

化工自动化仪表的自动控制过程研究

刘志军

新疆中泰化学托克逊能化有限公司 新疆 吐鲁番 838100

摘要: 化工自动化仪表在化工生产中扮演着至关重要的角色,其分类包括温度仪表、压力仪表、流量仪表和液位仪表等,各类仪表各司其职,共同确保化工生产过程的稳定与安全。在自动控制过程中,高精度测量技术、先进控制算法的应用、系统集成与互操作性以及执行机构技术等关键技术发挥着核心作用,这些技术共同提升了化工生产的自动化水平和生产效率,为化工行业的智能化发展提供了有力支持。

关键词: 化工; 自动化仪表; 自动控制过程

引言: 随着现代化工行业的蓬勃发展,化工生产过程的自动化趋势愈发明显,这一变革极大地推动了生产效率的飞跃与产品质量的稳步提升。在此过程中,化工自动化仪表作为自动化控制系统的“神经中枢”,其性能的持续优化与功能的不断拓展,成为了提升整体生产效率、确保产品质量精益求精以及有效降低运营成本的关键因素。通过引入先进的传感技术、数据处理算法及智能控制策略,化工自动化仪表正逐步迈向更高层次的集成化、智能化发展,为化工行业的可持续发展注入了强劲动力。

1 化工自动化仪表自动控制的重要性

化工自动化仪表的自动控制是现代化工生产不可或缺的重要组成部分,其重要性体现在多个方面,不仅关乎生产效率的提升,更直接关系到生产安全、产品质量及资源利用率的优化。第一,从生产效率的角度来看,化工自动化仪表通过实时监测生产过程中的各项参数,如温度、压力、流量、液位等,能够迅速反馈生产状态,使操作人员能够及时调整生产条件,确保生产过程在最佳状态下运行。这不仅提高了生产效率,还减少了因人为操作失误或延迟调整而导致的生产中断,从而降低了生产成本。第二,自动控制技术的应用显著提升了化工生产的安全性^[1]。在化工生产中,许多原料和产品具有易燃、易爆、有毒有害等特性,一旦发生泄漏或失控,后果不堪设想。自动化仪表能够实时监测生产环境中的危险因素,并在必要时自动触发安全保护措施,如紧急停车、切断物料供应等,有效防止事故的发生,保障人员和设备的安全。第三,化工自动化仪表的自动控制对于产品质量的稳定和提高也至关重要。通过精确控制生产过程中的各项参数,可以确保产品质量的一致性和稳定性,减少不合格品的产生。同时,自动控制技术还能够实现生产过程的优化,提高原料的利用率,减少能耗和

废弃物排放,符合当前绿色、可持续的生产理念。

2 化工自动化仪表的分类

2.1 温度仪表

2.1.1 接触式温度仪表

接触式温度仪表是通过与被测物体直接接触来测量温度的。这类仪表通常具有结构简单、测量精度高的特点。常见的接触式温度仪表有热电偶和热电阻。热电偶利用热电效应原理,将温度差转化为电势差进行测量;热电阻则是根据导体电阻随温度变化的特性来测量温度。接触式温度仪表广泛应用于各种需要精确测量温度的场合,如化工反应釜、蒸馏塔等。

2.1.2 非接触式温度仪表

非接触式温度仪表凭借独特的测量原理,即通过感知被测物体辐射的红外线等能量来间接推算温度,展现出诸多优势。无需与被测物体直接接触的特性,使其测量范围广泛,响应速度迅捷,且对被测物体的温度场无干扰。红外测温仪与辐射高温计作为此类仪表的代表,广泛应用于高温炉膛、熔融金属等极端或危险环境下的温度监测,不仅保障了测量的准确性,更确保了人员安全,成为化工、冶金等行业不可或缺的检测工具。

2.1.3 智能温控仪表

智能温控仪表融合了微处理器技术与尖端控制算法,实现了温度测量的高精度与多功能化。它不仅能精确测量并显示温度,还集成了自动温控、超限报警及数据记录等强大功能,确保了化工生产过程的稳定性与安全性。该仪表配备PV(实际测量值)与SV(预设值)变送功能,支持多样化的输出与控制模式,如正反作用控制及PID精准调控,为用户提供高度灵活的操作体验。在精细化工合成、制药工艺等对温控要求严苛的领域,智能温控仪表以其卓越的性能,成为提升生产效率与产品质量的关键设备,为化工行业的智能化转型注入强劲动力。

