

应用电气仪表自动化提高化工企业经济效益

李春锋（利华益利津炼化有限公司，山东 东营 257400）

摘 要：电气仪表自动化技术在化工企业中的应用大幅提升了生产效率、降低了成本、改善了产品质量，并增强了企业竞争力。这项技术在生产过程、设备管理和安全管理等方面发挥重要作用。通过实现生产过程的连续化和智能化，优化资源利用，减少人工干预，精细化控制生产参数，自动化系统帮助企业实现了显著的经济效益。同时，自动化技术还提高了企业的市场响应速度，缩短了新产品开发周期，为企业赢得了市场优势。

关键词：电气仪表自动化；化工企业；生产效率

随着工业自动化技术的迅猛发展，电气仪表自动化在各行业的应用越来越广泛。对于化工企业来说，生产过程复杂、危险性高、对环境的影响大，因此，提高生产过程的自动化水平尤为重要。电气仪表自动化技术的应用，不仅可以提升生产过程的稳定性和安全性，还能带来显著的经济效益。

1 电气仪表自动化技术概述

电气仪表自动化技术是指利用电气设备和电子技术实现自动化控制的一种技术，其核心在于通过传感器、执行器和控制器等设备的协同工作，实现对生产过程的监测、控制和调整，电气仪表自动化系统在现代工业中具有重要地位，广泛应用于制造业、化工、电力等领域。电气仪表自动化的定义涉及多个方面，自动化仪表是由若干自动化元件构成的技术工具，具有测量、显示、记录、控制和报警等功能，其主要功能是将输入信号转换为输出信号，信号可以按时间域或频率域表达，并可调制成连续的模拟量或断续的数字量形式，自动化仪表不仅是一个独立的系统，也是整个自动化系统中的一个子系统。电气仪表自动化系统的组成包括传感器、变送器和显示器等部分，传感器用于检测被测物理量，将其转换为电信号；变送器将传感器测量的模拟信号转变为标准电信号，并传送至控制器；显示器则将测量结果直观地显示出来，提供实时数据；此外，自动化仪表系统还包括执行器和控制器^[1]。执行器根据控制器发出的指令，执行相应的操作，如调节阀门开度、启动或停止设备等；控制器则负责接收传感器信号，进行数据处理和分析，生成控制信号，确保系统的稳定运行。

2 电气仪表自动化技术在提高化工企业经济效益中的应用

2.1 生产过程自动化

生产过程自动化是电气仪表自动化技术在化工企

业中的核心应用领域，通过部署先进的自动化控制系统，化工企业能够实现对整个生产流程的全方位监控和精确调节，从而显著提升生产效率和产品质量，在石化生产中 DCS（分布式控制系统）和 PLC（可编程逻辑控制器）等技术的应用尤为广泛。以炼油过程为例，DCS 系统可以对原油蒸馏、催化裂化、加氢处理等复杂工艺进行实时监控和自动调节，系统通过采集温度、压力、流量等关键参数，结合预设的工艺模型和控制算法自动调整各单元操作条件，确保产品品质的稳定性，同时 DCS 还能够优化能源利用，降低物料损耗，提高装置运行效率。

在聚合物生产中，PLC 技术的应用同样发挥着重要作用，PLC 可以精确控制聚合反应的温度、压力和进料速率，保证产品分子量分布的一致性，通过实时监测反应器内部状况，PLC 能够及时调整冷却水量、搅拌速度等参数，防止反应失控，提高产品质量和收率。

2.2 设备管理自动化

化工企业设备种类繁多、数量庞大，传统的人工管理方式已难以满足现代化生产的需求，电气仪表自动化技术的应用为设备管理带来了革命性的变革，实现了从被动维修到主动预防的转变。设备管理自动化系统的核心是在线监测和诊断技术，通过在关键设备上安装各类传感器，如振动传感器、温度传感器、压力传感器等，系统能够实时采集设备运行数据，这些数据经过分析处理后，可以及时反映设备的健康状况，预测潜在故障。

以离心压缩机为例，振动监测系统能够检测轴承、叶轮等关键部件的异常振动，提前发现磨损、不平衡等问题，油液分析系统则可以监测润滑油中的金属颗粒含量，判断设备内部零件的磨损程度，这些技术的应用使得设备维护从经验导向转变为数据导向，大大

提高了维护的精准性和效率。

自动化设备管理系统还能实现设备运行数据的长期积累和分析,通过建立设备健康档案,系统可以追踪设备全生命周期的性能变化,制定最优的维护策略^[2]。例如,对于反应釜等关键设备,系统可以根据历史运行数据,预测衬里的腐蚀程度,在最佳时机安排更换,既避免了设备带病运行的风险又防止了过早维修造成的资源浪费。

