

智能控制技术在石油化工仪表自动化中的应用

王冬

(中海沥青股份有限公司, 山东 滨州 256600)

摘要 石油化工生产过程中伴有高温、高压的工况, 而且原料和产品属于危化品, 易燃易爆, 对于仪表安全性和可靠性的要求极高。随着石油化工行业升级转型和智能化工厂技术的应用, 使用高精度、多功能、宽测量和具有完善的自诊断功能的智能仪表代替传统仪表是必然选择。智能仪表应用 PLC、DCS、SCADA 等技术不仅能够实时传送参数, 而且还能实现智能化控制和管理, 提高能源利用效率, 有利于推动石油化工行业的自动化、信息化、智能化。

关键词 智能控制技术; 石油化工; 仪表; 自动化

中图分类号: TE9

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)02-0029-03

从 1870 年德国黑马公司首套 SIS 系统投产以来, 石油化工生产控制系统始终处于不断发展之中^[1]。当前, 我国石油化工行业基本实现了自动化生产, 90% 以上的企业引入过程控制系统, PID 等先进控制方案大量应用在石油化工装置中。石油化工行业在实际生产中条件较为复杂, 高温、低温和高压工况多, 原料与工程设计难以和实际工程相符。为实现优化技术的最优解, 传统电磁继电器已逐渐被安全性更高、测量更精确、操作更智能的新技术所取代。智能仪表不仅精度更高, 功能多样化, 具有自我诊断和监控功能, 能够与控制系统通信, 而且操作维护更加方便, 智能化程度更高, 与 PLC 等技术相结合。智能控制技术的应用让仪表功能大大延伸, 从传统记录、诊断和监测功能扩张到生产管理、经营管理和系统运行, 实现全过程智能化管理, 推动石油化工行业数字化升级转型。

1 智能控制技术在石油化工仪表自动化应用中的价值

1.1 有利于实现数据化管理

基于大数据的智能控制技术具有动态性、多率性、层次性特点, 大量应用数据解析和数据处理等技术让工业数据成为仪表控制的核心。将 DCS、PLC、SIS、GDS 等系统数据上传, 形成系统的智能工厂大数据, 实现数据、服务和管理标准化, 通过数据归集、共享和管理, 以制定特定环境下的问题解决方案, 实现辅助决策、优化执行等功能^[2]。并且应用在线优化控制、

传感器技术、设备故障诊断、自动化检测技术、在线生产调度、自动化控制技术应用, 使仪表工作范围延伸, 在石化生产全部环节中实现数据化管理。

1.2 有利于建立协同化设计架构

对石化项目研究结果显示, 设计问题引发的质量问题占比超过 80%, 成本增加超过 10%。石油化工项目内容综合而复杂, 贯穿于设计、生产、管理、服务全过程, 具有高度组织性和技术复杂性。因此, 需要可操作、可量化和高度智能化的仪表进行控制, 实现设计标准化和规范化。SIS 系统设计技术、安全仪表技术、FGS 布点技术、无线技术、SIL 评估技术的应用, 对设计工作有深入影响, 有利于实现内部设计连续化、数字化, 其设计以智能仪表平台为核心, 实现对控制系统、数据管理平台和智能三维设计平台的优化设计^[3]。

1.3 有利于实现智能化管理

通过智能阀门、变送器、新仪表、新技术和智能工厂信息系统的应用, 实现智能工厂的数据化管理, 打造安全环保、精准智能的平台。以自感知、自决策、自执行、自适应的智能化管理, 融合石油化工工艺、自控、电信等专业技术, 采用先进软件系统和硬件设备, 打造多学科和多专业继承的应用平台。通过 PLC 等可编程技术的应用, 对生产设备和仪表实现智能控制, 大大地提高计算精度, 实现对数据的采集和高效应用, 为石化生产提供依据。智能仪表也能够实现对故障的自动诊断和精准定位, 无需长时间检修即可以对故障

进行快速诊断,大大地提升生产效率^[4]。

2 当前智能控制技术在石化仪表自动化应用中存在的问题

2.1 智能化水平有待提高

石油化工生产智能化水平仍需要进一步提高,传统工业继电器搭建的系统不方便检修和维护,而且智能化程度不高,依赖线路排查,一旦产生故障很难进行处理。仪表仍然独立于控制和操作系统,没有上升到综合智能化控制的高度,与控制系统的联系不够紧密。无论是目前的温度仪表、压力仪表、液位仪表等测量仪表,还是计量级流量仪表及分析仪表等先进设备,其智能化程度都难以满足实际工程需求^[5]。由于自动控制系统需要精确的数学模型,但石化生产中很多状况都是非线性问题,无法精准建模,难以适应复杂多变的环境,其稳定性也相对较差。神经网络控制技术的发展虽然适用于多变量系统,但是系统的设计还不够完善,比如钻井套管腐蚀评价和材料筛选等方面控制还不够完善。由于传感器检测水平有限,导致仪表精度较差。由于智能控制一般是采用专家离线制定算法来实现,而规则又不完善,导致感知水平较低。在知识如何表达方面,目前研究水平也相对较低。机器学习能力主要依靠数据库,其方法较为单一,自适应能力较差。在控制系统方面,控制能力也有待提升,控制手段还不够完善。

