

智能化油气储运系统设计与运行效率提升策略

齐明珠 (国家石油天然气管网集团有限公司东北分公司, 辽宁 沈阳 110170)

摘要: 为了提升油气储运系统的安全性、经济性、智能化水平, 文章围绕智能化油气储运系统设计和运行效率提升途径展开一系列分析。结果表明, 具体采用构建一体化架构、搭建数据共享平台、强化人才培养体系、创新成本管控模式等系统设计和运行提升策略, 不仅能提高储运设备故障检出率, 还能提升响应系统应对复杂工况的速度, 从而凸显出设计和效率提升策略的可行性和有效性。

关键词: 智能化; 油气储运; 系统设计; 运行效率; 提升策略

中图分类号: TE8 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2026) 002-0010-03

Design and operational efficiency improvement strategy of intelligent oil and gas storage and transportation system

Qi Mingshu (Northeast Branch of National Petroleum and Natural Gas Pipeline Network Group Co., Ltd., Shenyang Liaoning 110170, China)

Abstract: In order to improve the safety, economy, and intelligence level of oil and gas storage and transportation systems, this article conducts a series of analyses on the design and operational efficiency improvement of intelligent oil and gas storage and transportation systems. The results indicate that adopting specific system design and operation improvement strategies such as building an integrated architecture, building a data sharing platform, strengthening talent training systems, and innovating cost control models can not only improve the fault detection rate of storage and transportation equipment, but also enhance the speed of response systems to complex working conditions, highlighting the feasibility and effectiveness of design and efficiency improvement strategies.

Keywords: intelligence; Oil and gas storage and transportation; System design; Operational efficiency; Enhancement strategy

1 智能化油气储运系统设计和运行效率提升的重要意义

1.1 顺应能源行业智能化变革趋势, 提升企业核心竞争力

当下能源行业逐步由传统粗放式运营转变成为智能化和精细化管理层面, 其中智能化在能源企业核心竞争优势的衡量意义重大, 关乎着能源供应链的安全性、稳定性、经济性, 刚好契合变革发展趋势。一方面, 深度应用智能化技术后, 可以借助物联网感知、大数据分析、数字孪生等手段, 动态监测和智能调控整个储运的过程, 促进系统由被动响应升级至主动预警、精准优化层面, 大幅度提升企业适应能源市场变化的能力。另一方面, 在能源价格不断波动、环保标准持续压缩的环境下, 企业只有采取智能化设计手段, 才能减少整体运营成本, 促进在能源产业链中占据强有力的位置, 逐渐实现可持续发展目标。

1.2 保障能源安全稳定供应, 满足社会经济发展需求

为推进社会经济实现可持续发展目标, 能源供应的安全性和稳定性意义重大, 尤其是油气储运系统更为重要, 其运行状态直接决定了能源输送的连续性和可靠性。首先, 伴随工业化进程持续深化和能源消费需求日益增长的环境下, 为了长期维护经济秩序、保障民生发展, 必

须要保证油气等战略能源供应的稳定性, 切实提升智能化油气储运系统设计和运行效率。其次, 在智能化改造后, 可以搭建覆盖全域感知网络和智能决策体系, 实时监测管网压力、流量、介质参数等极为关键的指标, 以便第一时间发现风险且自动启动应急调控机制, 从源头上规避中断风险, 进而稳固输送能源过程的安全性。最后, 智能化储运系统依托大数据分析能精准预判需求的波动, 再加上借助智能算法对输送路径和负荷分配优化后, 不仅能规避供需错配后产生的供过于求和供应短缺问题, 还能大幅提高能源输送的效率, 以此保障社会经济各个领域运行的稳定性^[1]。

2 智能化油气储运系统设计和运行效率提升的真实现状

2.1 技术应用碎片化, 缺乏系统性集成与协同

当下智能化油气储运系统在设计应用层面, 面临着碎片化的文化和现象, 凸显出系统性集成和协同能力不足的问题, 制约整体效率的提升。一是部分油气储运企业在智能化转型进程中, 通常会参照局部需求引进分散的技术模块, 这样无法和后端数据平台进行连接。二是一些储运枢纽试点贯彻了智能调度算法, 但却无法和现有设备控制系统协议进行兼容, 这些技术模块通常由不同供应商提供, 在数据格式、接口标

准、运行逻辑等层面差异显著，很难拥有涵盖感知、传输、分析、决策、制定流程的技术闭环体系。三是系统内部各个层级和各个环节技术应用缺少整体性统筹，呈现出层间断裂的问题，这样就完全削弱了智能化技术的应用效果，并未在效率层面有持续进步和突破，阻碍储运系统运行效率的提升进程。