2.3 安全管理自动化

化工生产过程中存在诸多安全隐患,如高温高压、易燃易爆、有毒有害等,电气仪表自动化技术的应用极大地提升了化工企业的安全管理水平,构建了全方位、多层次的安全防护网。火灾报警系统是化工企业安全管理的第一道防线,现代火灾报警系统不仅包括传统的烟感、温感探测器,还融入了红外、紫外火警探测器等先进设备,系统通过分布式网络将各探测点连接,实现对整个厂区的全覆盖监控,一旦发现火情,系统能够迅速定位火源,自动启动灭火设备并通过自动化通讯系统向相关人员发出警报。

泄漏检测系统在预防重大安全事故方面发挥着关键作用,对于易燃易爆气体,如氢气、甲烷等,系统采用催化燃烧、红外吸收等多种检测原理的传感器,构建多点立体监测网络,一旦检测到泄漏,系统会立即报警并联动关闭相关阀门,降低事故扩大的风险,对于有毒有害气体,如氯气、硫化氢等,系统则采用电化学、光离子等敏感度更高的检测技术,确保在浓度达到危险值之前及时报警。

紧急停车系统(ESD)是化工企业安全管理自动化的核心,ESD系统通过实时监控工艺参数,如温度、压力、液位等,一旦发现异常,能够按预设的程序自动执行停车操作。例如,在乙烯装置中,如果检测到反应器温度异常升高,ESD系统会立即切断进料,打开泄压阀,启动紧急冷却系统,将反应控制在安全范围内^[3]。

3 电气仪表自动化技术提高化工企业经济效益的优势

3.1 提高生产效率

电气仪表自动化技术在化工企业中的应用大幅提升了生产效率,这种技术通过实现生产过程的连续化、自动化和智能化彻底改变了传统的生产模式,使企业能以更高的速度和更低的误差完成复杂的生产任务。在化肥生产中自动化控制系统的应用尤为显著。以尿

素生产为例,整个工艺流程涉及合成、分解、浓缩、造粒等多个环节,自动化系统通过实时监测和调节反应温度、压力、流量等关键参数,确保了生产过程的稳定性和连续性。

在合成塔中,系统可根据进料组成和产品要求,自动调整温度和压力,使反应始终保持在最佳状态,提高原料转化率和产品收率。造粒环节中自动化系统精确控制造粒塔的温度分布和雾化条件,确保颗粒大小均匀,减少粉尘产生,提高成品率,这种精细化控制不仅提高了单位时间产量还减少了因工艺波动导致的停车时间,实现了长周期稳定运行。

智能化生产调度系统的引入进一步提升了生产效率,系统可根据原料供应、市场需求等因素,自动生成最优生产计划,协调各生产单元的运行,最大化产能利用率,通过数据分析和机器学习,系统能不断优化生产参数,实现工艺的持续改进,推动生产效率的不断提升^[4]。

3.2 降低生产成本

电气仪表自动化技术在降低化工企业生产成本方面发挥了巨大作用,通过优化生产过程、减少人工干预、提高资源利用效率,自动化系统帮助企业实现了显著的成本节约。在人工成本方面,自动化系统大幅减少了生产过程中所需的操作人员。以大型石化装置为例,引入DCS系统后,一个操作员就可同时监控和控制多个生产单元,极大提高了劳动生产率;同时,自动化系统的可靠性和稳定性也减少了因人为失误导致的停车和事故,降低了维修和安全事故的相关成本。在原材料和能源消耗方面,自动化技术通过精确控制和优化调节,显著提高了资源利用效率。

以炼油厂的加氢装置为例,自动化系统能根据原料性质和产品要求,实时优化反应温度、压力和氢气用量,最大化目标产品收率,同时减少氢气消耗;高级过程控制(APC)技术的应用更是将这种优化推向了新的高度,能在多变量、多目标的复杂工况下找到最佳操作点,实现原料和能源消耗的全局最优。水处理过程是自动化技术降低成本的另一典型应用,在工业废水处理中自动化控制系统通过实时监测水质参数,精确控制药剂的投加量,系统可根据进水水质变化,动态调整絮凝剂、氧化剂等药剂的剂量,避免过量投加造成的浪费也防止药剂不足导致的处理效果不佳,这不仅降低了药剂成本,还通过提高处理效率减少了能源消耗。