2.2 仪表应用效果较差

尽管石油化工仪表在理论、技术和工程实践中都取得飞速发展,但是在具体应用中存在评估不够科学、设计不够合理、系统性能差、结构存在设计缺陷等问题。比如 SIS 系统应用效果仍有提升空间,FGS 工程技术在火气系统如何评估缺乏规范,火气探头布置不合理,设备维护管理不完善等。在具体应用中,还存在以下问题:安装方案的科学性不足,导压管存在滴漏现象,仪表位置等与周围管道存在冲突,仪表测量不准,储罐和相关设备分散,阀门控制不稳,电缆盒达到装载上限,设备噪声大,仪表机柜间 I/O 点影响统一操作。随着监测数据增多,传统有线监测方式检修维护不方便、对空间需求较大,以及改建工程费用较高等问题也凸显出来^[6]。无线方案的节能设计较差、能耗偏高等问题也较为突出,而且受到的干扰较大。由于自动化程度没有达到作业需求,也就造成操作复杂和“用户体验”不佳,以及设计不满足用户需求等问题。总体来说,常规的压力仪表误差较大,测试精度较低,

比如温度仪表主要依靠热敏电阻活传热介质进行测量,受到介质影响较大。

2.3 系统控制能力较弱

操作系统存在漏洞,容易受到攻击,通信协议存在隐患,尤其是国产软件自主研发能力较弱,自主知识产权水平仍然需要提升。目前大多石油化工操作系统以 Windows 系统为主,与控制系统兼容性差,系统稳定性差,往往不能满足实际工作需要。各类组态监控软件主要是依靠系统的自带服务,如果系统因为崩溃、不稳定或外在攻击导致服务损坏,监控软件就面临失效风险^[7]。目前在石油化工通信中,以 TCP/IP 应用较为广泛,作为开放式协议,与外界隔离性较差,扩大了木马和病毒扩散的风险,依赖杀毒软件库不断更新的方式已难以适应现代石油化工产业发展,不利于建立终端安全防御体系,比如一旦燃油输送管线找到网络攻击,就要被迫停运,从而严重影响生产安全。

3 智能控制技术在石油化工仪表自动化中的应用路径

3.1 应用智能化工厂技术

计算机、大数据、网络技术、无线通信技术的应用使石化仪表自动化技术实现重大突破,从传统控制逐渐向智能化控制转型,建立起以全面控制为目标的综合控制系统。智能系统可根据约束条件来获得次优解。为提升智能化控制水平,需要不断地对算法和规则进行优化。比如,可采用分级递阶智能控制方案,分别通过组织级、协调级、执行级进行决策,满足复杂系统中多级自寻优控制的要求;也可采用模糊系统控制方法,以适应非线性环境下难以建立数学模型,使用方便、程序短、速度快、可靠性高等要求;还可以采用专家系统控制,融合工程控制论和专家的知识与经验,与 PID 控制器等应用结合起来,制定较为简单的控制规则,实现故障检测、诊断和处理^[8]。这样就能够保证石化仪表系统的可靠性、连续性、稳定性、实时性、灵活性及抗干扰性。针对石化生产的非线性特征,可应用神经网络模型,充分利用仿生学原理,模仿人的感知、学习、判断、记忆、决策功能,这样更能发挥容错能力和数据处理能力,对于多变量系统的适应性更强。实际工作中,可利用 C 语言进行编程,面向对象编制规则,实现智能控制的目的,但在实际工作中对于专家意见仍需要大量采纳。加强自控设计,不断提升石油化工的智能化和自动化生产水平,同时要对老旧工厂进行智能化改造,逐步实现工厂数字化的转型。

