

石化企业自动化系统现行状况与经济效益提升路径研究

任 栋 (玉门油田炼油化工总厂炼化生产保障部, 甘肃 酒泉 735200)

摘要: 本文以玉门油田炼化总厂为研究对象, 系统分析了石化企业自动化系统的应用现状及经济效益提升策略。研究表明, 当前企业自动化水平虽处于国内中等偏上, 但仍存在数据采集不完善、在线分析仪表应用不足等瓶颈问题。通过引入智能控制系统、优化生产工艺、加强设备管理等技术手段, 可显著提升生产效率和产品质量。研究提出, 实施智能化转型可带来显著经济效益, 同时实现能耗降低和安全风险管控, 为同类企业提供了参考。

关键词: 石化企业; 自动化系统; 经济效益; 智能化转型; 生产优化

中图分类号: TE65 文献标识码: A 文章编号: 1674-5167 (2025) 026-0049-03

Research on the Current Status of Automation Systems in Petrochemical Enterprises and Pathways to Enhance Economic Benefits

Ren Dong (Yumen Oilfield Refining and Chemical General Plant, Refining and Chemical Production Support Department, Jiuquan Gansu 735200, China)

Abstract: This paper takes the Yumen Oilfield Refining and Chemical General Plant as the research subject and systematically analyzes the application status of automation systems in petrochemical enterprises and strategies for enhancing economic benefits. The study reveals that although the current level of automation in the enterprise is above the domestic average, bottlenecks such as incomplete data acquisition and insufficient application of online analytical instruments still exist. By introducing intelligent control systems, optimizing production processes, and strengthening equipment management, production efficiency and product quality can be significantly improved. The research proposes that implementing intelligent transformation can deliver notable economic benefits while reducing energy consumption and mitigating safety risks, providing a reference for similar enterprises.

Keywords: petrochemical enterprise; automation system; economic benefit; intelligent transformation; production optimization

在装置运行中, 如何使现场操作工人能够实时了解他们的操作对装置效益的影响, 从而及时改变操作手法, 提高装置运行效益; 如何使工人能够实时了解生产产品的质量, 从而及时调整, 改善产品质量; 以上的问题, 都是炼油装置一直在探索的现场课题。而这些都依赖于工业自动化技术在各装置中的应用。

1 工业自动化简介

工业自动化技术是 20 世纪现代制造业的核心技术之一, 其核心价值在于解决生产效率和产品一致性的双重挑战。无论是面向大规模量产的企业, 还是注重柔性化生产和小批量定制的厂商, 自动化技术都是不可或缺的基石。虽然自动化系统本身属于使能技术而非直接的价值创造者, 但它通过以下方式显著优化企业生产流程: ①提升生产节拍和产能利用率; ②保障工艺稳定性和质量一致性; ③增强生产系统的可重构性和响应速度。这种对制造过程的系统性提升, 最终转化为企业的市场竞争力和经济效益。

2 我厂工业自动化现状

目前, 尽管我厂的信息化建设经过十多年的发展, 在跟踪信息技术的发展潮流中始终走在油田公司其他

单位的前列, 在总厂的生产和管理中发挥了一定作用。但是我们应该清醒的认识到, 炼油化工运行系统的核心业务生产计划与排产, 生产运行管理, 生产执行和生产统计四个关键领域, 在我们的信息化建设几乎是一片空白。参照国内外石油化工行业主流应用系统的定义方法, 炼油与化工生产运行系统包括工厂基础信息管理、实时数据库、实验室信息管理系统、实时数据库应用、生产计划与排产、生产运行管理、物料移动管理、物料平衡、收率计算生产统计等 11 类主要功能。这些功能主要涵盖生产、销售、调运和库存管理三方面功能, 通过有效的数据衔接达到产、运、销的整体优化, 实现整体利润的最大化。而作为炼油化工为主导业务的我厂, 信息化建设的核心应该以上述功能和应用为中心。自动化仪表主要采用美国艾默生—罗斯蒙特公司的 1151S 系列和 3051C 系列; 日本横河仪表公司 Dpharp EJA—A 系列; 兰炼和德国西门子公司合资生产的 SITRANS 系列。我厂的工业自动化与同行业比较我厂的自动化水平处于中等偏上; 而与发达国家工业自动化水平相比还有很大差距, 处于发达国家 90 年代水平。

3 我厂工业自动化存在的问题

随着机构改革的逐步完善,炼厂的组织机构精简,形成了以生产、设备、安全环保、质量检测、罐区储输为主的生产模式。管控一期工程进行了全厂大范围光纤局域网络扩建,满足了 DCS、ESD、机组监测、设备管理、罐区储输动态、能源计量、产品质量管理等核心数据采集的基本要求。这为建立总厂实时数据库信息平台,采用 WEB 技术,实现基于 B/S 模式的人机界面,使工艺流程监测、能源计量、产品质量管理、统计分析汇总的实时数据在网上的发布,为基地的生产指挥调度服务奠定了网络通讯的基础。

