

# 石油化工仪表中的自动化控制技术

张咏

中海石油(中国)有限公司天津分公司渤西作业公司 天津 300450

**摘要:** 石油化工仪表中的自动化控制技术是工业生产的关键,其应用对提升效率、保障安全及优化资源配置至关重要。本文探讨自动化控制技术的原理、应用与发展趋势。该技术基于传感器、执行机构与控制算法,实现温度、压力、流量、液位等参数的自动监控与调节。其应用不仅提升生产效率、降低能耗,还减少人为干预。展望未来,自动化控制技术将更智能化、网络化、集成化,但研究与应用中仍需关注关键问题。

**关键词:** 石油化工;仪表;自动化控制技术

## 1 石油化工仪表自动化控制技术概述

石油化工仪表自动化控制技术是石油化工产业的核心组成部分,涵盖仪表的挑选、装配、调试,以及自动化控制系统的规划、执行与维护等多个细致环节。在石油化工的生产流程中,各种仪表扮演着至关重要的角色。这些仪表,如温度计、压力表、流量计和液位计等,能够实时监控生产过程中的各类参数,为生产操作提供精确的数据支持。随着智能科技的快速发展,石油化工仪表正在逐步向智能化、网络化的方向演变。这些智能化的仪表不仅具备了远程监控和故障诊断的功能,还极大地提升生产管理的便利性和效率。例如,智能化的温度计可以实时将温度数据传输到控制中心,一旦温度超出预设的安全范围,系统就会自动报警并调整相关的生产参数,确保生产安全。自动化控制技术则是石油化工生产流程自动化的重要保障。这种技术主要依赖于控制系统的硬件和软件。硬件部分,包括各类传感器、执行器、控制器等,它们能够实时收集生产数据,并根据预设的控制策略进行自动调整,以保证生产过程的稳定性和安全性。例如,当压力传感器检测到压力异常时,控制系统会迅速反应,调整相应的阀门或泵,使压力回归正常范围。软件部分则主要由控制算法、数据处理程序等组成,它们能够对收集到的生产数据进行分析、处理和优化,从而进一步提升生产过程的智能化水平。比如,通过数据分析,系统可以预测设备可能出现的故障,提前进行维护和保养,避免生产中断。控制系统的设计必须充分考虑生产流程的复杂性和不确定性,制定出稳定且可靠的控制策略。同时,实施过程也需要严格按照设计要求进行,确保系统的性能达到预期。定期的检查、清洗和校准能够确保系统的准确性和可靠性,从而保障生产的顺利进行。

## 2 石油化工仪表中的传感器技术

### 2.1 传感器的分类及工作原理

在石油化工仪表中,传感器作为感知和转换物理量的关键元件,其种类繁多,工作原理各异。温度传感器主要用于测量生产过程中的温度变化,常见的有热电偶、热电阻和红外温度传感器等。热电偶基于热电效应工作,通过测量不同材料间的电势差来反映温度;热电阻则利用材料电阻随温度变化的特性进行测温;红外温度传感器则通过接收物体发出的红外辐射来测量温度。压力传感器用于监测管道、容器等设备的压力变化,常见的类型有压阻式、压电式和电容式等。压阻式传感器利用压敏电阻的阻值随压力变化的特性进行工作;压电式传感器则基于压电效应,将压力信号转换为电信号;电容式传感器则是通过测量电容的变化来反映压力的大小。流量传感器用于测量流体在管道中的流量,常见的类型有涡轮式、电磁式和超声波式等。涡轮式传感器通过测量流体推动涡轮旋转的速度来推算流量;电磁式传感器则利用法拉第电磁感应定律,通过测量流体中的导电粒子切割磁感线产生的电动势来测量流量;超声波式传感器则利用超声波在流体中的传播速度来推算流量。液位传感器则用于测量容器内液体的液位高度,常见的类型有浮球式、电容式和雷达式等。浮球式传感器通过浮球随液位变化的位置来测量液位;电容式传感器则利用液体与传感器之间的电容变化来反映液位;雷达式传感器则通过发射电磁波并测量其反射时间来推算液位<sup>[2]</sup>。

### 2.2 传感器在石油化工中的应用

传感器在石油化工生产中扮演着至关重要的角色。在生产过程的监测与控制中,传感器能够实时获取温度、压力、流量、液位等关键参数,为生产操作提供准确的数据支持。传感器在石油化工生产的安全保障中也发挥着重要作用,通过实时监测生产过程中的各项安全指标,传感器能够及时发现潜在的安全隐患,并通过报警或自动停车等方式防止事故的发生。随着智能化技术