3.3 提高产品质量

电气仪表自动化技术对提高化工产品质量起到了关键作用,通过实现生产过程的精细化控制和全程监测,自动化系统能确保产品品质的稳定性和一致性,满足日益严格的质量要求。在医药生产领域,自动化技术的应用尤为重要。以无菌制剂生产为例,自动化系统可精确控制生产环境的温度、湿度、洁净度等关键参数,通过实时监测和自动调节,系统能将洁净区的温度和湿度波动控制在较小范围内,确保生产环境的稳定性;在灌装过程中,自动化系统通过精确控制灌装速度、压力和时间,保证了每支药品的装量精度,减少了批次间的差异^[5]。

在化学合成过程中,自动化技术通过精确控制反应条件,提高了产品的纯度和收率。以精细化学品生产为例,自动化系统可精确控制反应温度、pH值、搅拌速度等参数,确保反应按设定路径进行,减少副反应的发生;同时,系统还能实时监测反应进程,通过光谱分析等技术判断反应终点,避免过度反应或反应不完全导致的质量问题。批次一致性是产品质量控制的重要方面,自动化技术在这方面发挥了重要作用。通过记录和复制最佳生产参数,自动化系统能确保每个批次的生产条件完全一致,减少批次间的差异,在聚合物生产中,这一优势尤为明显。系统可精确控制单体的投加比例、反应温度和压力,确保每批产品的分子量分布、熔融指数等关键指标保持一致,满足下游客户对产品稳定性的严格要求。

3.4 增强企业竞争力

电气仪表自动化技术的应用显著增强了化工企业的市场竞争力,通过提高生产效率、降低成本、提升产品质量,自动化技术使企业能更快速、更灵活地响应市场需求,在激烈的竞争中占据优势地位。生产周期的缩短是自动化技术提升企业竞争力的重要体现。以新产品开发为例,自动化技术使从实验室研发到工业化生产的过程大大加速。通过小型自动化装置,企业可快速验证和优化新工艺,缩短了放大生产的时间,在正式生产中自动化系统通过优化工艺参数、减少中间环节,进一步缩短了生产周期,这使企业能更快将新产品推向市场,抢占先机。市场响应速度的提高是自动化技术带来的另一竞争优势,通过柔性生产系统,企业能根据市场需求快速调整产品结构。例如,在精细化工产品生产中,自动化系统可实现多品种、小批量的灵活切换,使企业能及时满足客户的个性化需求;

同时,通过与ERP系统的集成,自动化系统能实现从订单到生产的快速响应,缩短了交货周期,提高了客户满意度。

成本优势是企业竞争力的核心之一,自动化技术通过多方面降低成本,增强了企业的价格竞争力。在大宗化工品生产中,即使是微小的成本优势也能转化为显著的市场优势,通过优化生产工艺、提高能源利用效率,自动化技术帮助企业在原料和能源成本上建立了领先优势。同时,通过提高劳动生产率,自动化技术也帮助企业应对劳动力成本上升的挑战,保持了成本竞争力。产品质量和一致性是化工企业赢得客户信任的关键。自动化技术通过确保产品质量的稳定性和可追溯性,帮助企业建立了良好的品牌形象,特别是在高端市场和严格管控的行业(如医药、电子化学品等),卓越的质量控制能力成为企业的核心竞争力,自动化技术不仅帮助企业满足了严格的质量标准还通过提供详细的生产记录和质量数据,增强了客户的信心。

4 结论

电气仪表自动化技术的广泛应用为化工企业带来了革命性的变革。从生产过程的精细控制到设备的智能管理,从安全系统的全面升级到质量控制的精确把控,自动化技术已成为推动化工行业发展的核心动力。通过提高生产效率、降低运营成本、保证产品质量、强化安全管理,自动化技术全面提升了化工企业的综合实力和市场竞争力。在激烈的市场竞争中,自动化技术帮助企业更快速、更灵活地响应市场需求,缩短产品开发周期,满足客户个性化需求,从而在竞争中脱颖而出。电气仪表自动化技术的应用不仅带来了经济效益,还推动了化工行业的技术进步和可持续发展。

参考文献:

- [1] 张宝成,王丹生,杨合山.电气自动化在化工企业生产中的应用探讨[J].现代工业经济和信息化,2023,13(6):38-40.
- [2] 王富亮.提升电气自动化设备可靠性探讨[J].中国战略新兴产业,2020(10):96.
- [3] 张云,王紫宏,刘诚诚.化工企业电气自动化系统的实践应用[J].化工管理,2021(2):23-24.
- [4] 杨亚红,董鸿章,窦明.电气自动化生产在化工企业中的应用[J].中国化工贸易,2020(5):44-45.
- [5] 丁春兵.工业电气自动化生产在化工企业中的应用[J].城市建设理论研究:电子版,2020(1):1-2.