然而,我们应该很清醒的认识到目前通讯网络的高速公路建设的虽然很完善,但是,对我们所需要关键生产数据的自动采集,还需要进一步投资开发。DCS、ESD、PLC、及现场智能仪表的实时数据采集,是关系到总厂信息化建设的关键瓶颈和前提。没有生产一线的实时数据在网络的高速公路上有序流动,再好,再完善成熟的信息系统,也是无本之木,无源之水。

例如为了提高装置效益,国内外都投入了大量的人力物力开发了各种催化裂化装置的先进控制系统。如 DMC 公司在 FCCU 上应用动态矩阵控制, HONEYWELL PROFIMATICS 公司的鲁棒预测控制等,而国内也有许多这方面的研究,抚顺一厂的催化裂化装置优化工作,石化科学研究院的多变量模型预估控制技术,上海炼油厂的 1 号催化裂化的计算机优化控制就是例子,优化控制和先进控制系统的使用,提高了 DCS 运行的效率,使装置运行在平稳的基础上实现效益最优化,有效的提高了装置运行的效率和效益。因此,开展石油化工流程模拟、先进控制与优化技术的研究与应用将会带来很大的经济效益。

在线分析仪表的使用状况处于停滞状态,没有发展。在线计量和汽油干点,柴油凝固点及汽油稀烃含量等等软测量功能的开发与使用,是提高装置运行水平的方法与效果。在石油化工行业的生产与经营过程中,储运是一个不可缺少的重要环节,特别是液态介质(如原油、成品油、轻烃等)的存储、计量、核算和管理尤为重要。围绕着储罐乃至整个罐区的监控与管理,是储运作业中最基本的工作内容。提高储运自动化及其管理水平,对企业减少损耗、降低成本、增加效益具有明显的作用。而我厂现在仍以人工测量罐内液位为主,因此罐区工作量大,人工检测不及时容易造成罐内液高形成溢出现象,易发生火险,另外工作人员一年四季不论天气如何,都要爬到 10 数米高的罐顶上测量液位,遇到恶劣天气还会造成员工生命危险。所测量的液位不精确,浪费能源,成本加大,

即费工又费时,仅人工费用按四班三倒运转,每个罐区 12 人,每个人每月 1000 元工资计算平均每年要付出近 15 万元的工资,巨额的费用,笨重的体力劳动、传统的管理方式跟不上科学化、信息化时代的发展。

作为一个生产和基地相距数百公里的流程企业,建设一个先进、高效的生产指挥调度系统,及时掌握正确的信息资源,科学迅速地进行决策管理,有效地组织生产和经营,增强在市场中的竞争能力,是提高企业整体的效益的关键。以 DCS 控制系统、罐区储输动态、能源计量、产品质量管理为中心的关键生产数据的采集,是这个生产指挥调度系统的基础,实时数据库是系统的基础支撑平台之一。

在当前工业背景下,提升自动化系统的经济效益是石化行业面临的重要课题。为了实现这一目标,需要从优化自动化系统设计、加强设备维护与升级、引入智能技术以及加强人才培养与引进等多个方面入手,全面提升自动化系统的运行效率和质量。

在优化自动化系统设计方面,石化行业需注重提升生产效率和产品质量。通过引入先进的自动化技术和设备,对生产流程进行精细化控制,减少不必要的浪费,提高生产效益。还需加强设备之间的协同配合,确保生产过程的顺畅进行,避免因设备故障导致的生产中断等问题。加强设备维护与升级同样至关重要。自动化设备在长期运行过程中,难免会出现磨损、故障等问题。为了延长设备的使用寿命,减少故障率,需定期对设备进行维护和保养。随着技术的不断进步,还需及时更新换代老旧设备,提高自动化系统的整体性能。引入智能技术也是提升自动化系统经济效益的重要途径。通过引入人工智能、机器学习等先进技术,可以对生产数据进行实时分析和处理,及时发现并解决生产中的问题。智能技术还可以实现自动化生产线的智能调度和优化,提高生产线的利用率和效率。

加强人才培养与引进同样不可忽视。随着自动化技术的不断发展,对自动化领域的人才需求也日益增加。石化行业需注重培养一支具备丰富自动化知识和技能的专业团队,为自动化系统的经济效益提升提供有力支持。还需积极引进外部优秀人才,不断为自动化团队注入新的活力。

4 智能化转型的经济效益分析

4.1 直接经济效益

①降本增效显著。首钢京唐的智能化改造使冶炼周期缩短近 2.5 分钟,相当于产能提升约 5%。广东石化通过智能物流系统,产品出厂环节人员配置从 50 人缩减至 8 人,人力成本降低 84%。中石油 APS 系统在 2021 年支撑优化方案 4400 余版,进口原油选购优化

累计增效 5 亿元。②质量与收率提升。AI 控制消除人为操作波动, 首钢京唐的钢水磷含量波动降至 0.003% 以下, 产品合格率接近 100%。在炼化“减油增化”转型中, APS 系统通过优化乙烯收率, 推动自产乙烯收率提升 3%~5%, 高价化工品比例显著提高。③能耗物耗双降。传统蒸馏环节占炼厂总能耗的 40%, MIT 的膜分离技术有望将此环节能耗降低 90%。