的发展,传感器在石油化工生产中的应用也越来越广泛,通过与计算机、控制系统等设备的连接,传感器能够实现数据的远程传输和共享,为生产管理和决策提供有力支持。一些先进的传感器还具备自诊断、自校准等功能,能够自动调整和优化工作状态,提高测量的准确性和可靠性。

### 2.3 传感器选择和维护

在石油化工生产中,选择合适的传感器对于确保测量的准确性和可靠性至关重要。在选择传感器时,需要考虑测量参数的范围、精度要求、工作环境等因素。还需要注意传感器的防护等级和防爆性能,以确保其在恶劣的石油化工环境中能够正常工作。除了选择合适的传感器外,定期的维护和保养也是确保传感器长期稳定运行的关键,在使用过程中,需要定期对传感器进行校准和检查,以确保其测量结果的准确性。还需要注意传感器的清洁和防护,避免其受到污染或损坏。对于出现故障的传感器,需要及时维修或更换,以避免影响生产的正常进行。随着技术的不断进步,新型的传感器不断涌现,为石油化工生产提供了更多的选择。在生产过程中,还需要关注新技术和新产品的应用情况,及时引进和更新传感器设备,以提高生产效率和安全性。

## 3 石油化工仪表控制系统

### 3.1 控制系统的基本原理

石油化工仪表控制系统是保障生产过程安全、稳定、高效运行的核心技术。控制系统主要由传感器、执行器、控制器以及相应的通信网络构成,传感器负责实时采集生产现场的温度、压力、流量、液位等关键参数,并将这些信号转换为控制器可识别的电信号。执行器则根据控制器的指令,通过调节阀开度、电机转速等手段,实现对生产过程的直接控制。控制器作为控制系统的核心,根据预设的控制策略对采集到的数据进行处理与计算,并输出相应的控制信号。这些控制信号通过通信网络传输到执行器,驱动执行器完成相应的动作<sup>[1]</sup>。整个控制过程是一个闭环系统,通过对实际输出与期望输出之间的偏差进行不断修正,实现对生产过程的精确控制。在石油化工生产过程中,控制系统还需考虑各种干扰因素与不确定性。控制系统设计需具备鲁棒性与自适应性,能够自动应对生产过程中的变化与异常,确保生产过程的稳定与安全。

### 3.2 PID控制器在石油化工中的应用

PID控制器在石油化工行业中具有广泛的应用,它是实现精确控制的关键组件。PID(比例-积分-微分)控制器通过调整输出信号,使得系统的实际输出值与期望输

出值之间的误差最小化。除了基本的PID控制外,它在石油化工过程中还经常用于实现更复杂的控制策略,如比值控制、串级控制和分程控制。(1)比值控制:在石油化工生产过程中,许多情况下需要按照固定比例来控制两种或多种原料的流量,以保持产品质量和产量稳定。这种控制策略称为比值控制。PID控制器可以精确地根据主流量变化调整辅助流量,以保持两者之间的比例关系。例如,在一个加氢裂化反应器中,为了维持产品质量,氢气和原料油的流量需要保持一定的比例,这时就可以使用PID控制器来实现比值控制。(2)串级控制:在某些复杂的过程中,仅使用一个PID控制器可能无法实现满意的控制效果。这时可以采用串级控制,也就是在主控制器的基础上增加一个或多个辅助控制器。主控制器负责总体控制,而辅助控制器则用于处理一些快速变化的干扰。串级控制有助于提高系统的响应速度和稳定性。例如,在一个精馏塔中,为了维持塔底温度稳定,可以使用一个PID控制器作为主控制器;同时,为了快速响应进料组成的变化,可以再加一个PID控制器作为辅助控制器,形成串级控制结构。(3)分程控制:在某些情况下,一个控制变量可能需要根据不同的条件在不同的控制范围内进行控制。这时就可以使用分程控制。分程控制将一个控制器的输出分为多个区间,每个区间对应一个不同的控制策略。PID控制器可以根据当前的系统状态选择合适的控制策略。例如,在一个催化裂化反应器中,根据反应温度和压力的不同,可能需要调整不同的阀门开度来控制反应速率。这时就可以使用PID控制器实现分程控制,根据温度和压力的不同区间选择不同的阀门开度控制策略。通过灵活地运用比值控制、串级控制和分程控制等策略,PID控制器能够在石油化工过程中实现精确而稳定的控制,为生产的连续性和产品的优质性提供重要保障。

