

石油化工仪表自动化控制技术

高 雄

新疆中泰化学托克逊能化有限公司 新疆 吐鲁番 838100

摘 要: 本文深入探讨石油化工仪表自动化控制技术。先阐述工业自动化仪表及自动化控制技术基础概念,接着介绍石油化工常见仪表类型,如压力、温度、流量、物位仪表等。分析仪表自动化在加强系统安全维护、降低人力成本、促进自动化与信息化融合方面的优势。详细讲解DCS、人机界面、PID、系统集成等自动化仪表控制技术在石油化工企业的应用。研究表明,这些技术对提升石油化工生产稳定性、提高产品质量、增强企业竞争力具有关键作用,为行业发展提供有力技术支撑。

关键词: 石油化工; 仪表自动化; 控制技术

引言

石油化工产业作为国民经济的重要支柱,其生产过程复杂且对安全性、稳定性及生产效率要求极高。传统生产模式在面对日益增长的生产需求与严苛的质量标准时,逐渐暴露出局限性。在此背景下,仪表自动化控制技术应运而生。它凭借先进的自动化与信息化手段,对生产过程中的各类参数进行精准监测与高效控制,有望从根本上革新石油化工生产方式,成为推动行业发展的关键力量,因此深入研究这一技术具有重要的现实意义。

1 工业自动化仪表和自动化控制技术简述

工业自动化仪表是对生产过程中的各种变量进行检测、显示、控制和调节的设备,在工业生产中扮演着关键角色。从检测仪表来看,其能够精准感知诸如温度、压力、流量、物位等物理量,并将这些物理量转化为可被识别和处理的信号,如电信号或气信号。显示仪表则把检测仪表传来的信号以直观的形式呈现出来,方便操作人员读取和了解生产过程中的参数状态。控制仪表依据预设的控制策略,对生产过程中的变量进行调节,确保生产过程稳定运行在设定的工艺条件下。

自动化控制技术是利用控制理论和计算机技术,对工业生产过程进行自动控制和优化的技术手段。它涵盖了从简单的单回路控制到复杂的多变量、多系统协调控制。通过自动化控制技术,生产过程能够依据预设的程序和逻辑自动运行,极大地减少了人为干预,提高了生产效率和产品质量的稳定性。自动化控制技术中的反馈控制机制,通过实时监测生产过程的输出变量,并将其与设定值进行比较,当出现偏差时,自动调整控制输入,使生产过程回到设定的运行状态,这一过程是自动化控制技术实现稳定生产的核心原理之一。

2 石油化工仪表的常见类型

2.1 压力仪表

在石油化工生产中,压力是一个至关重要的参数。压力仪表用于测量和显示石油化工生产过程中各种介质的压力值。常见的压力仪表有弹簧管压力表、隔膜压力表、压力变送器等。弹簧管压力表利用弹性元件在压力作用下产生变形,通过机械传动机构将变形量转换为指针的偏转角度,从而指示压力值。隔膜压力表则适用于测量具有腐蚀性、高黏度、易结晶等特殊介质的压力,其通过隔膜将测量介质与仪表的测量系统隔离,避免了介质对仪表的损坏。压力变送器能够将压力信号转换为标准的电信号,便于远程传输和与自动化控制系统连接,实现对压力的精确监测和控制。在石油化工装置的管道、反应釜等设备上,压力仪表时刻监测着压力变化,一旦压力超出正常范围,控制系统会及时采取措施,防止因压力异常引发安全事故或影响生产过程的正常进行。

2.2 温度仪表

温度同样是石油化工生产中不可或缺的监测参数。温度仪表用于测量和控制石油化工生产过程中的温度。常见的温度仪表有热电偶、热电阻、温度计等。热电偶是基于热电效应工作的,当两种不同材质的导体组成闭合回路,且两端温度不同时,回路中会产生热电势,通过测量热电势来确定温度。热电阻则是利用导体或半导体的电阻值随温度变化的特性来测量温度,其测量精度较高。温度计包括玻璃温度计、双金属温度计等,玻璃温度计通过感温液体的热胀冷缩来指示温度,双金属温度计则是利用两种不同膨胀系数的金属片贴合在一起,当温度变化时,双金属片会发生弯曲,从而带动指针指示温度。在石油化工生产中,反应过程、蒸馏过程等都

