

仪表自动化控制系统故障与维护技术探讨

李星卓

中海石油(中国)有限公司深圳分公司 广东 深圳 518054

摘要: 仪表自动化控制系统在工业生产中起着至关重要的作用,然而在实际运行中常出现故障,如流量控制仪表故障、温度传感器故障等,影响生产效率和安全性。这些故障多因操作不当、介质结晶参数错误或设备老化等因素造成。为确保系统稳定运行,需要采取相应的维护技术,包括定期清洁、校准系统、检查传感器和连接线路等。同时,做好预防性维护工作,如制定合理的维护计划和操作规程,降低故障率,提高生产效率和系统可靠性。

关键词: 仪表自动化控制;系统故障;维护技术

引言:仪表自动化控制系统作为现代工业生产的“神经中枢”,其稳定性与可靠性直接关系到生产过程的连续性和产品质量。然而,在实际运行中,该系统常因多种因素出现故障,导致生产效率下降、资源浪费甚至安全事故。因此,深入探讨仪表自动化控制系统的常见故障及其维护技术,对于保障生产安全、提高生产效率具有重要意义。本文将从系统基本概念出发,分析常见故障类型及原因,并提出针对性的维护措施和技术,以期为企业提供有益的参考。

1 仪表自动化控制系统的基本概念

1.1 仪表自动化控制系统的定义

仪表自动化控制系统是一种能够实现信息机器转化功能并自动调控生产过程的系统。该系统通过接收来自传感器等检测元件的输入信号,经过内部处理后,输出相应的控制信号以调节生产过程。其本质在于将输入信号(如温度、压力、流量等物理量)转化为电信号,再经过控制器处理后转化为输出信号(如调节阀的开度、电动机的转速等),从而实现对生产过程的精准控制。具体来说,信息机器的转化功能体现在两个方面:一是将物理量转化为电信号,以便进行传输和处理;二是将处理后的电信号再转化为相应的物理量或控制指令,以实现生产过程的调节。这一过程涉及信号的采集、传输、处理和执行等多个环节,构成了仪表自动化控制系统的核心。在传输形式上,输入信号和输出信号通常采用电信号的形式进行传输。电信号具有传输速度快、抗干扰能力强等优点,能够确保系统的高效运行。同时,随着技术的发展,数字信号和光信号等新型传输方式也逐渐被应用于仪表自动化控制系统中,进一步提高了系统的可靠性和准确性。

1.2 仪表自动化控制系统的分类

根据测量参数和用途的不同,仪表自动化控制系统

可以分为多种类型。其中,压力仪表、温度仪表、流量仪表和液位仪表是最常见的几种。压力仪表主要用于测量和显示介质在管道或容器中的压力值。它们广泛应用于石油、化工、电力等行业的生产过程控制中。温度仪表则用于测量和显示物体的温度,是冶金、机械、电子等行业不可或缺的测量工具。流量仪表用于测量和显示流体的流量,对于液体和气体的计量和调节具有重要意义。液位仪表则用于测量和显示容器中液体的液位,是石化、食品等行业生产过程控制的重要组成部分^[1]。

1.3 仪表自动化控制系统的特点

仪表自动化控制系统具有诸多优点,使其成为现代工业生产中不可或缺的一部分。首先,该系统具有测量精确的特点。由于采用了先进的传感器和测量技术,仪表能够实现对各种物理量的高精度测量,为生产过程的精准控制提供了有力保障。其次,操作便捷也是该系统的一大亮点。通过人机界面或远程控制系统,操作人员可以方便地对系统进行监控和操作,大大提高了工作效率。此外,显示清晰也是仪表自动化控制系统的重要特点之一。通过数字显示或图形显示等方式,系统能够直观地展示测量结果和控制状态,使操作人员能够迅速了解系统的运行状态并进行相应的调整。

2 仪表自动化控制系统的常见故障分析

2.1 流量控制仪表系统故障

流量控制仪表是用于监测和控制流体流量的关键设备。(1)参数变化引起的故障:流量控制仪表的工作依赖于预设的参数设置。然而,由于生产工艺的变化、流体性质的改变或管道内阻力的变化,仪表的参数可能会发生变化,导致仪表无法准确测量流量^[2]。例如,当流体粘度增加时,仪表的测量值可能会偏低;当管道内积垢或堵塞时,仪表的测量值可能会偏高。(2)系统内部压力参数不足或堵塞:流量控制仪表的正常工作依赖于系

统内部足够的压力。如果系统内部压力不足,仪表可能无法正常工作,甚至导致仪表损坏。此外,如果仪表的测量元件被流体中的杂质堵塞,也会导致仪表的测量值不准确。(3)人为操作失误或介质结晶参数误差:操作人员的误操作也是导致流量控制仪表故障的常见原因。例如,在设置仪表参数时,如果操作人员输入了错误的数值,就会导致仪表无法准确测量流量。此外,如果流体介质在特定条件下容易结晶,结晶后的介质可能会附着在仪表的测量元件上,导致测量误差。

2.2 温度控制仪表系统故障

温度控制仪表用于监测和控制生产过程中的温度。

(1)温度变化时响应缓慢:当生产现场的温度发生变化时,温度控制仪表应该能够迅速响应并发出控制信号。然而,在实际运行中,有时会出现仪表响应缓慢的情况。这可能是由于仪表内部的传感器老化、接线端子松动或积尘等原因导致的。(2)接线端子松动、积尘或热电阻短路:接线端子的松动或积尘可能导致信号传输不畅或失真,从而影响温度控制仪表的准确性。此外,如果热电阻发生短路,也会导致仪表无法正常工作。这些故障通常是由于维护不当或环境因素导致的。

