

油库自动化控制系统的升级路径与实践

段涛涛（中国石油西北销售陕西分公司，陕西 咸阳 712000）

摘要：随着科技的进步和油库管理需求的日益提升，油库自动化控制系统的升级成为必然趋势。本文分析了当前油库自动化控制系统存在的问题，提出了升级路径与实践策略，通过实施这些升级措施，旨在提高油库管理的效率、安全性和可持续性，为油库运营提供强有力的技术支持。

关键词：油库自动化控制系统；升级路径；实践策略；智能化技术；数据集成

中图分类号：TE972 文献标识码：A 文章编号：1674-5167（2025）024-0145-03

The upgrade path and practice of oil depot automatic control system

Duan Taotao(China Petroleum Northwest Sales Shaanxi Branch,Xiayang Shaanxi 712000, China)

Abstract: With the advancement of technology and the increasing demand for oil depot management, upgrading the automated control system of oil depots has become an inevitable trend. This paper analyzes the existing problems in current automated control systems for oil depots and proposes upgrade paths and practical strategies. By implementing these upgrade measures, the aim is to enhance the efficiency, safety, and sustainability of oil depot management, providing strong technical support for oil depot operations.

Key words: oil depot automatic control system; upgrade path; practical strategy; intelligent technology; data integration

油库是石油储存与转运的主要基地，是保障石油储备和国家能源安全的重要设施，油库的安全与运营效率对国家能源安全与经济发展有着直接的影响。在石油行业飞速发展、市场竞争日益激烈以及安全监管日益严格的今天，油库管理遇到了众多挑战。传统油库自动化控制系统已经很难适应现代油库管理的实际需要，所以油库自动化控制系统升级改造成了目前亟需解决的课题。文章将结合曾工作过的几座大型成品油油库的自动化控制系统现状，对其升级路径和实践策略进行探究，希望能够对油库管理起到一定的帮助。

1 油库自动化控制系统的现状

油库自动化控制系统是石油储运领域中的核心基础设施之一，发展和智能化程度直接影响着油品存储安全和运营效率，目前，大部分油库已经实现了基础的自动化控制，通过集散控制系统（DCS）、可编程逻辑控制器（PLC）等设备，实现了液位、温度、压力等参数的实时监测和简单的逻辑控制。但由于系统架构分散，信息孤岛等问题广泛存在，各品牌储罐监测设备、消防控制系统和安防监控装置间没有统一的通信协议，造成了数据交互难度大，未能产生协同效应。

从技术应用的层面上看，一些油库仍然采用早期的自动化设备进行监测，传感元件准确度不够，响应速度落后，很难达到高精度监测的要求。有些油库液位传感器测量误差大，不能正确地反映储罐的真实存量，对油品计量和日常调度运营造成了隐患，且增加了人力成本和重复计量的劳动强度。由于控制系统

智能化程度不高，大多依靠预设程序进行运算，致使自主决策能力不足，执行结果存在偏差。油品输送转时，输送转策略不能随管道压力的变化和流量的波动而自动调整，需要人为实时监控干预来应对异常，加大了操作风险和管理成本。

与此同时，网络安全防护体系较弱，一些油库没有建立起完整的工控网络安全防护体系，在面临网络攻击时会出现数据泄露和系统瘫痪的隐患。陈旧的自动化系统也面临着设备老化和备件短缺的难题，系统的稳定性和维护成本也在逐年增加，极大地限制了油库安全平稳运行和智能化升级进程。

2 油库自动化控制系统的升级路径与实践的方法

2.1 系统现状评估和需求诊断

系统现状评估和需求诊断作为升级改造过程中的第一步，需要系统化和专业化的评价方法来充分把握当前系统的运行状态，形成了以自动化技术专家、油库运营管理人、安全工程师、工艺工程师以及设备工程师为主体的评价团队，并对其硬件设施、软件系统、网络架构和安全防护进行多维度评价^[2]。检测储罐监测系统、输油管道控制系统、一卡通付油系统、油气回收系统、消防控制系统、火灾报警系统、安防系统以及视频监控系统的装置及其他硬件设施的性能，评价其运行状态、精度指标和使用寿命，软件系统评估时，对各个子系统进行了功能完整性、兼容性、稳定性和操作界面易用性分析。

考察系统有无功能缺失和操作复杂的情况，并对各子系统间数据交互能力进行评价。网络架构评估主

要集中在网络拓扑结构合理性、通信协议兼容性、网络带宽承载能力等方面。在工控网络安全、数据安全和物理安全等领域，安全防护评估致力于识别可能存在的安全缺陷和潜在风险。通过和油库运营管理人员进行深入交流，并根据行业发展趋势和企业战略规划确定了升级改造具体要求，并制定详尽的升级目标和技术路线图，从而为之后的升级提供科学依据和基本遵循。

