

燃化运行自动化与智能化技术研究

王建鹏 张佳兵

内蒙古京能检修工程管理有限公司 内蒙古 丰镇 012199

摘要: 文章围绕燃化运行自动化与智能化技术展开研究, 阐述了过程控制系统升级、检测与执行机构、工业网络架构等自动化技术基础, 深入探讨自动控制系统设计、数据采集处理等自动化技术及智能优化调度等智能化技术。通过石化企业自动化升级和电厂智能化改造案例, 表明这些技术可显著提升生产效率、降低能耗与成本、增强安全管理, 为燃化工业发展提供技术支撑与实践经验。

关键词: 燃化运行; 自动化; 智能化技术

1 燃化运行自动化技术基础

1.1 过程控制系统升级

在现代燃化工业领域, 过程控制系统的升级是推动行业发展的关键环节。传统的燃化生产过程控制系统, 由于技术限制, 在控制精度、响应速度和稳定性方面存在诸多不足, 难以满足日益增长的生产需求和严格的环保标准。随着计算机技术、传感器技术以及控制理论的飞速发展, 新一代过程控制系统应运而生。新型控制系统采用了先进的分布式控制系统(DCS)和现场总线控制系统(FCS)。DCS系统通过将控制功能分散到各个子系统, 实现了对生产过程的集中管理和分散控制, 提高了系统的可靠性和灵活性。FCS系统则以现场总线为基础, 将智能仪表、控制器等设备连接起来, 减少电缆的使用, 降低系统成本, 同时提高数据传输的准确性和实时性^[1]。另外, 先进控制算法的应用, 如模型预测控制(MPC)、自适应控制等, 使系统能够更好地应对复杂的生产工况, 实现对温度、压力、流量等关键参数的精确控制, 从而提高产品质量和生产效率。

1.2 检测与执行机构

检测与执行机构是燃化运行自动化系统的重要组成部分, 如同人体的“感官”和“手脚”, 承担着数据采集和指令执行的关键任务。检测机构包括各类传感器, 如温度传感器、压力传感器、流量传感器等, 它们能够实时监测生产过程中的各种物理量和化学量, 并将其转化为电信号或数字信号传输给控制系统。现代传感器具有高精度、高可靠性、智能化等特点, 例如, 智能温度传感器不仅能够准确测量温度, 还具备自校准、故障诊断等功能, 大大提高了检测数据的准确性和稳定性。执行机构则根据控制系统的指令, 对生产过程进行调节和控制, 常见的执行机构有调节阀、电动阀门、变频器等。以调节阀为例, 它通过改变阀门的开度来调节流体

的流量, 从而实现对温度、压力等参数的控制。随着技术的发展, 执行机构也朝着智能化方向发展, 具备远程控制、状态监测等功能, 能够更好地适应自动化生产的需求。

1.3 工业网络架构

工业网络架构是燃化运行自动化系统的神经中枢, 负责实现设备之间、系统之间的数据传输和信息交互。在燃化工业中, 工业网络架构通常采用分层式结构, 包括现场层、控制层和管理层。现场层主要由各类现场设备, 如传感器、执行机构等组成, 通过现场总线或工业以太网将数据传输到控制层。控制层是整个网络架构的核心, 包括PLC、DCS等控制器, 负责对生产过程进行实时控制和数据处理。管理层则通过企业网络将控制层的数据进行汇总和分析, 为企业的生产决策提供支持。工业以太网作为现代工业网络的主流技术, 具有高速、可靠、兼容性强等优点, 被广泛应用于燃化工业中。它能够实现设备之间的高速数据传输, 满足自动化生产对实时性的要求。工业网络架构还引入了网络安全技术, 如防火墙、入侵检测系统等, 保障了生产数据的安全和系统的稳定运行。

2 燃化运行自动化技术研究

2.1 自动控制系统设计

自动控制系统设计是燃化运行自动化技术研究的核心内容之一。在设计自动控制系统时, 首先需要对燃化生产过程进行深入分析, 明确控制目标和控制要求。例如, 对于燃烧过程的控制, 需要保证燃烧效率、温度稳定以及污染物排放达标等。然后, 根据控制目标和要求, 选择合适的控制策略和控制算法。常见的控制策略有反馈控制、前馈控制、串级控制等。反馈控制是最基本的控制策略, 它通过将系统的输出与设定值进行比较, 根据偏差来调节控制量, 以实现系统的控制^[2]。前

馈控制则是根据扰动信号提前调整控制量,能够有效抑制扰动对系统的影响。串级控制是将两个或多个控制器串联起来,形成主副控制回路,提高系统的控制精度和抗干扰能力。在实际应用中,往往需要将多种控制策略和算法相结合,以达到最佳的控制效果。自动控制系统的的设计还需要考虑系统的可靠性、可维护性和扩展性,确保系统能够长期稳定运行。