对温度有着严格的要求,温度仪表确保了生产过程在适宜的温度条件下进行,保证产品质量和生产效率。

2.3 流量仪表

流量仪表用于测量石油化工生产过程中各种介质的流量。常见的流量仪表有差压式流量计、容积式流量计、涡轮流量计、电磁流量计等^[1]。差压式流量计基于流体流动时在节流装置前后产生的差压与流量的对应关系来测量流量。容积式流量计通过测量流体在仪表内的容积来计算流量,其测量精度较高,适用于测量高黏度、低雷诺数的流体。涡轮流量计利用流体冲击涡轮叶片,使涡轮旋转,其转速与流体流量成正比,通过测量涡轮转速来确定流量。电磁流量计则是依据电磁感应原理,当导电液体在磁场中流动时,会产生感应电动势,通过测量感应电动势来计算流量,其适用于测量具有导电性的液体流量。在石油化工生产中,精确测量原料、中间产品和成品的流量,对于生产过程的控制、物料平衡的计算以及产品质量的保证都具有重要意义。

2.4 物位仪表

物位仪表用于测量石油化工生产过程中各种容器内液体、固体颗粒等物料的液位或料位。常见的物位仪表有雷达物位计、超声波物位计、磁翻板液位计、浮球液位计等。雷达物位计利用微波反射原理,通过发射和接收微波信号来测量物位,其测量精度高,不受介质特性、温度、压力等因素的影响。超声波物位计通过发射和接收超声波信号来测量物位,适用于测量各种液体和固体物料的物位。磁翻板液位计利用磁性浮子随液位变化而上下移动,带动翻板翻转来指示液位,其具有直观、清晰的特点。浮球液位计则是利用浮球随液位升降,通过机械传动机构将液位变化转换为指针的偏转或电信号输出。在石油化工生产中,准确测量物位对于保证生产过程的安全运行、物料的储存和输送等方面都起着关键作用。

3 石油化工仪表自动化的优势

3.1 加强控制系统安全维护

在石油化工生产中,仪表自动化系统能够对生产过程进行全方位、实时的监测。通过各类传感器,系统能够快速捕捉到生产过程中的异常参数变化,如压力骤升、温度超限、流量异常等情况。一旦检测到异常,自动化系统会立即触发报警机制,向操作人员发出警报信息,同时启动相应的安全保护措施,如自动切断某些阀门、停止相关设备的运行等,以防止事故的发生或扩大。相比传统的人工监测方式,仪表自动化系统的响应速度更快,能够在极短的时间内做出反应,大大提高了

生产过程的安全性。而且,自动化系统还能够对自身的运行状态进行实时监测和诊断,及时发现系统故障隐患,并进行自我修复或提示维护人员进行维修,确保控制系统的稳定运行,减少因系统故障导致的生产中断和安全风险。

3.2 降低人力成本

石油化工生产过程复杂,涉及众多的生产环节和设备。在传统的生产模式下,需要大量的操作人员对各个环节进行实时监控和操作。而采用仪表自动化技术后,许多原本需要人工完成的工作都可以由自动化系统自动完成。例如,自动化系统可以根据预设的程序自动控制阀门的开启和关闭、调节设备的运行参数等,操作人员只需在控制室通过监控界面观察生产过程的运行状态,进行必要的参数调整和应急处理即可。这大大减少了对现场操作人员的需求,降低了人力成本^[2]。同时,自动化系统的运行稳定性高,减少了因人为操作失误导致的生产事故和生产效率低下的情况,进一步提高了生产的经济性。

3.3 自动化与信息化结合

石油化工仪表自动化系统与信息化技术的融合,实现了生产过程数据的实时采集、传输和处理。自动化系统中的各类仪表将采集到的生产过程数据,如温度、压力、流量、物位等,通过网络传输到数据处理中心。在数据处理中心,利用先进的数据分析软件和算法对这些数据进行深入分析,挖掘数据背后的信息,为生产决策提供有力支持。例如,通过对生产过程数据的分析,可以优化生产工艺参数,提高产品质量和生产效率;可以预测设备的故障发生时间,提前进行设备维护,降低设备故障率。此外,通过信息化技术,还可以实现生产过程的远程监控和管理,企业管理人员可以随时随地通过互联网访问生产监控系统,了解生产现场的运行情况,及时做出决策,提高企业的管理效率和竞争力。

4 石油化工企业自动化仪表控制技术

4.1 DCS自动化控制技术

DCS即分布式控制系统,是石油化工企业广泛应用的一种先进自动化控制技术。DCS系统秉持分散控制、集中管理的先进理念,将控制功能分散到各个现场控制站,每个现场控制站负责采集周边现场仪表的信号,并依据预设的控制策略对相应的生产过程进行精准控制。而管理功能则集中在中央控制室,中央控制室通过高速可靠的网络与各个现场控制站进行实时通信,实现对整个生产过程的全面集中监控和高效管理。DCS系统具备高度的可靠性,其采用了多种冗余技术,如电源冗余,