2.2 压力仪表

压力仪表主要用于测量流体（气体或液体）在管道或容器中的压力值，是化工生产过程中监控安全、优化操作的重要工具。根据测量原理、结构特点及应用场景的不同，压力仪表可分为以下几类：（1）弹性式压力仪表：这类仪表利用弹性元件（如弹簧管、膜片、波纹管等）在压力作用下发生形变的原理来测量压力。它们具有结构简单、测量范围广、价格适中等优点，广泛应用于各种工业场合，特别是需要现场指示和简单控制的场景中。（2）液柱式压力仪表：通过液柱高度来反映被测压力的大小，如U型管压力计。这类仪表测量准确度高，但受环境温度、液体蒸发等因素影响，适用于低压测量和校准场合。（3）活塞式压力仪表：基于帕斯卡原理，通过活塞在液体中的受力平衡来测量压力。活塞式压力计具有较高的测量精度和稳定性，常用于压力量值的传递和校准。（4）电气式压力仪表：包括应变片式、电容式、压阻式、电感式等多种类型，它们将压力转换为电信号进行测量和传输。电气式压力仪表具有测量范围广、精度高、易于远传和记录等优点，是现代化工自动化控制系统中不可或缺的一部分。

2.3 流量仪表

流量仪表是化工自动化仪表中用于测量流体（液体、气体或蒸汽）流量的重要仪表。按照工作原理的不同，流量仪表可分为多种类型。例如，差压式流量仪表，如孔板流量计、文丘里流量计等，是基于流体流经节流装置时产生的压力差来测量流量；容积式流量仪表，像椭圆齿轮流量计、腰轮流量计，通过测量单位时间内流体排出的固定容积来确定流量；涡轮流量计则是利用流体推动涡轮旋转，涡轮的转速与流量成正比的原理来测量流量；电磁流量计依据电磁感应原理，适用于测量导电液体的流量；超声波流量计利用超声波在流体中传播时因流体流动而产生的速度变化来测量流量^[2]。不同类型的流量仪表各有其优缺点和适用范围，在化工生产中需根据具体的工艺要求和流体特性来合理选择和应用。

2.4 液位仪表

液位仪表是化工自动化仪表中用于测量容器内液体液位高度的重要设备。依据工作原理，液位仪表可细分为多种类型。静压式液位仪表，像投入式液位计，是基于液体静压力与液位高度成正比的原理来测量液位，适用于各类敞口或密闭容器。浮力式液位仪表，如浮球液位计，利用浮球随液位升降，通过机械或电子装置将浮球的位移转换为电信号，实现液位测量，常用于介质密度相对稳定的场合。电容式液位仪表则是基于电容量与

液位高度的关系来测量液位，可测量导电或非导电液体的液位，对腐蚀性、高粘度等特殊介质也有较好的适应性。超声波液位仪表利用超声波在空气和液体界面的反射原理，通过测量超声波传播时间来计算液位高度，具有非接触测量、安装方便等优点，适合于腐蚀性、毒性或高粘度液体的液位测量。不同类型的液位仪表各有优劣，在化工生产中需依据具体的工艺条件、介质特性等合理选用。

3 化工自动化仪表自动控制过程的关键技术

3.1 高精度测量技术

3.1.1 高精度传感元件的应用

高精度传感元件是实现化工自动化仪表高精度测量的基础。这些传感元件通常采用优质的应变片、电容极板、压电材料等制成，具有良好的线性度、稳定性和灵敏度。例如，电容式压力传感器通过精确测量电容极板间的距离变化来感知压力，其精度可达到较高水平。这些传感元件能够将化工生产过程中的各种物理量（如温度、压力、流量等）准确转换为电信号，为后续的数据处理和提供可靠依据。

3.1.2 先进的信号调理与处理技术

传感元件输出的信号往往比较微弱，且易受噪声干扰。因此，需要采用先进的信号调理与处理技术来提高信号的信噪比和稳定性。这包括信号的放大、滤波、模数转换等步骤，以确保测量信号的准确性和可靠性。高质量的信号调理电路能够有效抑制噪声干扰，提高信号的精度和稳定性，为后续的自动控制和数据分析提供有力支持。

3.1.3 实时校准与误差修正技术

在实际应用中，由于环境变化、设备老化等因素，化工自动化仪表的测量精度可能会受到影响。因此，需要采用实时校准与误差修正技术来确保测量结果的准确性。这包括定期使用标准源对仪表进行校准，以及根据实际情况对测量结果进行误差修正。通过实时校准与误差修正技术，可以及时发现并纠正测量误差，确保化工自动化仪表在长期使用过程中保持高精度测量性能。

