

化工仪表自动控制系统应用及其经济性探讨

刘锐利 (黎明化工研究设计院有限责任公司, 河南 洛阳 471000)

摘要: 随着社会经济的快速发展, 国家的工业化水平在不断提高, 化工仪表越来越多地被开发。在化工企业中, 设备的正常运转十分重要。但在实际生产中由于各种原因, 仪表发生系统故障会影响到生产的正常运转, 这将对企业发展造成无法弥补的经济损失, 对企业的经济效益造成较大损失, 还会对工人的生命造成伤害。为此, 有关化工企业应加强对化工仪表的管理, 有效预防事故, 保证安全稳定生产, 提升企业经济效益。

关键词: 化工仪表; 自动控制; 系统故障; 维护策略; 经济性

化学工业是国民经济的重要组成部分, 在节能、环保的思想指导下, 化工生产需要兼顾安全和效率, 利用仪器自动控制技术可以达到这一目标。通过对化工仪表自动控制系统的优点和存在的问题进行分析, 可以使仪表的智能化程度进一步提高。其中, 自动控制是指在化工生产过程中, 通过先进的生产设备自动地检测和调整工艺参数, 从而实现了对化工生产各个环节的最优控制, 最大限度地减少人工成本, 实现检测、信息分析、处理、判断和操控等方面的自动化。化工企业可以根据具体的生产需要, 选择能够提高生产效率和安全性指标的自动化仪表设备。

1 化工仪表自动控制系统及功能

在化工仪表的自动化控制系统中, 传感器是核心, 变送器、显示屏和控制器是载体, 由多部分组合而成, 在控制系统中, 传感器的作用就是要实现对仪器在加工过程中的生产数据进行采集, 并进行计量变换, 变频器则负责将采集到的实时数据传送到显示屏上, 再由控制器对数据进行细致地分析, 从而对生产过程进行适当的调整。通常, 在实际使用中, 化工仪表自动控制系统如果出现故障, 很可能对工艺参数产生直接的影响, 为迅速、高效地解决仪表自动控制系统在实际应用中出现的故障、优化维修工艺, 需要操作者对自动控制系统的原理、性能、生产工艺等各方面的属性参数有一个完整的认识。

1.1 编程功能

将计算机软件元素主动地引入到化工生产过程中, 用已有的化工仪表来取代传统的硬件逻辑线路, 积极完善化工仪表自动控制系统, 利用计算机软件对化工仪表进行改造, 提高化学生产的效率。

1.2 记忆功能

在化工生产过程中, 硬件设备是必不可少的。在化工仪表自动控制的全过程中, 充分发挥仪器的记忆

作用。在传统的人工作业中, 化工仪表所记载的内容较少, 而且不完整, 缺少较高的参考价值。通过采用自动化控制系统, 化工仪表可以迅速地把自动化控制中的相关信息内容记录下来, 打破时间的局限, 消除信息的畸变, 具备数据复原的能力, 使整个生产过程的自动化控制过程都能被顺畅地记录下来, 从而保证化工生产的安全性。

2 化工仪表自动控制系统故障分析

2.1 流量自控仪表故障

在化工仪表自动控制系统中, 流量自控仪表的应用主要是对容积和流量进行准确地计量, 常用的流量自动控制仪表有差压式孔板流量计、质量流量计、涡街流量计, 虽然他们的应用范围不同, 但都能保证进行参数设定工作。首先, 在正常的生产中, 总会有某些流动参数出现意料之外的变化, 为此, 为了防止仪表出现故障, 需要采用自动化控制系统对其进行实时检测和预警, 从而影响到化学生产。

在实际使用中, 若检测后的自控系统没有出现任何问题, 要认真分析生产过程调整, 强化操作调整的规范性、规范化管理。其次, 一般的流量计在工作过程中, 主要是通过节流阀所引起的压差, 把它转化为流量数据, 这就需要对管路环境进行严格的控制, 确保压力信号的采集与安装在同一地点, 这样才能减少测量结果的偏差。

总的来说, 在流量控制系统的实践中, 受到流量自控仪表的影响, 两个压力差之间会有不同的参数情况, 在管道中可能会出现堵塞的情况, 而且, 在介质探测的时候, 还存在各种问题, 如果在测量的时, 流量数据出现高频的变化, 则需要对自动可控的状态进行适当调整, 并通过人工进行优化^[1]。

