

现场智能仪表管理系统在大型炼化项目中的深度应用研究

王海洋 池占胜 骆永莉 王晓春 王喜刚
浙江石油化工有限公司 浙江 舟山 316000

摘要: 在大型炼化项目中,现场智能仪表管理系统发挥着关键作用。本文以浙江石油化工有限公司项目实践为依托,深入剖析系统核心构成,重点介绍霍尼韦尔FDM、浙江中控SAMS及IDM等AMS系统的应用特点,探讨系统在仪表调试、设备监控、成本控制等方面的深度应用,阐述核心技术要点并提出优化路径,为提升炼化项目智能化水平提供实践参考。

关键词: 现场智能仪表管理系统;大型炼化项目;深度应用;核心技术;优化路径

引言:大型炼化项目生产流程错综复杂、设备数量庞大,对生产过程的精准监控与高效管理提出了极为严苛的要求。现场智能仪表作为获取生产数据的关键设备,其管理系统的重要性愈发凸显。传统管理模式在数据实时性、准确性和系统稳定性方面难以满足炼化项目的需求。现场智能仪表管理系统凭借先进技术,实现对仪表数据的全面采集、精准处理与智能分析,为炼化生产决策提供有力支持,推动炼化项目朝着智能化、精细化方向稳步迈进。

1 现场智能仪表管理系统核心构成

1.1 系统硬件架构

现场智能仪表选型适配是硬件架构搭建的关键起点。炼化项目生产环节多样,高温高压反应装置需高精度、抗干扰强的压力与温度仪表,易燃易爆区域要用防爆型智能仪表,选型时需综合考量测量范围、精度、响应时间等参数,确保与工艺精准契合。数据采集模块集成高精度模数转换器与智能信号调理电路,将温度、压力等模拟信号数字化并消除噪声干扰,采用分布式采集架构缩短传输距离、减少信号衰减,为后续处理提供优质原始数据^[1]。传输链路采用工业以太网与无线通信混合方案,布线方便处用工业以太网保障高速稳定传输,布线困难场景用无线传感器网络维持传输连续性,通过冗余设计与链路备份提升可靠性,为霍尼韦尔FDM、浙江中控SAMS及IDM等AMS系统数据传输筑牢基础。

1.2 系统软件架构

数据处理模块通过预处理算法对采集数据滤波、归一化并剔除异常值,借助机器学习模型实时评估设备运行状态,为维护决策提供依据。设备管理模块聚焦设备全生命周期管理,建立完整设备档案,与浙江中控IDM、SAMS系统的设备管理功能深度契合。数据交互模块采用标准化接口与消息中间件技术,支持OPC协议,保障霍

尼韦尔FDM、浙江中控系列AMS系统与DCS系统无缝对接,通过权限管理与数据加密保障传输安全,满足炼化项目数据保密与完整需求。

1.3 系统核心技术支持

系统运行依赖于物联网、大数据、人工智能及HART通信等前沿技术的深度融合。物联网技术实现仪表设备的互联互通,通过设备标识解析技术为每个仪表分配唯一数字身份,支持海量设备的接入与管理,适配霍尼韦尔FDM、浙江中控IDM等系统的多设备管理需求。大数据技术提供海量监测数据的存储与计算能力,分布式文件系统与内存计算框架的结合,满足实时分析与历史追溯的双重需求。人工智能算法赋予系统智能决策能力,深度学习模型在故障诊断、工艺优化等场景展现出卓越性能,通过持续学习适应不断变化的生产环境。HART协议作为核心通信技术,兼容主流DCS系统,支持多设备同时通讯,经过五年项目应用验证,其通讯稳定性与可靠性表现优异,为各类AMS系统的高效运行提供核心支撑。

2 现场智能仪表管理系统在大型炼化项目中的深度应用方向

2.1 AMS系统选型与基础应用适配

浙江石油化工有限公司在项目建设过程中,重点引入霍尼韦尔FDM(现场设备管理器)、浙江中控SAMS(智能设备管理系统)及新一代IDM(智能设备管理软件)等主流AMS系统,其中霍尼韦尔FDM系统可与PKS C300控制器深度集成,浙江中控IDM、SAMS系统可与中控DCS、SIS系统一体化无缝连接,实现全厂工艺流程一体化管控。项目初期,我们重点开展上述系统的应用研究,明确各系统的功能定位与应用场景,完成系统与现场仪表、DCS系统的兼容性调试,为后续深度应用奠定基础,同时依托系统的模块化设计,预留功能扩展接口,适配项目后续扩建需求。