3.2 提升仪表的可靠性

要加强硬件配置, 压力仪表方面, 在高黏度原油压力测试中可采用带标准信号的隔膜式仪表, 将精度控制在 1.5 之内, 也可使用法兰片式压力传动装置或者数字压力调节器进行精准测量。温度仪表方面, 要尽可能扩大温度测量范围, 仪表测量范围应该在 -80°C ~ 1000°C 以上, 同时确保其与受检介质的接触。液位控制仪表方面, 应设计人机界面, 全面显示工作状态, 提升操作便捷度。人机界面可以结合分散式控制系统对产品进行分离, 显示遥控仪表, 对于异常情况, 及时报警。要不断使用新材料和新技术, 提升产品的耐环境能力, 在内部安装防毒害单元, 提高其耐高压、耐高温、耐低温、抗腐蚀性等^[9]。不断推动机械设备的小型化、无线化、多功能化, 尽量使用本质安全仪表、红外线气体分析仪、多功能仪表、氧化锆分析仪、光通讯仪表、在线分析仪、无线仪表、在线 PH 计、多项流量测量仪表、节能和储能仪表、非接触式仪表等。仪表应该能够实现自动监测, 具有强大的数据处理功能, 有取样能力和操控能力, 能够根据生产条件进行调整。使用先进的软件工具, 通过优化接口管理, 实现仪表信息的线上化、数字化, 应用在线模拟及仿真等技术提升其决策能力, 更好地预测和识别风险。充分利用数字化虚拟工厂进行设计, 降低工作强度, 提升模拟准确性。

3.3 提升控制系统的功能

应用总线控制系统 (FCS), 通过一条总线连接多台仪表, 同时具有计算、控制等功能, 既节能电缆又简化程序。通过 FCS 系统还可以对石化设备进行智能控制和管理, 并且对整个自动化系统进行全面监控, 将设备状态、诊断、量程校核等数据传送给控制系统, 对智能仪表进行管理和协调。使用监控技术, 将风险防患于未然, 让监测数据更为精确, 让操作人员更加全面地了解操作数据。这需要构建完整的监测体系, 监测石化生产全过程, 确保生产过程能够有序进行。同时要引入自动化修复技术, 自动化仪表发现问题之后, 可以自动进行修复。使用 PID 技术进行控制, 对仪表进行精确控制, 检测数据中存在的问题, 通过比例控制可以实现自由调节, 降低错误概率, 减少系统波动。控制系统可采用有线和无线通信相结合的方式, 减少维护和巡检工作, 实现全面设备管理^[10]。

3.4 加强数字化人才培养

培养高端技术人才和复合型人才, 尤其是要培养数字化转型岗位上的专业人才, 提升岗位专业性。在

新技术应用中要有相应的指导文件和人员培训, 逐渐形成标准化技术方法, 克服技术薄弱的环节, 让技术人员能够及时应用新技术, 比如, 仪表槽板和设备的安装条件、三维模型技术的应用、新技术和新软件的应用等。技术人员还应该了解模型审查工作, 岗位工作如何统筹, 更为重要的是转变工作理念, 建立智能化和数字化管理意识。在生产中, 也可使用机器人逐渐代替人力进行石油化工生产和系统监测, 降低人力成本, 逐步实现仪表应用标准化, 这样也能够弥补技术人员专业素质差距所带来的测量精确问题。在提升人员专业技能的同时要建立备件台账, 明确物料消耗清单, 加强投运前管理, 强化维护和检查工作。同时, 更要注重培养三维模型设计人才, 通过三维模型设计实现可视化管理, 确保信息更加准确, 避免技术交接环节的问题。

4 结语

在石化仪表自动化应用中, 要不断应用新理论、新知识与新技术, 结合控制理论、系统论和信息论, 做好监测、管理和控制工作, 推动石油化工生产制造环节的智能化和数字转型。

参考文献:

- [1] 谢腾腾, 闵祥红, 李德刚, 等. 自控专业智能工厂设计技术初探 [J]. 仪器仪表用户, 2020, 27(07): 35-97-98.
- [2] 李世江. 企业管理的数字化表达 [J]. 企业管理, 2020(09): 40-41.
- [3] 柴修通. 自动化控制技术在石油化工仪表中的运用 [J]. 化工设计通讯, 2022, 48(07): 4-6, 24.
- [4] 玉龙, 陈博. 石化企业自动化仪表中安全仪表系统的分析与研究 [J]. 石化技术, 2022, 29(04): 16-17.
- [5] 杨存三. 在线分析仪在石化生产中的应用研究 [J]. 山东化工, 2022, 51(08): 159-160.
- [6] 李国运, 赵文军, 王少华. 在役石化罐区仪表安全设计诊断 [J]. 仪器仪表用户, 2022, 29(08): 29-32.
- [7] 曹纪中, 熊智华. 石化企业仪表调校记录管理系统的设计与实现 [J]. 化工自动化及仪表, 2022, 49(02): 227-231.
- [8] 陈旭. 石油化工企业自动化仪表控制技术探讨 [J]. 中国设备工程, 2021(09): 91-92.
- [9] 冯子恒, 何明梁, 郑德林, 等. 石油化工企业仪表自动化设备的故障预防与维护措施 [J]. 石化技术, 2020, 27(04): 51-52.
- [10] 曹菊花. 浅析油田仪表自动化中的仪表选择 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2022, 42(12): 32-34.