

化工仪表自动化控制技术分析

陈佳楠

江苏优普生物化学科技股份有限公司 江苏 南通 226400

摘要: 随着科技的飞速发展,化工行业对生产过程的自动化、智能化要求日益提高。化工仪表自动化控制技术是现代化工行业的核心技术,通过实时监测生产过程中的关键参数,实现精准把控和智能化管理。该技术融合了传感器、执行器、控制器及通信技术,构建起高效的生产控制体系。文章详细分析了化工仪表自动化控制技术的核心原理,包括信号采集与处理、控制策略与算法以及执行与调节。探讨了其在温度、压力、流量和液位控制中的具体应用,并展望了化工仪表自动化控制技术的发展趋势。

关键词: 化工仪表; 自动化; 控制技术; 应用

引言: 化工仪表自动化控制技术作为化工生产的神经中枢,对于提升生产效率、保障产品质量及生产安全具有重要意义。随着科技的进步,这一技术正不断向更高层次发展。本文首先概述了化工仪表自动化控制技术的基本构成与功能,随后深入剖析了其核心原理,旨在为读者提供全面的技术理解。在此基础上,文章将进一步探讨该技术在化工生产中的实际应用及其未来发展趋势,为化工行业的智能化转型提供有价值的参考。

1 化工仪表自动化控制技术概述

化工仪表自动化控制技术是现代化工行业不可或缺的关键技术之一,它深度融合了传感器技术、执行器技术、控制器技术以及先进的通信技术,共同构建起一个高效、智能的生产控制体系。这种高度自动化的控制模式,不仅显著提升了生产效率,降低了人力成本,而且在保障生产安全、提高产品质量方面展现出巨大优势。在化工仪表自动化控制系统中,各组成部分各司其职,协同工作。传感器作为系统的感知层,扮演着至关重要的角色。它们能够精确捕捉生产过程中的各种物理和化学变化,将这些变化转化为可测量的电信号或其他形式的信号,为后续的数据处理和控制在提供基础。变送器则承担着信号转换的重任,它将传感器输出的原始信号进行转换和标准化,确保这些信号能够在通信网络中稳定、准确地传输。这一过程是连接传感器与控制器之间的桥梁,对于整个控制系统的稳定性和可靠性至关重要。控制器是根据预设的控制策略,对来自变送器的信号进行综合分析、处理,并据此输出控制指令。这些指令将被传递给执行器,由其具体实施对生产过程的调节操作,如调整阀门的开度、改变电机的转速等,从而实现了对生产流程的精确控制^[1]。而通信网络负责将各个部件紧密连接在一起,实现数据的实时传输和通信。这一网

络的存在,使得控制系统的各个部分能够协同工作,形成一个有机整体,共同应对生产过程中的各种挑战。

2 化工仪表自动化控制技术的核心原理

2.1 信号采集与处理

信号采集是化工仪表自动化控制的起点,也是整个系统获取生产现场信息的重要途径。传感器能够实时、准确地感知生产过程中的各种物理量或化学量,如温度、压力、流量、液位、浓度等。这些原始信号往往包含大量的噪声和干扰,因此,在进行后续处理之前,必须对信号进行预处理。预处理操作包括滤波、放大、线性化等多个步骤。滤波是为了去除信号中的高频噪声和无关成分,保留有用的低频信息;放大则是为了增强信号的强度,使其更易于传输和处理;线性化则是针对非线性传感器输出的信号进行校正,确保信号与真实值之间的线性关系。这些预处理操作可以通过模拟电路或数字电路实现,也可以借助先进的软件算法在控制器中完成,以提高信号处理的效率和准确性。

2.2 控制策略与算法

控制策略与算法是化工仪表自动化控制技术的核心所在,它们根据生产过程的特性和控制目标,设计出一系列智能决策规则,以确保生产过程能够按照预期稳定运行。PID控制是最常用的一种控制策略,它通过对比例(P)、积分(I)、微分(D)三个环节的调节,实现对被控对象的精确控制。比例环节负责快速响应偏差,积分环节用于消除静态误差,微分环节则能够预测未来趋势并进行提前调节。PID控制因其简单易懂、调节方便而广泛应用于各种化工生产场合。