3.2 先进控制算法的应用

在化工自动化仪表的自动控制过程中，先进控制算法的应用是提升系统性能、优化生产流程的关键，这些算法能够基于实时数据，对生产过程进行精确调控，确保产品质量和生产效率的稳定提升。先进控制算法通常包括模型预测控制（MPC）、自适应控制、神经网络控制等。模型预测控制通过构建精确的数学模型，预测未来一段时间内系统的行为，并据此制定最优控制策略，

以实现生产过程的精确控制。这种算法特别适用于处理复杂、多变量的化工过程,能够显著提高系统的稳定性和响应速度。自适应控制算法则能够根据系统特性的变化,自动调整控制参数,以适应不同的生产条件^[3]。这种算法具有强大的学习能力和鲁棒性,能够应对化工过程中的不确定性因素,确保生产过程的连续性和稳定性。神经网络控制则是一种基于人工智能技术的控制算法,它通过学习历史数据,建立输入与输出之间的非线性关系,实现对生产过程的智能控制。神经网络控制算法具有高度的灵活性和适应性,能够处理复杂的非线性问题,为化工自动化仪表的自动控制提供了新的思路和方法。

3.3 系统集成与互操作性

在化工自动化仪表的自动控制过程中,系统集成与互操作性是确保整个自动化系统高效、稳定运行的关键技术之一。以下是对这一技术的详细阐述:(1)系统架构设计:系统集成首先需要考虑的是系统架构设计。一个优秀的系统架构能够确保各个仪表、控制器和执行机构之间的数据流通和控制指令的准确传递。通过合理的架构设计,可以实现系统的模块化、可扩展性和灵活性,为后续的维护和升级提供便利。(2)通信协议与接口:为了实现不同设备之间的互操作性,需要采用统一的通信协议和接口标准。这些协议和接口能够确保数据在不同设备之间的准确传输,同时降低系统集成的复杂度和成本。常见的通信协议包括Modbus、Profibus、Ethernet/IP等,它们为化工自动化仪表的互连提供了强有力的支持。(3)数据集成与处理:系统集成还需要考虑数据的集成与处理。通过构建统一的数据平台,可以实现不同来源数据的集中存储、管理和分析。这有助于企业更好地了解生产过程的状态和趋势,为优化生产流程、提高产品质量提供数据支持。(4)安全性能与可靠性:在系统集成过程中,安全性能和可靠性是至关重要的。需要采用先进的安全技术和措施,确保系统的稳定运行和数据的安全传输。同时,还需要对系统进行定期的维护和检修,及时发现并排除潜在的安全隐患。(5)用户友好性:系统集成还需要考虑用户友好性。通过提供直观、易用的操作界面和工具,可以降低操作人员的难度

和成本,提高整个自动化系统的使用效率和满意度。

3.4 执行机构技术

在化工自动化仪表的自动控制过程中,执行机构技术扮演着至关重要的角色,执行机构是自动化控制系统中的终端执行单元,负责将控制信号转化为实际的物理动作,从而实现对化工生产过程的精确调控。执行机构技术主要包括电动执行机构、气动执行机构和液动执行机构等。电动执行机构以电动机为动力源,具有结构紧凑、控制精度高、响应速度快等优点,广泛应用于各种化工自动化控制系统中。气动执行机构则利用压缩空气或氮气作为动力源,具有结构简单、维护方便、防爆性能好等特点,特别适用于易燃易爆的化工环境。液动执行机构则通过液压力来驱动,具有输出力大、稳定性好等优点,适用于需要大推力或高稳定性的控制场合。在执行机构的选择和应用过程中,需要考虑多种因素,如控制精度、响应时间、可靠性、防爆性能以及安装和维护的便捷性等。同时,还需要根据具体的化工生产过程和控制要求,对执行机构进行精确的配置和调试,以确保其能够稳定、准确地执行控制指令。

结语

未来,信息技术的飞速发展与智能化技术的不断革新,化工自动化仪表的自动控制过程将迎来前所未有的发展机遇。物联网、大数据、人工智能等先进技术的融合应用,将使得化工自动化仪表在数据采集、处理、分析及控制等方面展现出更为强大的能力。这不仅将进一步提升化工生产的自动化与智能化水平,推动生产流程的优化与升级,还将为化工行业的节能减排、资源高效利用以及环境保护提供强有力的技术支撑,助力化工行业实现更加绿色、可持续发展目标。

参考文献

- [1]唐江明.现代化工仪表及化工自动化的过程控制探讨[J].化工管理,2021(10):135-136.
- [2]尹徽.化工仪表中的自动化控制技术探究[J].天津化工,2021,35(02):24-26.
- [3]张泽.石油化工生产装置中仪表维护的常见问题及应对措施[J].中国设备工程,2021(06):59-60.