2.2 压力自控仪表故障

在化学工业, 特别是危险化学品的生产环境中,

存在着高温、高压、有毒、有害等多种环境，因此，在自动控制系统中，压力是一个非常重要的参数，以智能型压力传感器为核心的压力自控仪表已被广泛地应用于化工过程，较大地方便了操作者对生产过程的精确控制。在压力自控仪表系统中，最常见的失效故障是现场压力失效和操作系统失效，当出现故障时，应根据故障的性质判断其失效故障模式，并仔细查看现场压力与系统所显示的压力值是否相符。若发现系统出现异常，而实际仪表无异常，则应判定为系统出现故障，需要重新启动控制系统。此外，在现场使用的智能变送器中，经常会出现“0”的现象，造成故障的原因可能是电源线断开、供电电压达不到24伏特或者电路板损坏。

2.3 温度自控仪表故障

①单点热电偶故障。热电偶会因温差电势较低而受潮，造成绝缘性能降低、补偿线与热电偶的极性相反、导线阻抗不够精密。其次，由于热电势偏大，热电偶类型和补偿线并不相符，且热电偶电极的材质发生质的变化；②多点热电偶故障。在现代化学工业中，各种规模的反应器普遍存在，为精确掌握反应器内各区域的特定温度，有必要采用多点热电偶进行测量，其套圈的长度相较于单点热电偶来说相对较长，且自身还存在着某些特殊的故障；③热电阻故障，包括接线盒上的保护管松动、内置的温差电阻元件失效等^[2]。

2.4 液位自控仪表故障

①磁翻板液位计故障。磁翻板液位计的常见故障，主要包括浮子卡死、浮子和测量介质密度不一致等；

②雷达液位计故障。雷达液位计分为常规液位计和导波液位计，在常规雷达液位计出现不正常情况后，通常需要对终端的紧固情况进行细致地检查，并用人工进行仪器的打点试验；而导波雷达液位表发生故障后，除对终端进行认真检查外，还应注意有没有被污染的雷达天线；

③浮筒液位计常见故障。在实际液面发生改变且没有显示或显示错误的情况下，会出现引导管中存在污物导致堵塞、浮子碎裂或卡死、发送器受损、没有电力供应等故障；

④在实际液面为零且显示为最大值情况下，会出现浮子脱落、发送器失效等故障；在实际液面为零且显示为最小值的情况下，会出现扭矩管破断、支架钢箱断裂、传送器失效等故障；

⑤差压液位计故障。如果没有显示液位，则说明

电缆接线端子松动、发送器损坏；如果显示液位为最大值或最小值，则说明正负压侧的导压管或隔膜出现破损、负压侧的压力阀阻塞；如果显示液位偏差过大或过小时，则需要通过人工操纵仪表对变送器进行校准。

3 化工仪表自动控制系统的维护技术

3.1 计算机诊断技术

CS3000是DCS的产物，适用于大中型化工生产过程的控制，而HIS则是以Windows操作系统为基础的CS3000操作系统，在此基础上，可对设备进行实时监控，并进行生产操作。在CS3000系统中，当自控系统发生故障时，能及时给出相应的报警信息，为及时发现故障点，采取有效措施，提供可靠的技术与数据支持。其中，CS3000系统将报警信号划分为三种，即流程报警、系统报警和操作导向报警，每种报警信号都有相应的显示窗口，在化工仪器自动化系统出现故障的情况下，维护人员能够按照HIS中提供的报警提示信息来判断故障，并能对故障进行快速、准确地排查，使整个系统能够快速地恢复正常运转，从而提升化工仪表的维修效率和水平，保证化工生产的稳定和安全^[3]。

3.2 冗余技术

在化工仪器自控系统中，引入冗余技术，能极大地增强其安全性能和运行可靠性。①软件冗余。对多余性的逻辑表决就是根据多数人的原则，对余度的结论作出判断的具体步骤与方法。在同一种介质上，用两个或两个以上的仪器同时试验，然后把资料分别送到冗余系统中进行表决，实现对系统运行状态的清晰描述，有效提高自动控制系统的可靠性和稳定性，减少不必要的设备连锁故障对化工生产造成的冲击；②硬件冗余。

工作/备件间的正、负逻辑是互相排斥的，分别为工作卡和备用卡，这两个系统之间存在着冗余的控制线路和信息通讯线路，用来对这两张卡片进行配合，使其有序地运行，从而保证输入和输出特征的一致性。将多个同一模块或组件进行拼接，工作卡处于热待机状态，完成系统数据的采集、计算、控制输出和网络通信，备用卡负责对工作卡的内部控制状况进行全程的实时追踪。冗余技术不但可以辅助维修人员对系统故障进行评价和判定，便于对其进行及时的维修和维护，并能有效地提高系统的可靠性和稳定性，保证化学工业的安全生产。