4.2 隐性效益

①安全风险大幅降低。无人化操作消除高危场景作业。首钢京唐的炉前清渣岗位原需在高温粉尘中每日清理数吨炉渣, 智能系统上线后渣量日均减少 2.1t, 事故率趋近于零。广东石化应用物联网监测设备覆盖 10 万+危险点位, 实现“监控无死角”, 保障连续安全生产。②决策能力质变提升。企业综合数据库支持实时动态优化。广东石化在台风季通过调度模型动态调整装置负荷, 避免非计划停工损失。中石油 APS 系统实现“事前算赢”, 按月/季/年场景预演效益变化, 辅助战略决策。

随着人工智能、大数据等技术的快速发展, 石化行业正面临着前所未有的变革与挑战。为应对这些挑战, 石化企业正加速推进智能化转型, 以提高生产效率和经济效益。智能化转型的加速推进, 使得石化企业开始积极探索和应用新技术, 以提升生产过程的自动化和智能化水平。例如, 通过引入先进的传感器和自动化控制系统, 企业可以实现对生产过程的实时监测和精准控制, 从而提高生产效率和产品质量。智能化转型还使得石化企业能够更高效地利用资源, 降低生产成本, 提升整体竞争力。

在自动化系统集成创新方面, 石化企业正逐步打破传统业务模式的限制, 实现各环节之间的无缝连接和数据共享。通过构建高效的数据交换和共享机制, 企业可以实现对生产数据的实时采集、存储和分析, 为生产决策提供更准确、更全面的数据支持。这种集成化的管理模式有助于提升企业的生产效率和协同效率, 能为企业的长远发展奠定坚实基础。

随着环保理念的日益重要, 石化企业也在积极探索如何将自动化系统与环保生产相结合, 实现绿色环保生产。通过引入先进的环保监测技术和控制系统, 企业可以实现对生产过程中的环保指标进行实时监测和精准控制, 从而降低对环境的污染和破坏。这种智能化的环保管理模式有助于提升企业的社会责任感和产品竞争力。

5 挑战与未来发展方向

5.1 当前实施瓶颈

①模型落地难。中石油规划总院指出, 当前炼厂

约 70% 的机理模型仅提供参考性建议, 因缺乏自动执行链路而沦为“数字花瓶”。例如, 某企业开发的实时优化模型需人工审核结果, 3 个月内应用频次下降 60%。②数据技术应用局限。炼化过程的强机理特性制约了大数据技术的直接应用。高温高压环境对相关性分析容忍度低, 且既懂工艺又精通算法的复合型人才不足。③改造成本高昂。首钢京唐的 5G 专网升级投入超亿元, 广东石化智能工厂建设周期达 3 年。对中小炼厂而言, 投资回报周期超过 5 年成为推广障碍。

5.2 关键技术突破方向

①工业互联网平台深化。构建以工业 PaaS (平台即服务) 为核心的架构, 整合计划优化、生产调度、设备管理等核心功能, 实现“三流合一”(物流、信息流、资金流)。昆仑数智的实践表明, 统一数据模型可减少接口开发成本 40%。②分子级管理技术。突破馏分物性表征局限, 开发基于烃分子结构的反应模拟引擎。中石化已在“全加氢裂化”路线中试点分子管理, 轻油收率提升 2.5 个百分点。③人机交互革新。面向 90/00 后员工开发 AR/VR 操作助手与语音交互系统。广东石化的“智能问数”应用支持自然语言查询生产数据, 操作员效率提升 50%。

6 结语

综上所述, 开发和应用总厂的生产指挥调度集成系统, 是基地搬迁后, 信息化建设的必然选择, 是实施下山工程提高管理效率和效益的有效手段。我们要按照“先易后难, 分步实施, 重点突破”的原则和中油股份公司“统一、成熟、实用、兼容、高效”的十字方针进行整体规划, 积极推进总厂信息化建设, 实现管控一体化网络和电子商务网的共同发展, 积极引进先进信息技术, 加强技术合作和技术交流, 加快信息技术的发展步伐, 从而为基地搬迁, 提供准确快速的信息沟通平台, 满足企业有效组织生产和经营的需要。

参考文献:

- [1] 王华, 李建国. 炼化企业先进控制与实时优化技术应用进展 [J]. 石油炼制与化工, 2020, 51(8):1-8.
- [2] 张强, 刘伟, 赵明. DCS 系统在石化装置中的深度应用与效益挖掘 [J]. 自动化仪表, 2021, 42(3):12-17.
- [3] 陈雪梅, 刘峰, 周涛. 流程工业“自动化孤岛”问题及集成解决方案 [J]. 化工进展, 2019, 38(5):2453-2460.
- [4] 李明辉, 孙健. 工业大数据在炼化过程优化中的局限性及突破路径 [J]. 控制工程, 2023, 30(2):89-94.
- [5] 周涛, 王磊, 郑阳. 安全仪表系统 (SIS) 在石化装置中的经济效益量化研究 [J]. 中国安全生产科学技术, 2022, 18(4):56-61.