### 3.3 智能控制系统技术

智能控制系统技术是石油化工仪表控制系统发展的重要方向。智能控制系统通过引入先进的算法与模型,实现对生产过程的智能分析与优化,它可以根据历史数据与生产经验,自动学习并调整控制策略,以适应生产过程中的变化与不确定性。智能控制系统还具备自诊断、自修复等功能,能够自动检测并处理生产过程中的异常情况,确保生产过程的稳定与安全。在石油化工生产中,智能控制系统可以应用于多个方面。在故障预测与维护方面,智能控制系统可以通过对设备运行数据的实时监测与分析,提前发现潜在故障并进行预警,减少设备故障对生产的影响。智能控制系统还可以与物联

网、云计算等技术相结合,实现生产数据的远程监控与共享。通过构建生产过程的数字化双胞胎,智能控制系统可以实现对生产流程的虚拟仿真与优化,为生产决策提供有力支持。

#### 4 石油化工仪表中的现代化技术应用

##### 4.1 智能仪表和物联网技术

随着科技的不断进步,石油化工行业中的仪表逐渐迈向智能化和物联网化。智能仪表通过集成传感器、微处理器、通信模块等先进技术,实现了对生产数据的实时采集、处理、传输和控制,大幅提升了生产效率和产品质量。物联网技术的引入,更是使得这些智能仪表能够实现与其他设备的互联互通,构建起一个庞大的生产数据网络。智能仪表的应用,使得石油化工生产过程中的数据监测更加精准和高效。它们能够实时感知生产现场的温度、压力、流量、液位等关键参数,并通过内置的算法进行初步处理,将有用的信息传输到控制系统。智能仪表还具备自诊断、自校准等功能,能够自动检测自身的运行状态,确保数据的准确性和可靠性。物联网技术的引入,为智能仪表提供了更加广阔的应用空间,通过物联网技术,智能仪表可以与其他设备、系统甚至云端平台进行连接,实现数据的共享和协同。这使得石油化工企业能够构建一个全面、高效的生产数据网络,实现对生产过程的全面监控和优化<sup>[4]</sup>。

##### 4.2 数据采集和处理技术

在石油化工生产过程中,数据采集和处理技术的应用对于提升生产效率和优化生产过程具有重要意义。通过现代化的数据采集设备,可以实时获取生产现场的各种参数信息,如温度、压力、流量、液位等,为生产决策提供准确的数据支持。数据采集技术的不断发展,使得数据的获取更加快速、准确和全面,现代数据采集设备通常具备高精度、高稳定性等特点,能够在恶劣的石油化工环境中稳定运行,确保数据的可靠性。数据采集设备还具备自动校准、自动修正等功能,能够自动处理数据中的异常值和噪声,提高数据的准确性。在数据处理方面,随着大数据和云计算技术的快速发展,石油化

工企业可以实现对海量数据的快速处理和分析。

##### 4.3 远程监控和故障诊断技术

远程监控和故障诊断技术在石油化工仪表中的应用,极大地提高了生产过程的可控性和安全性。通过远程监控技术,企业可以实时获取生产现场的各种数据和信息,无论身处何地都能对生产过程进行全面掌握。这为企业提供了更加灵活和高效的管理手段,使得生产决策更加迅速和准确。在故障诊断方面,现代化的技术可以通过对生产数据的分析和处理,实现对潜在故障的早期预警和精确定位。当仪表出现故障时,故障诊断系统可以迅速判断故障的类型和位置,为维修人员提供精准的维修指导。这不仅提高维修效率,也降低因故障导致的生产损失。远程监控和故障诊断技术的结合应用,还为企业提供一种全新的服务模式,通过远程服务平台,企业可以为客户提供实时的技术支持和故障解决方案,提升客户满意度和忠诚度。

##### 结束语

随着科技的不断进步,石油化工仪表中的自动化控制技术将持续创新与发展,为石油化工行业的转型升级提供有力支撑。未来,自动化控制技术将更加智能化、网络化,实现生产过程的全面优化与协同。随着环保要求的日益严格,自动化控制技术在节能减排、资源循环利用等方面也将发挥更加重要的作用。因此应继续加大对自动化控制技术的研发与应用力度,推动石油化工行业向更加高效、环保、可持续发展的方向发展。

##### 参考文献

- [1]张永辉,孙德明,纪红霞.石油化工仪表自动化控制技术[J].化工管理,2021(03):144-145.
- [2]彭秋霞,朱亚华.论石油化工仪表自动化的科学管理[J].仪器仪表用户,2017,24(09):95-97.
- [3]齐照庆.自动化仪器、仪表及数字化油田建设在油田生产、节能中的应用[J].石油石化节能,2019,9(02):50-52+11.
- [4]郭小凡,张延勇,刘辉,杨筱珊.自动化仪表在实现数字化油田中的应用[J].化工设计通讯,2017,43(07):64.