2.2 数据采集与处理

数据采集与处理是燃化运行自动化系统的重要环节,它为控制系统的决策提供了依据。在燃化生产过程中,会产生大量的实时数据,如温度、压力、流量、成分等。数据采集系统负责将这些数据从现场设备中采集出来,并传输到数据处理中心。现代数据采集系统通常采用分布式采集方式,通过现场总线或工业以太网将多个采集节点连接起来,实现对数据的集中采集和管理。采集到的数据需要经过处理才能为控制系统所用。数据处理包括数据滤波、数据转换、数据存储等操作。数据滤波可以去除数据中的噪声,提高数据的准确性;数据转换是将采集到的原始数据转换为工程单位,以便于分析和处理;数据存储则是将处理后的数据存储到数据库中,为后续的数据分析和决策提供支持。随着大数据技术的发展,数据挖掘和机器学习算法也被应用于燃化生产数据的处理中,能够从海量数据中挖掘出有价值的信息,为生产优化和故障诊断提供帮助。

2.3 故障诊断与预警

故障诊断与预警是保障燃化运行自动化系统安全稳定运行的重要手段。在燃化生产过程中,由于设备老化、操作不当、环境变化等因素,可能会导致设备故障或生产异常。故障诊断系统通过对生产过程中的各种数据进行实时监测和分析,及时发现故障隐患,并准确判断故障类型和位置。常见的故障诊断方法有基于模型的方法、基于数据的方法和基于知识的方法。基于模型的方法是根据生产过程的数学模型,通过比较实际输出与模型预测输出的差异来诊断故障;基于数据的方法则是利用历史数据和实时数据,通过机器学习算法建立故障诊断模型;基于知识的方法是将专家知识和经验融入到故障诊断系统中,实现对故障的快速诊断。故障预警系统则根据故障诊断结果,提前发出预警信号,提醒操作人员采取措施,避免故障的发生或扩大。同时故障诊断与预警系统还能够为设备维护和管理提供决策支持,提高设备的可靠性和使用寿命。

3 燃化运行智能化技术研究

3.1 智能优化调度

智能优化调度作为燃化运行智能化技术的关键应用领域,承载着推动行业高效发展的重要使命。在燃化工业复杂的生产体系中,从原料预处理、核心反应环节到产品精制与包装,每个流程都涉及大量设备与工艺参数,生产调度需统筹兼顾原料供应的稳定性、设备运行的可靠性、能源消耗的经济性以及市场需求的动态变化等多元因素。传统的人工调度方式,受制于经验的局限性和决策的滞后性,难以在瞬息万变的生产环境中实现资源的全局最优配置,常常导致设备空转、能源浪费、生产效率低下等问题。为突破这一困境,智能优化调度引入遗传算法、粒子群优化算法、模拟退火算法等前沿智能算法。遗传算法基于生物进化的“适者生存”原理,通过模拟基因遗传、交叉和变异等操作,在庞大的解空间中不断迭代筛选,逐步逼近最优调度方案;粒子群优化算法则模拟鸟群觅食行为,让粒子在解空间中相互协作、共享信息,快速收敛到最优解;模拟退火算法借鉴金属退火过程,允许算法在搜索过程中一定概率接受较差解,避免陷入局部最优。这些算法能够在复杂的约束条件下,如设备产能限制、工艺时间窗口约束、能源供应配额等,高效搜索到最佳调度策略^[3]。与此同时,物联网技术的深度融合为智能优化调度提供了坚实的数据支撑。通过在生产现场广泛部署传感器,实时采集设备的运行参数(如温度、压力、转速、能耗等)、物料库存的动态变化、生产进度等关键信息,并借助工业网络快速传输至调度决策系统。另外,系统还能根据市场需求预测模型,提前调整生产计划,快速响应市场变化,有效提高了企业的市场适应能力和经济效益,显著增强了企业在行业中的竞争力。

3.2 智能化安全管理

智能化安全管理是燃化生产领域守护安全防线的核心技术手段,在高温、高压、易燃易爆等高风险生产环境下,发挥着不可替代的关键作用。智能化安全管理系统依托人工智能、物联网、大数据等先进技术,构建起全方位、立体化的安全监控网络。在生产现场,各类高精度传感器(如温度传感器、压力传感器、可燃气体传感器、火焰探测器等)和智能监控设备实现了对关键安全参数的24小时不间断监测,数据采集频率可达每秒数十次,确保不放过任何细微的安全隐患。一旦检测到异常数据,系统能够在毫秒级时间内触发警报,并依据预设的安全策略自动执行紧急措施,如关闭阀门、切断电源、启动喷淋系统、释放阻燃气体等,将危险扼杀在萌芽状态。大数据分析技术在智能化安全管理中扮演着重要角色,系统对长期积累的海量历史安全数据进行深度

