急状态能够引导人员遵循程序开展事故处置的工作。这种远端维护与安全一体化的智能安全防护方式，可实现石油化工企业的“早发现、快响应、严控制”的目标。

4 结语

在油气行业发展越来越智能化的过程中，油气储运设备的智能监测与远程运维技术已经成为提升运维效率、保障运行安全的关键手段。通过传感器、大数据、云计算、物联网等相关新技术的应用，可实现实时监测机器的工作状态与故障判断及时解决，既优化了管理流程，也显著降低了人工成本和事故风险。充分应用远程运维技术，可形成高效的智能、绿色的油气储运体系，满足当下现代化能源产业对安全、绿色和可持续等更高水平的要求，进而还需要加强技术集成与标准体系建设，以促进油气行业的智能检测和远程维护走向更高的层次，为油气行业的高质量发展奠定良好的基础。

参考文献：

- [1] 张来斌,王金江.工业互联网赋能的油气储运设备智能运维技术[J].油气储运,2022,41(6):7-7.
- [2] 侯振华.石油化工油气储运设备的运维管理[J].中国化工贸易,2023(6):163-165.
- [3] 倪连军.储运管道建设中的问题及对策探讨[J].数码精品世界,2023(5):272-272.
- [4] 李燕,赵凯,冀芊慎,等.油气储运工程中自动化技术运用研究[J].中国化工贸易,2023,15(6):175-177.
- [5] 韩涛,史岳红,孙浩.管道泄漏的主要因素与油气储运技术优化[J].中国化工贸易,2023:145-147.