2.2 数据孤岛现象严重，信息流通与共享受阻

在智能化油气储运系统建设和运行阶段，数据孤立问题的凸显，已经限制了信息价值的充分释放，甚至阻碍信息流通和共享进程，无法满足系统运转高效性的需求。首先，油气储运系统包含管道、储罐、泵站、计量站等多种类型的设施，数据采集环节通常以独立的系统进行完成，若采用的数据存储格式和数据库类型差异化，并且受到以往技术架构的限制，这样就会导致数据会分散在独立的存储单元下。其次，大多数企业出于部门权责划分和安全管理层面的考量，就会限制数据共享的标准，阻碍数据的正常流通，很显然降低了利用信息资源的效率。最后，数据孤立问题的出现，导致系统很难整合分析整个流程的数据，正常可以依托多源数据提取内在的运行规律和潜在风险，但由于智能决策模型精准度较低，造成智能化技术无法充分发挥其自身优势和价值，严重影响了储运系统运行效率的有效提升^[2]。

2.3 专业人才储备不足，难以支撑智能化转型

目前，在智能化油气储运系统持续发展下，行业面临着专业人才匮乏的问题，严重阻碍了智能化转型进程。一是当下从业人员强调以传统储运技术领域为核心，很明显缺少拥有油气储运专业知识和智能化技术交叉能力的复合型人才。其中一些技术人员面对智能化技术应用仅限于基础层面，很难实现系统架构设计和算法优化功能。尤其是无法深刻理解油气储运场景，造成技术应用和实际需求脱节，限制智能化技术效能的释放。二是现有行业人才培养体系和智能化转型需求适配度较低，高校专业侧重于传统储运课程，企业内部培训只是注重单一技术模块的操作，缺少系统性的智能化知识和技能培训，导致当前人员能力提升完全落后于更新速度。三是油气储运行业拥有专业性和现场性的特征，当行业引进外部数字技术人才后，就需要耗费大量时间对行业特征进行适应，致使人才供给紧张问题愈加严重，严重影响了智能化油气储运系统实施质量和运行效率的提升效果。

2.4 前期建设投入大，成本回收周期较长

现如今，在建设和提升智能化油气储运系统、运行效率层面，面临着前期投入规模较大和成本回收周期较长的问题。首先，在智能化系统建设阶段，硬件

层面需要部署大量精度较高的感知设备且对数据传输网络进行升级，软件层面则需要开发出高度契合油气储运场景的智能算法，尤其是一些老旧储运设施还应该采取工艺改造手段，无形中增加前期投入规模。其次，智能化系统的效益，普遍为长期的隐性价值，很难在短时间内实现成本平衡的目标，甚至无法直接量化短期财务数据。最后，在传统储运系统当中，前期的投入过于集中在基础设施建设层面，而智能系统由于前期投入成本较大，并且还存有技术更新较快和后期运维成本较高的情况，这样一些企业就会重新考虑智能化转型是否可行，严重阻碍了技术实施的进程^[3]。

3 智能化油气储运系统设计和运行效率提升的具体策略

3.1 构建一体化架构，整合多环节技术实现协同作业

为了打破现有智能化油气储运系统技术碎片化的困境，只有将多个环节技术紧密结合，才能搭建一体化机构，实现协同作业发展目标。具体来说，依托一体化架构搭建统一的技术基座，可以保证各个环节技术的联动效果，规避技术鼓励后产生效能损耗的问题。同时，当下技术模块形成协同作业模式后，整个产出会高于单一模块产出的总和，这对于提高储运系统运行效率意义重大。

以跨区域输油管道项目的智能化改造项目为例，搭建了一体化架构后，高效应对了技术碎片化的问题。首先，搭建了统一的技术基座，其中部署了多个协议的数据中台，推出包含感知设备、传输网络、分析模型的接口标准，将有关厂商的传感器数据统一转变成固定格式后同步至中台，实现数据以一次采集和全域共享的目标。其次，将业务流程协同效果进行互通，大力开发出集成化控制平台，依托专用接口将调度优化算法和泵站系统进行连接，这样当算法生成流量调节指令后，直接下发到泵站和泵站中，整个指令传输耗费的时间相较于以往有了明显缩短。最后，搭建跨环节联动机制，将故障预警系统和无人机巡检系统、维修资源管理系统进行关联，若系统发现其中管道产生压力异常问题后，第一时间启动无人机巡检任务。实践证明，在突破各个技术环节之间的局限性后，整合感知数据、分析模型、执行设备后形成一个整体，以此从局部技术应用转变至系统效能提升的局面。

3.2 搭建数据共享平台，打破壁垒促进信息高效流通

为了充分发挥智能化油气储运系统的数据价值，只有搭建数据共享平台，完全突破数据的局限性，才能保证信息流通的高效性。具体来说，关联且融合多源数据后，能提取出单一数据不能呈现的内在规律，且解决信息独立的问题，完全规避数据分类后产生的

决策落后和资源错配问题。同时,采取数据标准统一、安全流通机制搭建、业务场景接口互通手段后,促进分散在感知设备、系统、部门之间的数据实现互通、共享、利用的效果,以满足整个过程智能决策和协同作业的需求^[4]。