2.2 仪表调试环节的高效优化应用

在仪表调试阶段,传统调试方式需工作人员携带万用表前往现场及机柜间逐点调试,工作量大、耗时长。通过霍尼韦尔FDM系统及浙江中控IDM系统,可实现仪表的远程调试,无需现场逐点操作,大幅节约调试时间与工作量,显著提升调试工作效率^[2]。调试过程中,我们遇到系统自带DD文件版本偏低、通讯时系统反应迟缓的问题,严重影响调试进度。为此,我们主动与大量仪表阀门厂家沟通对接,广泛收集DTM文件,替换原有DD文件后,系统通讯速度大幅提升,同时可通过霍尼韦尔FDM系统及浙江中控IDM系统实现阀门自动测试,进一步优化调试流程,极大提升阀门调试效率,缩短项目调试周期。

2.3 设备状态的精准监控与预警应用

依托霍尼韦尔FDM、浙江中控SAMS及IDM系统的核心功能,实现现场设备状态的精准监控与异常预警,降低生产安全风险。在霍尼韦尔FDM系统中,可直接通过AO通道第三参数获取现场阀门实时开度HART反馈,将其与DCS系统的AO输出进行开度差值计算,并设置合理报警值,实现阀门偏差实时监控报警功能,能够提前发现阀门卡涩等异常状况,及时安排维修,避免事故发生。同时,可通过AI通道第三参数获取现场变送器的实时温度信息,在DCS系统中设置温度报警阈值,实现实时监控,尤其在冬季防冻凝工作中,能够及时发现伴热故障并快速处理,避免因引压管冻凝导致的生产波动及事故事件。在浙江中控SAMS系统及新一代IDM系统中,可通过OPC协议将阀门开度及变送器温度信号通讯至DCS系统,实现上述同等监控功能。此外,我们还通过HART信息采集质量流量计的密度信息并进行现场显示,进一步丰富数据监控维度。

2.4 项目成本的优化控制应用

在后续项目建设中,我们结合AMS系统的应用经验,与设计院深度沟通,对仪表选型进行优化,将大量小口径开关阀门改造为调节阀^[3]。传统小口径开关阀门需占用2个DO和2个DI通道,改造为调节阀后,仅需1个AO通道,在控制系统方面可节约3个通道,电缆方面可节约3对电缆,在项目执行过程中节约了大量投资,带来了非常可观的经济效益,同时简化了仪表管理流程,降低了后续运维成本,实现了技术应用与成本控制的双重提升。

3 现场智能仪表管理系统深度应用的核心技术要点

3.1 数据采集与传输的稳定性技术

在炼化生产复杂环境中,数据采集与传输的稳定性是系统可靠运行的基础保障,也是霍尼韦尔FDM、浙江

中控IDM等系统高效应用的前提。针对现场电磁干扰强、设备振动频繁等问题,数据采集终端采用电磁屏蔽设计与抗振动结构,通过优化电路布局与选用高可靠性元器件,降低外界干扰对信号采集精度的影响。信号传输环节,构建冗余传输通道,有线传输采用双绞线或光纤等抗干扰介质,结合环网拓扑结构实现链路自愈,无线传输通过多频段跳频技术与信道编码算法,增强信号穿透能力与抗衰落性能,部署无线中继节点消除信号盲区。传输协议选用OPCUA、MQTT及HART等工业标准协议,具备重传机制与流量控制功能,保障数据完整送达,经过五年项目应用验证,HART通讯的稳定性与可靠性得到充分认可。

3.2 仪表数据的精准处理技术

仪表数据的精准处理技术是实现炼化生产精准调控的核心支撑,技术设计围绕数据降噪、解析、校准与整合展开,适配各AMS系统的应用需求。采用自适应滤波算法与异常值剔除技术,过滤炼化现场干扰因素导致的异常数据,提升数据纯度;依托标准化协议解析模块,兼容不同类型智能仪表的通信协议,实现多格式数据的统一解析,转化为标准化数据格式,保障霍尼韦尔FDM与浙江中控系列系统的数据互通;通过软件校准与定期比对校准相结合的方式,修正仪表漂移导致的误差,确保数据精度符合工业仪表精度标准,为阀门监控、温度监测等应用提供精准数据支撑。

3.3 系统与炼化生产场景的适配技术

系统与炼化生产场景的适配技术聚焦炼化项目高温、高压、强腐蚀、多干扰的独特工况,贴合炼化生产连续化、高负荷的运行特点,针对霍尼韦尔FDM、浙江中控IDM等系统进行专项适配。采用模块化适配设计,对高温区、防爆区、腐蚀区的仪表与系统模块进行针对性优化,选用耐高温、耐腐蚀、防爆型硬件设备与防护材料;通过工况感知技术实时捕捉生产场景的温度、压力、介质等环境参数,动态调整系统运行参数,优化数据采集频率与传输速率,确保系统在复杂工况下稳定运行,实现与炼化生产场景的精准适配。