2.2 发油平台智能机器人和智能巡检机器人的应用

油库自动化控制系统更新过程中，推出发油平台智能机器人和智能巡检机器人至关重要。发油平台是油品输出的核心枢纽之一，常规人工操作效率不高，容易出错且安全风险大。智能机器人凭借先进机械臂技术，高精度传感器和智能控制系统可准确完成发油全过程作业，这些智能机器人能够通过预设程序自动识别出油罐车类型、体积等数据，并对发油接口和油气回收接口进行快速准确的连接，从而规避了人工操作可能带来的连接错误或者泄漏风险。

发油时，传感器对油品的流量和压力进行实时监控，当出现异常情况时，机器人可即时启动应急响应机制并关阀以预防事故的发生。同时该智能机器人具有自动计量的功能，并通过高精度流量计和数据处理系统实现发油量的准确统计和计量误差的降低，为油库精准管理提供了可靠的数据支撑。巡检在油库安全管理中起着至关重要的作用，是保障油库安全稳定运行的关键。

智能巡检机器可助力巡检智能化且可以 24h 无间断精准检测设备隐患，可协助完成油库场景内所需的各类日常巡检，所有的监视、控制、调整、数据采集均能在控制室远程控制，以便在出现异常或事故发生后能够快速定位故障原因并尽快排除故障恢复油库日常生产平稳有序运行。

智能巡检机器按照预定的巡检路线移动，逐一检查液位计、阀门、压力表及流量计等关键设备，并通过智能扫描技术，如红外热成像传感器、高像素高清摄像机、温湿传感器等设备，可实现自主导航和自动采集设备的运行数据，实时监控温湿度、气体浓度、视频图像、跑冒滴漏等重要信息，将收集到的数据会实时传输到后端的生产调度中心，确保操作人员能够及时掌握现场生产动态。也可代替巡检员“定人”、“定时”、“定重点”、“定内容”、“定路线”的完成罐区的日常巡检任务。

巡检机器人系统可通过数据算法处理，判断出罐区仪器仪表当前的运行状态，随着机器人系统采集的设备运行数据越来越多，机器人系统的智能故障预警

算法能够参照这些设备运行数据，预判设备的故障程度，比人工巡检更早的发现设备问题并预警该故障，将设备的缺陷隐患消除在萌芽状态，延长设备的使用寿命，减少停机时间和损失。

实现单次巡检效率提升 50% 以上，不仅能够辅助甚至替代人工进行设备和环境检测，弥补人员巡检因人员疏忽或漏检带来的安全隐患，还能替代人工深入高风险区域，避免人员暴露于危险环境中，提升巡检安全性和效率。同时还有效降低巡检人员的劳动强度，提升了巡检的质量和效率，为油库建设提供了创新的技术手段和持续的安全保障。

2.3 数据集成和云平台建设

数据集成和云平台建设的核心是打破信息孤岛，重点是对油库各个子系统的数据进行集成，达到统一管理和高效共享。通过建立标准化数据采集和传输规范来统一约束不同器件的数据格式，通信协议和传输频率，保证数据一致性和兼容性。同时在采集端借助边缘计算技术预处理原始数据，有效地降低了无效数据传输的产生，提高了数据处理的效率，该云平台为分层架构设计，由数据层、平台层和应用层三部分组成。数据层依靠分布式存储技术保证数据存储安全可靠；平台层结合了大数据分析和人工智能等先进技术对数据的处理，分析与挖掘进行基础服务；应用层以油品调度管理，设备运维管理和安全监控预警为核心，面向油库运营管理人员开发了多样化的应用功能和方便的操作界面和准确的决策支持。

从网络安全的角度来看，油库以工控网为依托构建管理系统，对外远程访问受到了严格的限制，有效地抵抗了网络入侵的危险，保障了生产安全。通过大数据集中平台实现油库与炼厂和销售企业之间数据的实时互动，并支持多终端协同工作，显著提高油库智能化管理水平，在构筑网络安全防线的同时也为企安全生产提供保障。

2.4 控制算法的智能化升级

控制算法的智能化升级是推动系统自动化和智能化水平提高的核心技术手段，本文介绍了先进控制策略和优化算法来实现油库生产工艺智能化控制和优化。在控制油品输送的过程中，使用了模型预测控制（MPC）算法来构建管道输送的数学模型，并根据实时监测数据来预测系统的未来状态，从而提前调整控制参数，以实现油品输出的最优控制。

采用 MPC 算法可以有效地减小管道的压力波动、降低能源消耗、提高作业效率，将自适应控制算法引入储罐液位控制，并根据储罐液位的变化、进出油流量及其他参数自动调节控制策略，以保证液位平稳处