然而,对于一些难以建立精确数学模型或存在强非线性、时变性的生产过程,传统的PID控制可能无法满足要求。此时,模糊控制便成为一种有效的替代方案。模

糊控制利用模糊逻辑对不确定性和非线性进行处理,通过定义模糊集合和模糊规则,实现对生产过程的智能控制。这种控制策略具有鲁棒性强、对模型依赖度低等优点,特别适用于那些复杂且难以精确描述的化工生产过程。预测控制则是另一种先进的控制策略,它根据历史数据和当前状态预测未来趋势,并提前进行调控。通过构建预测模型、设计优化算法和滚动优化等步骤,预测控制能够实现对生产过程的动态优化和精准控制。这种控制策略在提高生产效率、降低能耗和减少波动等方面具有显著优势。

2.3 执行与调节

执行与调节是化工仪表自动化控制的最终环节,执行器根据控制器的指令对生产过程进行调节,如调节阀门的开度以控制流量,调节电机的转速以控制搅拌速度等。这些调节操作直接作用于生产过程,对产品的质量和生产效率产生直接影响。为了确保执行器的准确动作和稳定运行,必须对其进行定期维护和校准。这包括检查执行器的机械结构是否完好、电气连接是否可靠、控制系统是否正常运行等^[2]。此外,一些先进的执行器还具备自诊断、自适应等功能,能够根据工作环境的变化自动调整参数,提高控制精度和稳定性。例如,智能阀门定位器能够根据阀门的实际位置反馈信号进行自动调节,确保阀门的开度与控制器指令一致;自适应电机控制器则能够根据负载变化自动调整电机转速和扭矩,确保生产过程的稳定运行。

3 化工仪表自动化控制技术的应用

3.1 温度控制

在化工生产过程中,温度是影响化学反应速率、产物质量和生产安全的关键因素。过高或过低的温度都可能导致不可预测的反应行为,甚至引发安全事故。因此,对温度进行精确控制是化工生产中的首要任务。

(1) 温度传感器作为温度控制系统的核心部件,能够实时监测反应釜或管道中的温度变化,并将这些变化转换为电信号或其他可传输的信号形式。这些信号随后被传输至温控仪表或控制器,进行进一步的分析和处理。

(2) 温控仪表或控制器根据预设的控制策略,如PID控制算法,对温度传感器传输的信号进行响应。通过比较实际温度与设定温度之间的差异,控制器计算出相应的控制量,并输出控制指令至加热或冷却装置。这些装置根据指令调整其功率或工作状态,以实现温度的精确调节。(3) 先进的温度控制系统还具备自适应调节、超温报警和联锁保护等功能。自适应调节功能能够根据生产过程中的实际情况,自动调整控制参数,以提高控制精

度和稳定性。超温报警功能则能够在温度超过安全范围时及时发出警报,提醒操作人员采取相应措施。联锁保护功能则能够在温度异常时自动切断相关设备的电源或关闭关键阀门,以防止事故的发生。

3.2 压力控制

在化学反应、蒸馏、萃取等过程中,都需要对压力进行严格控制。过高的压力可能导致设备损坏或安全事故,而过低的压力则可能影响反应速率和产品质量。

(1) 压力传感器作为压力控制系统的核心部件,能够实时监测系统内的压力变化,并将这些变化转换为电信号进行传输。这些信号随后被传输至压力控制仪表或控制器,进行进一步的分析和处理。(2) 压力控制仪表或控制器根据预设的控制策略,如PID控制或模糊控制算法,对压力传感器传输的信号进行响应。通过比较实际压力与设定压力之间的差异,控制器计算出相应的控制量,并输出控制指令至阀门或泵等执行器。这些执行器根据指令调节其工作状态或开度,以保持系统压力的稳定。

(3) 先进的压力控制系统还具备超压保护、低压报警和自动调节等功能。超压保护功能能够在系统压力超过安全范围时自动打开泄压阀或关闭相关设备,以防止设备损坏或安全事故的发生。低压报警功能则能够在系统压力低于设定值时及时发出警报,提醒操作人员采取措施。自动调节功能则能够根据生产过程中的实际情况,自动调整控制参数或切换控制模式,以提高控制精度和适应性。