3.4 系统的扩展性与兼容性技术

系统的扩展性与兼容性技术保障系统能够适应大型炼化项目的扩建需求与技术升级,适配霍尼韦尔、浙江中控等不同厂家的AMS系统。通过模块化架构设计,预留硬件接口与软件扩展模块,支持新增仪表终端、工艺环节的数据接入,无需对系统整体架构进行大规模改造;支持多种工业通信协议与数据格式,实现与DCS系统、MES系统及不同厂家智能仪表的无缝对接,打破设备与

系统间的技术壁垒,同时兼容工业软件版本升级,确保霍尼韦尔FDM、浙江中控SAMS及IDM系统长期稳定运行,适应技术发展趋势与项目扩建需求。

4 现场智能仪表管理系统深度应用的优化路径

4.1 系统架构的优化完善

立足浙江石油化工有限公司炼化项目运行需求,以轻量化、模块化、高可靠为核心目标,优化现有系统架构层级,简化冗余环节,剔除不必要的中间传输节点,缩短数据传输路径,提升系统响应速度^[4]。采用分布式架构设计,将霍尼韦尔FDM、浙江中控IDM等系统的核心功能模块分散部署,避免单一节点故障影响整个系统运行,优化模块间交互逻辑,提升架构协同效率;融入微服务架构理念,实现功能模块的独立部署与灵活调用,便于后续系统升级与功能拓展,适配项目长期运行与技术迭代需求。

4.2 技术适配能力的提升

聚焦炼化现场复杂工况与多类型设备接入需求,针对性优化核心技术适配性能,重点提升霍尼韦尔FDM、浙江中控IDM等系统的适配能力。优化数据采集与传输技术,升级抗干扰算法与传输协议,提升系统在高温、高压、强干扰环境下的适配能力;完善数据处理技术适配性,优化算法模型,提升对不同格式、不同精度仪表数据的处理能力,贴合炼化工艺要求;针对项目新增工艺与设备,优化技术适配模块,支持新型智能仪表与工艺参数的接入,提升技术对生产场景变化的适配灵活性。

4.3 系统运维体系的优化

围绕规范化、智能化、高效化,构建完善的系统运维管理机制,结合霍尼韦尔FDM、浙江中控IDM系统的运维功能,建立分级运维管理模式,根据仪表重要程度与运行工况,划分不同运维等级,优化运维资源配置;引入智能化运维工具,依托系统智能诊断与预警技术,实现运维需求的精准识别与提前处置,减少被动运维频次;完善运维数据管理体系,记录运维过程中的各类数据,通过数据分析优化运维策略,调整运维周期,降低运维成本;建立运维人员培训机制,提升运维人员对各AMS系统技术与炼化工况的适配能力,保障运维工作规范高效开展。

4.4 系统与生产流程的深度融合优化

贴合炼化生产全流程管控需求,打破系统与生产流程的数据壁垒,优化系统数据交互接口,提升霍尼韦尔FDM、浙江中控SAMS及IDM系统与炼化生产各环节的对接效率,实现仪表数据与工艺生产数据的实时共享与深度融合^[5]。结合炼化工艺机理,优化系统调控逻辑,使系统能够根据生产流程工况变化,自动调整仪表采集参数与调控指令,实现系统与生产流程的精准联动;优化系统功能设计,新增贴合生产流程需求的管控模块,将系统应用融入原料进厂、反应加工、产品检测等全流程,结合阀门改造等成本优化措施,进一步提升系统对生产流程的支撑作用,推动炼化生产向精细化、智能化、低成本转型。

结束语

现场智能仪表管理系统在大型炼化项目中的深度应用,尤其是霍尼韦尔FDM、浙江中控SAMS及IDM等AMS系统的实践应用,有效提升了生产过程的监控能力与管理水平。通过核心构成的有效搭建、多方向的深度应用、关键技术要点的把控以及优化路径的实施,系统在稳定性、精准性、适配性和扩展性等方面取得显著进步。这不仅有助于提高炼化生产效率、降低运营成本,还能增强生产安全性与产品质量稳定性。持续完善与优化该系统,将进一步推动炼化行业智能化转型,提升行业整体竞争力。

参考文献

- [1]李省鹏,闫鑫,吴琳哲,等.智能仪表管理系统在石油炼化的应用[J].石油化工应用,2023,42(5):100-104;
- [2]宁鹏.基于多数据库融合的现场智能仪表管理系统[J].石油化工自动化,2023,59(4):6-9.
- [3]丁昕炜,刘沛鑫,郑骏伟,等.油气仪表智能管理系统的建设探索[J].中国设备工程,2025(6):38-39.
- [4]温权.智能仪表在航站楼能源管理系统中的应用与节能分析[J].通讯世界,2024,31(3):111-113.
- [5]张振林.智能计量仪表监控系统结构及应用[J].工业计量,2023,33(5):79-82.