于安全区间。为解决设备故障诊断和预测问题,利用机器学习算法对设备运行数据的分析和挖掘,构建故障预测模型。

通过实时监控和分析设备的振动、温度和电流,对设备故障进行提前预报,并适时安排维修维护工作,缩短了设备停运时间和维修成本。同时把人工智能技术运用到系统决策支持中,研发基于油库运行数据和市场需求的大集中智能决策系统来对油品进行调度、设备维护等方面给出优化建议,对油库运营进行智能化管理。

2.5 加强安全防护体系的策略

安全防护体系的加强是油库自动化控制系统更新的重要保证,需要从网络安全、数据安全和物理安全几个层次来建设全方位安全防护体系,在网络安全领域,我们使用了如工业防火墙、入侵检测系统(IDS)和入侵防御系统(IPS)等先进设备,以构建一个多层次的网络安全保护框架。实现工控网络和办公网络的物理隔离,避免了网络攻击由办公网络向工控网络的渗透。

搭建网络安全监测平台实现网络流量的实时监测、异常流量的分析和检测、网络攻击行为的及时发现和应对,数据安全方面,利用数据加密技术将传输数据和存储数据加密,避免数据泄露和篡改。在物理安全方面,强化油库区域门禁管理和视频监控,利用人脸识别和指纹识别对人员出入进行严格管控。关键设备和设施的物理防护以及防盗、防火和防雷装置的设置保证了设备的安全运行。同时制定了健全的安全管理制度和应急预案,并定期进行安全演练,增强了处置突发事件能力,确保了油库的运行安全。

2.6 升级实施,运维优化

升级实施和运维优化,是保障油库自动化控制系统成功完成升级,实现长期平稳运行的关键环节,升级实施阶段制定了详尽的项目实施计划并确定了每个阶段任务、时间节点和责任分工。采取分阶段、分模块提升策略对关键系统和设备进行重点提升,以保证油库的正常运行不受损害。在设备更换和系统调试期间,严格按照操作规程进行操作,并做好安全防护工作,杜绝安全事故的发生,升级后构建了完整的运维管理体系。

制订设备维护保养方案,定期维护智能传感设备、控制系统和网络通信设备,保证设备的性能稳定,加大运维人员培训力度,定期举办技术培训和技能考核等,提高运维人员专业水平和应急处理能力。同时建立运维数据分析机制对设备的运行数据、维护记录等信息进行统计,总结设备故障规律并优化运维策略以

减少运维成本,保障了油库自动化控制系统的长期稳定高效的运行。

同时,在工控系统(ICS)安全方面,应制定ICS安全工作的总体方针和安全策略,阐明机构安全工作的总体目标、范围、原则和安全框架等,编制ICS安全解决方案、年度工作计划,ICS安全相关的配套投资和运维费用纳入本单位年度预算,在建设规划方面,遵从ICS网络安全与信息化工作同步规划、同步建设、同步运行的“三同步”原则,在针对ICS实施安全控制措施前,应详细评估该安全控制对ICS可能造成的危害;应成立联合安全工作组,负责制定ICS安全管理制度、技术要求、防护方案、应急预案及演练、应急处置、安全检查和培训及运维等工作,应定期对安全策略、管理制度、操作规程、记录表单等进行修订、发布,并进行版本控制。

应与第三方承包商人员签署保密协议,并遵循权限最小化原则,设定其对ICS的使用权限,离场后应清除其所有访问权限,应对外部维护人员的操作进行监控,禁止非授权操作,禁止复制和泄露任何敏感信息,应提供ICS网络安全管理和使用文档,包括安全设备的安装、网络拓扑结构、设备安装软件组件的版本、补丁信息和配置、安全使用方法、运行维护信息。

3 结束语

对油库自动化控制系统进行更新,是促进油库管理效率、安全性、可持续性发展的重要手段。通过对油库硬件设施更新、软件系统优化、数据集成和共享及智能化技术应用方面进行升级改造措施的落实,能够有效解决目前油库自动化控制系统中出现的一些问题,促进油库管理整体水平的提升。在今后的发展过程中,由于科学技术的不断进步以及人们对油库管理要求的改变,油库自动化控制系统也会不断更迭升级,从而给油库运营带来了更高的效率、更高的安全性以及更智能化的技术支撑。

参考文献:

- [1] 张英浩.油库自动化系统功能介绍及维护维修要点[J].化工设计通讯,2021,47(06):35-36.
- [2] 穆道彬.定量装车系统在油库自动化储运中的实现与应用[J].化工管理,2021(30):89-90.
- [3] 张传刚.油库危险化学品储运中自动化技术的应用[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(02):171-173.
- [4] 马宝荣.自动化控制不是自动化加油——浅谈油库自动化系统解决方案[J].数字化工,2004(2):3.
- [5] 王路阳.油库自动化控制系统的应用与探索[J].石油库与加油站,2014(4):4.