3.3 流量控制

流量控制可以确保生产过程的连续性和稳定性,提高生产效率,降低能源消耗和生产成本。流量计作为流量控制系统的核心部件,能够实时监测管道中的流量变化,并将这些变化转换为电信号进行传输。这些信号随后被传输至流量控制仪表或控制器,进行进一步的分析和处理。流量控制仪表或控制器根据预设的控制策略,如PID控制或预测控制算法,对流量计传输的信号进行响应。通过比较实际流量与设定流量之间的差异,控制器计算出相应的控制量,并输出控制指令至阀门或泵等执行器。这些执行器根据指令调节其开度或转速,以实现流量的精确控制。先进的流量控制系统还具备流量累积、超流报警和自适应调节等功能。流量累积功能能够实时记录管道中的流量总量,为生产管理和成本控制提供重要数据。超流报警功能则能够在流量超过设定值时及时发出警报,防止设备损坏或生产事故的发生。自适应调节功能则能够根据生产过程中的实际情况,自动调整控制参数或切换控制策略,以提高控制精度和稳定

性。通过优化流量控制策略,如采用分段控制、前馈控制等先进方法,可以进一步提高流量控制的精度和响应速度,从而降低能源消耗和生产成本。

3.4 液位控制

通过精确控制储罐或反应釜中的液位,可以确保生产过程的连续性和稳定性,防止溢料或干烧等安全事故的发生。液位传感器作为液位控制系统的核心部件,能够实时监测储罐或反应釜中的液位变化,并将这些变化转换为电信号进行传输。这些信号随后被传输至液位控制仪表或控制器,进行进一步的分析和处理。液位控制仪表或控制器根据预设的控制策略,对液位传感器传输的信号进行响应。通过比较实际液位与设定液位之间的差异,控制器计算出相应的控制量,并输出控制指令至进料阀或出料阀等执行器。这些执行器根据指令调节其开度或工作状态,以保持液位的稳定^[3]。先进的液位控制系统还具备低液位报警、高液位联锁保护和自动调节等功能。低液位报警功能能够在液位低于设定值时及时发出警报,提醒操作人员补充物料或采取措施防止干烧等事故的发生。高液位联锁保护功能则能够在液位超过安全范围时自动关闭进料阀或打开泄料阀,以防止溢料或设备损坏。自动调节功能则能够根据生产过程中的实际情况,自动调整控制参数或切换控制模式,以提高控制精度和适应性。通过引入先进的液位测量技术和控制算法,如雷达液位计、超声波液位计以及智能控制算法等,可以进一步提高液位控制的精度和稳定性,确保生产过程的连续性和安全性。

4 化工仪表自动化控制技术的发展趋势

(1) 智能化与集成化。随着物联网、大数据、云计算等新一代信息技术的不断发展,化工仪表及自动化专业将实现更加智能化、网络化的发展。通过集成各种信息技术和智能设备,实现对化工生产过程的全面监控和智能控制,提高生产效率和产品质量。例如,利用先进

的传感器和机器视觉技术,可以实时监测和采集生产过程中的数据,通过大数据分析和人工智能算法,实现预测性维护和精确调度,从而提高生产效率和资源利用率。(2) 网络化与远程监控。数字化化工厂通过网络技术将分散的生产设备连接起来,实现生产过程的远程监控和管理。远程监控系统可以实时采集和监测生产设备的数据,及时获得生产情况,降低人力成本,提高生产效率。远程监控系统还能实现对生产设备的故障、报警等异常情况的实时监测和诊断,及时采取措施避免事故发生,保障生产安全。(3) 绿色化与节能化。随着环保要求的不断提高和能源危机的加剧,化工仪表及自动化专业将更加注重环保和节能技术的应用。通过开发和应用更加环保、节能的仪表设备和自动化技术,推动化工行业的绿色发展和可持续发展。例如,利用先进的自动化控制技术优化生产流程,减少能耗和排放,实现绿色生产。

结束语

综上所述,化工仪表自动化控制技术以其高效、智能的特点,为化工生产带来了革命性的变革。通过精准控制生产过程中的各项参数,该技术不仅提升了生产效率,更在保障生产安全、提高产品质量方面发挥了关键作用。展望未来,随着智能化、网络化及绿色化趋势的加剧,化工仪表自动化控制技术将持续创新,为化工行业的可持续发展注入新的活力。我们期待这一技术能够在更多领域发挥潜力,共同推动化工行业的繁荣与进步。

参考文献

- [1]杨健,陈毓晖.化工仪表中的自动化控制技术分析[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(19):185-186.
- [2]邱志玲.化工自动化控制的关键技术和仪表控制分析[J].化工管理,2021(21):44-45.
- [3]王春军.化工仪表自动化控制技术及应用研究[J].装饰装修天地,2019(24):398.