确保在主电源出现故障时,备用电源能够立即无缝切换,保证系统的持续供电;通信冗余,当一条通信链路出现问题时,备用通信链路能够自动启用,维持数据的正常传输;控制器冗余,在主控制器发生故障时,冗余控制器能够迅速接替工作,确保系统的控制功能不受影响。同时,DCS系统具有出色的扩展性和灵活性,可以根据生产工艺的不断变化以及企业的持续发展需求,方便快捷地增加或减少控制站和监控点。在石油化工生产中,DCS系统能够对大型炼油装置、化工反应装置等复杂生产过程实现精确控制,有效提高了生产过程的稳定性和产品质量,为企业的高效生产提供了有力保障。

4.2 人机界面技术

人机界面技术在操作人员与自动化控制系统之间搭建了一座高效沟通的桥梁。HMI系统通过精心设计的图形化界面,将生产过程中的各种参数、设备状态等关键信息以直观、形象、易于理解的方式呈现给操作人员。操作人员可以通过鼠标、键盘、触摸屏等多种输入设备对自动化控制系统进行便捷操作,例如设定控制参数、启动或停止设备等。HMI系统具有良好的交互性,操作人员能够根据自身的实际需求定制界面显示内容,快速准确地获取所需信息。同时,HMI系统还配备了功能强大的报警管理功能,当生产过程中出现异常情况时,系统会以醒目的方式提示操作人员,并详细显示相关的报警信息,帮助操作人员迅速了解异常情况的性质和位置,及时采取有效的处理措施。在石油化工企业中,HMI系统广泛应用于控制室的监控操作台上,为操作人员营造了一个高效、便捷的操作环境,显著提高了操作人员对生产过程的监控和管理能力,有力保障了生产过程的顺利进行。

4.3 PID先进控制技术

PID控制技术作为一种经典且广泛应用的控制算法,在石油化工生产中发挥着至关重要的作用,用于对生产过程中的各种参数进行精确控制。PID控制器根据设定值与实际测量值之间的偏差,通过比例、积分、微分三种控制作用的有机组合,精确计算出控制输出,从而对生产过程进行精细调节,使被控参数能够稳定在设定值附近。比例控制作用能够对偏差做出快速响应,促使被控参数朝着设定值的方向迅速变化;积分控制作用则主要用于消除系统的稳态误差,确保被控参数最终能够稳定在设定值上;微分控制作用能够敏锐地预测偏差的变化

趋势,提前对系统进行调节,有效提高系统的动态响应性能。在实际应用过程中,PID控制器可以根据生产过程的具体特点和严格的控制要求,通过专业的方法进行参数整定,以达到最佳的控制效果^[3]。在石油化工生产中的温度控制、压力控制等关键环节,PID控制技术都发挥着不可替代的重要作用,确保了生产过程的稳定运行和产品质量的一致性,为企业的生产经营提供了可靠的技术支持。

4.4 系统集成技术

系统集成技术致力于将石油化工企业中的各种自动化仪表、控制系统、信息化系统等进行有机整合,构建成为一个统一、高效的整体。通过系统集成技术,不同厂家生产的、不同类型的自动化设备和系统能够实现信息的顺畅共享和协同工作。将DCS系统、PLC系统、现场仪表等进行集成,使得它们能够在一个统一的平台上进行数据交互和控制协同,打破了不同设备和系统之间的信息壁垒,提高了生产过程的自动化控制水平。同时,系统集成技术还将自动化控制系统与企业的管理信息系统进行深度集成,实现了生产过程数据与企业管理数据的无缝对接,为企业的生产决策和管理提供了全面、准确、实时的数据支持。在石油化工企业中,系统集成技术的应用有力推动了企业生产自动化水平和信息化管理水平的提升,为企业的数字化转型和智能化发展奠定了坚实基础,助力企业在激烈的市场竞争中占据优势地位。

结束语

综上所述,石油化工仪表自动化控制技术从基础的仪表类型到先进的控制技术,全方位提升了石油化工生产水平。通过加强安全维护、降低人力成本、实现信息化融合等优势,为企业带来显著效益。随着技术不断发展,未来可进一步探索新型控制算法与智能化集成应用,持续优化生产流程,提升行业整体竞争力,助力石油化工产业迈向更高效、安全、智能的发展阶段。

参考文献

- [1]孙春海.自动化仪表控制系统技术与应用[J].电子技术与软件工程,2019(03):139
- [2]张飞飞.石油化工仪表中自动化控制技术的研究[J].化工管理,2020(02):110-111.
- [3]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.