4 化工仪表自动控制系统经济性探讨

4.1 提升生产效率与降低运营成本

在化工生产领域,提升生产效率与降低运营成本是企业持续追求的目标,而自动化控制系统在此过程中扮演着至关重要的角色。自动化控制系统的核心优势在于其高度的精确性和连续性。以PID控制器为例,这种广泛应用的控制算法能够根据设定值与实际测量值的偏差,通过比例、积分、微分作用自动调整控制输出,进而实现对反应釜温度等关键参数的精密控制。这种动态调节不仅加快了化学反应速度,缩短了生产周期,还有效减少了因温度波动引起的副反应,提升了原料的转化率和利用率。除了在生产过程中的直接贡献,自动化控制系统还通过预测性维护功能,为化工企业带来了间接的经济效益。传统上,设备维护大多依赖于定期检查或故障发生后的抢修,这种被动的方式往往伴随着高昂的维修成本和生产中断的损失。而集成传感器和智能分析算法的自动化系统能够实时监测设备的工作状态,如振动、温度、压力等关键指标,通过对大数据的分析,系统能够识别出设备性能的细微变化,预判潜在故障,从而安排在最合适的时机进行维护,避免了突发故障导致的生产线停摆。这种预见性的维护策略,显著降低了维护成本,减少了意外停机时间,保障了生产流程的连续性和稳定性。

从更广阔的视角来看,自动化控制系统的应用还促进了化工生产管理的现代化和智能化。它不仅提高了生产效率和降低了直接成本,还通过数据驱动的决策支持,帮助管理层优化生产计划、库存管理乃至供应链的协同,进一步挖掘成本节省的空间。

4.2 确保产品质量与一致性

在当今激烈的化工产品市场竞争中,消费者和下游厂商对于品质的要求日益严苛,不仅追求产品本身的高性能,还特别强调批次间的一致性,以此作为衡量供应商可靠性的关键指标。这就对化工企业的生产控制提出了更高标准,而自动化控制系统正是确保这一目标得以实现的核心技术支撑。传统的手动控制方式受限于人为因素,如操作者的经验、注意力及环境干扰等,难以在复杂的化工生产流程中实现精准调控,尤其是在需要精确控制反应条件和物料配比的高端产品制造中,稍有偏差就可能导致产品质量参差不齐,影响客户满意度和市场口碑。相比之下,自动控制系统利用先进的传感器、智能算法和闭环反馈机制,实现了对生产过程中温度、压力、pH值、物料流速等

关键参数的实时监测和动态调整,有效减少了人为误差,保证了生产工艺的稳定性和重复性。以聚合物生产为例,聚合反应的条件控制直接关系到产物的分子量分布,进而影响聚合物的物理机械性能,如强度、韧性、加工性等。自动控制系统能够依据设定的最优参数,精确调控反应温度、催化剂加入速率、反应时间等,确保每次生产都能得到分子量分布均匀、性能稳定的聚合物产品。这种一致性不仅提升了产品的市场竞争力,还为企业赢得了技术领先的品牌形象,促进了客户忠诚度的建立和维护。自动化控制系统在确保产品质量与一致性的同时,也为持续改进和优化生产流程提供了数据基础。系统收集的大量生产数据,经过分析可以揭示生产过程中的潜在优化空间,比如能耗降低、原料利用率提升等,进一步促进生产效率和成本效益的双重提升。

4.3 环境保护与可持续发展

化工行业是环境污染的主要来源之一,随着环保法规日益严格和社会对可持续发展的重视,降低排放、节能减排成为化工企业不可忽视的责任。自动化控制系统通过优化工艺流程,减少原材料和能源的过量使用,降低了废弃物和有害气体的排放。比如,通过闭环控制系统精确控制废气处理设施,确保污染物排放低于法定标准,避免了因环保不达标而面临的罚款和声誉损失。此外,自动化技术在废水循环利用、热能回收等方面的应用,进一步推动了化工生产的绿色转型,不仅降低了环保治理成本,也为企业树立了良好的社会责任形象,为未来的可持续发展奠定了坚实基础。

5 结束语

在化工仪表中广泛使用自动控制系统,对于实现智能化生产有着重大的实际意义。随着科技的飞速发展,化工仪表的性能得到不断提升和优化,化工企业需要不断地积累经验,学习更多的新技术,才能更好地提升系统应用效果,保证化工仪表自动控制系统顺利有序地运行。

参考文献:

- [1] 许默. 化工仪表自控系统的故障及其诊断技术研究[J]. 石化技术, 2023, 30(9): 114-116.
- [2] 黄林, 林远平. 化工仪表自动控制系统的故障和维护分析[J]. 中国设备工程, 2022(S01): 16-18.
- [3] 王杰. 化工仪表的自动化控制与管理策略分析[J]. 今日自动化, 2022(1): 4.