挖掘和分析,通过建立风险预测模型,能够精准识别潜在的安全风险模式。借助人工智能的图像识别和行为分析技术,智能化安全管理系统能够实时监控人员的作业行为,自动识别违规操作(如未佩戴防护装备、违规动火、擅自离岗等),并立即发出语音警告和提示,同时将违规行为记录在案,便于后续追溯和安全教育。

3.3 人工智能与大数据应用

人工智能与大数据在燃化运行智能化技术中发挥着核心作用。在燃化生产过程中,会产生海量的数据,这些数据蕴含着丰富的信息,但传统的数据分析方法难以充分挖掘其价值。人工智能和大数据技术的应用,为数据的深度分析和利用提供了可能。在人工智能方面,机器学习算法可以应用于生产过程的优化控制、故障诊断和预测等领域。例如,通过训练神经网络模型,可以实现对燃烧过程的智能控制,提高燃烧效率和降低污染物排放;利用深度学习算法对设备的振动数据进行分析,能够准确预测设备的故障时间,提前进行维护。在大数据应用方面,通过对生产过程中的各种数据进行整合和分析,可以发现生产过程中的潜在规律和问题,为生产决策提供科学依据。例如,通过分析原料质量、生产工艺参数与产品质量之间的关系,优化生产工艺,提高产品质量。人工智能和大数据技术的结合,还能够实现生产过程的智能化决策和自适应控制,推动燃化工业向智能化方向发展。

4 燃化运行自动化与智能化技术的案例分析

案例一:某大型石化企业的自动化升级项目

某大型石化企业在生产过程中面临着生产效率低下、能耗高、产品质量不稳定等问题。为了解决这些问题,该企业实施燃化运行自动化升级项目。在过程控制系统升级方面,引入先进的DCS系统,实现对生产过程的集中管理和分散控制。同时采用MPC算法对关键生产环节进行控制,提高控制精度和产品质量。在检测与执行机构方面,更换了高精度的传感器和智能化的执行机构,实现了对生产过程参数的准确监测和精确控制。工业网络架构采用工业以太网,实现了设备之间的高速数据传输和信息交互。通过自动控制系统设计,结合反馈控制和串级控制策略,优化生产过程的控制方案。数据采集与处理系统实现对生产数据的实时采集和分析,为生产决

策提供依据^[4]。故障诊断与预警系统能够及时发现设备故障和生产异常,避免事故的发生。经过自动化升级后,该企业的生产效率提高了20%,能耗降低15%,产品质量合格率提高到99%,取得显著的经济效益和社会效益。

案例二:某电厂的智能化改造项目

某电厂为了提高生产效率和安全管理水平,实施了燃化运行智能化改造项目。在智能优化调度方面,采用遗传算法和大数据分析技术,根据电网负荷需求、设备状态和能源价格等因素,优化发电计划和设备运行方式,降低发电成本。智能化安全管理系统通过部署大量的传感器和监控设备,实现对生产过程的全方位安全监控。利用人工智能技术对监控视频进行分析,能够识别人员的违规行为和设备的异常状态,及时发出预警。在人工智能与大数据应用方面,建立了设备故障预测模型,通过对设备运行数据的分析,提前预测设备故障,安排维修计划,减少设备停机时间。经过智能化改造后,该电厂的发电效率提高18%,安全事故发生率降低80%,设备维护成本降低30%,有效提升了电厂的竞争力和可持续发展能力。

结束语

燃化运行自动化与智能化技术的应用,革新了传统生产模式,在提升生产效率、保障安全、优化资源配置等方面成效显著,有力推动了燃化工业高质量发展。然而,随着行业需求升级与技术迭代,仍需持续探索创新,深化人工智能、大数据等前沿技术融合,攻克技术瓶颈,拓展应用场景,以实现燃化工业更高效、更智能、更绿色的可持续发展目标。

参考文献

- [1]卞旭利,闫凌飞.智能变电站自动化系统新方案的探讨[J].今日制造与升级,2020,(Z2):37-38.
- [2]李靖,高艳坤,孔祥伟.石油钻机自动化智能化技术研究及发展建议[J].中国设备工程,2020(03):43-44.
- [3]汪锡波.焊接自动化技术在石油钻采设备制造中的应用研究[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(20):178-180.
- [4]智庆杰,刘登,陈元欣.石油钻机自动化技术现状分析与建议[J].中国设备工程,2021(17):206-207.