以油气储运枢纽的智能化升级项目为例,为了应对数据孤立后限制运行效率的问题,项目团队搭建了一体化数据共享平台。其一,将数据标准进行统一,面向有关工艺参数、设备状态、运维记录等核心数据进行系统化数据,制定涵盖数据采集频率、格式、字段定义的规范体系,逐步将罐区管理系统液位数据由原有自定义格式转变成为标准化的工业数据格式,联合系统数据将平台进行连接。其二,搭建跨系统接口,开发出专用数据的适配器,实时对接灌区管理系统、SCADA系统、运维管理系统和共享平台,严格控制数据传输的延迟问题,进而保证调度中心对灌区液位和管道流量联动数据实时查看。其三,参考业务需求后,将数据访问权限进行划分,这样不仅能保证数据的安全性,还支持跨部门依托平台提取所需要的信息。因此,数据共享平台的实施,可以真正突破信息的局限性,推动数据真正成为协助系统高效运行的核心动能。

3.3 强化人才培养体系,培育复合型专业技术人才

为了持续推动智能化油气储运系统可持续发展进程,只有围绕知识储备、技能实训、实战锻炼等维度,才能拥有涵盖高校、企业、行业联动的培养体系,进而培养出大量契合智能化储运系统的复合型人才。

以“智能化储运人才培育计划”为例,搭建了“三层联动”培养体系,实现了针对性培育复合型人才的目标。一是联手高校一同搭建了“油气智能储运”微专业,在课程当中创设了融合传统储运工艺和智能技术,带领学生前往储运枢纽现场进行实训,亲身参与到智能传感器部署、数据平台调试等实操工作。二是面向现有技术人员组织开展“双轨提升计划”,采用线上课程和线下实操的考核手段,从中选择拥有编程基础的员工,安排到储运工艺部门,对管道运行逻辑进行全方位的学习,以便将来能独立完成智能系统升级项目。三是贯彻“项目导师制度”,激励培育出的复合型人才带头参与到智能化改造项目中。自从智能化储运人才培养计划实施以来,缩短智能化项目落地周期的同时,大幅提高了解决智能系统故障问题的效率,彰显人才培养体系在智能化储运系统发展中的积极作用。

3.4 创新成本管控模式,优化投资结构缩短回收周期

为了突破智能化油气储运系统前期投入大、收益回收较慢的难题,才能对成本管控模式进行创新,并

且对投资结构全方位优化,这样不仅能规避一次性投入产生的资金压力,还能借助阶段性成效满足后续建设工作中的需求,逐步营造出涵盖投资、收益、再投资的良性循环体系^[5]。

以接收站的智能化改造项目问题,项目团队创新成本管控模式,依托三阶段优化手段缩短整个回收周期。首先,依托数据分析提取储罐压力调控、LNG输送泵能耗、设备故障维修的效益敏感点,投入大量资金用于高精度压力传感器、开发泵组能耗优化算法、搭建设备智能预警系统等智能化改造环节。其次,将后续改造项目细化成为数据中台搭建、全流程协同调度、数字孪生建模模块,并且在其中设定了精准的效益指标,避免产生二次大额投入的问题和现象。最后,依托智能系统实现预测性维护目标,借助能耗优化算法,对泵组运行参数进行动态调节,显著减少整体运维成本。事实证明,成本管控模式的创新,需要采取精准投资、分阶、推进、全周期核算的手段,才能加强智能化投入和效益产出之间的适配性,显著缩短整体回收周期。

4 结语

综上所述,油气储运系统在能源产业链中属于重要桥梁,其智能化转型和运行效率的提升,不仅能契合全球能源技术变革需求,还能保证能源安全和提高企业竞争优势,以协同推进技术更新和场景适配进程。展望未来,伴随数字孪生、人工智能等技术的持续渗透,跨行业协同机制不断完善,应不断探索系统向高效、安全、低碳方向升级的途径,促进油气储运行业逐步由传统运营跨越至智能高效层面,最终成功搭建现代能源体系。

参考文献:

- [1] 屈艳梅,陈挺.智能化技术在油气储运系统的实践与探索[J].石化技术,2025,32(05):170-172.
- [2] 孙钟阳.油气储运工程施工现场数字化监控与智能决策系统的设计与实现[J].自动化应用,2024,65(16):156-158.
- [3] 张超,孟子楠,李佳欣.智能技术在油气储运中的应用与展望[J].化工管理,2024,(20):87-89.
- [4] 韩立芳,张琪.油气储运系统节能技术分析[J].化学工程与装备,2024,(06):75-77.
- [5] 李阳,滕欣,刘晨曦,等.自动化技术在油气储运过程中运用分析[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(11):169-171.

作者简介:

齐明珠(1992.11.29)女,汉,辽宁省锦州市,工学学士,工程师,专工,研究方向:油气储运。