2.3 压力仪表系统故障

压力仪表用于监测生产过程中的压力变化。(1)快速振荡波动与工艺操作的关系:在某些生产工艺中,压力可能会快速振荡波动。如果压力仪表无法适应这种快速变化,就可能出现故障。例如,仪表的测量元件可能因无法承受频繁的压力变化而损坏;或者仪表的传感器可能因信号传输不稳定而导致测量值不准确。(2)数据与现场实际压力不符的问题:有时压力仪表显示的数据与现场实际压力存在显著差异。这可能是由于仪表的校准不准确、测量元件污染或损坏、传感器老化等原因导致的。此外,如果仪表与现场压力测量点的连接管道存在泄漏或堵塞,也会导致测量值不准确。

2.4 液位仪表系统故障

液位仪表用于监测液体容器内的液位高度。(1)显示值不变化与油罐实际液位变化不符:液位仪表的显示值应保持与油罐实际液位的高度一致,以便操作人员能够准确了解液位情况。然而,有时液位仪表的显示值却保持不变,而油罐的实际液位却在不断变化。这种故障可能是由于仪表内部的传感器失效、测量元件被污染或堵塞、仪表与油罐之间的连接管道存在泄漏或堵塞等原因导致的。当仪表无法正确感知液位变化时,就会导致显示值与实际液位不符。(2)指示和现场人工测量对不上:除了与油罐实际液位不符外,液位仪表的指示有时

还与现场人工测量的结果不一致。这种故障可能是由于仪表的校准不准确、操作人员的人工测量方法不正确或使用的测量工具存在误差等原因导致的。

3 仪表自动化控制系统的维护技术

3.1 预防性维护

预防性维护是一种前瞻性的维护策略,旨在通过一系列有计划、有组织的维护活动,提前发现并消除潜在的故障隐患,从而确保仪表自动化控制系统的稳定运行。(1)按照具体的仪表设置方案进行安排。仪表的设置方案是维护工作的基石。在制定预防性维护计划时,必须充分考虑仪表的型号、规格、工作原理、测量范围、安装位置、运行环境以及生产流程的具体需求。例如,对于处于高温、高压或腐蚀性环境中的仪表,需要更加频繁地检查其密封性、防腐性能和电气连接;对于测量精度要求高的仪表,则需要定期校准和检验。同时,维护计划还应明确检查、保养、更换等工作的具体步骤、周期和责任人,确保维护工作的有序进行^[3]。

(2)定期检查与不定期抽查。定期检查是预防性维护的核心环节。根据仪表的使用情况和运行环境,设定合理的检查周期,对仪表进行全面、细致的检查。检查内容包括但不限于仪表的外观、显示、测量精度、报警功能、通信状态、电气连接、密封性等。对于发现的异常情况,应立即记录并采取相应的处理措施。此外,为了弥补定期检查的不足,还可以采取不定期抽查的方式。通过随机抽取部分仪表进行检查,及时发现并纠正可能存在的偏差和异常,确保维护工作的全面性和及时性。

3.2 仪表防腐措施

在工业生产中,仪表经常暴露在恶劣的工作环境中,如高温、高压、腐蚀性介质等。这些环境因素不仅会对仪表造成物理损伤,还会加速其老化过程,降低测量精度和使用寿命。因此,采取有效的防腐措施对于延长仪表的使用寿命和确保测量的准确性至关重要。(1)隔离处理与防腐材质处理。对于直接接触腐蚀性介质的仪表,应优先考虑采用隔离处理。通过使用保护套管、防腐涂层等隔离措施,将仪表与腐蚀性介质隔离开来,从而降低其受腐蚀的风险。此外,还可以选择具有优异防腐性能的材质来制作仪表的外壳和内部元件,如不锈钢、钛合金、陶瓷等。这些材质能够抵抗腐蚀性介质的侵蚀,确保仪表的长期稳定运行。(2)调控运行环境,防止外因影响。除了采用隔离和防腐材质处理外,还可以通过调控仪表的运行环境来进一步降低腐蚀风险。例如,通过降低工作环境中的温度、湿度和腐蚀性气体的浓度,减少仪表受腐蚀的可能性。同时,还可以安装通

风设备、除湿机等,保持仪表室的空气流通和干燥,为仪表创造一个良好的工作环境。

3.3 仪表检修方法

当仪表出现故障时,需要采取及时、有效的检修措施来恢复其正常工作状态。(1)观察法:观察法是检修工作中最常用的方法之一。通过仔细观察仪表的外观、指示灯、显示屏等,可以判断仪表是否存在异常现象,如异响、焦糊味、表壳进水、元件老化等。这些异常现象往往能够反映出仪表内部的故障情况,为后续的检修工作提供线索。(2)回路测试法:回路测试法是通过检测仪表系统中的各个回路,判断是否存在断路、短路或接触不良等故障。这种方法需要借助专业的测试仪器,如万用表、示波器等,对回路的电阻、电压、电流等参数进行测量和分析。通过对比测量结果与正常值的差异,可以确定故障的具体位置和原因。(3)信号测量法:信号测量法是通过测量仪表的输出信号,如电阻、电流、电压等,来判断仪表的工作状态是否正常。这种方法能够直观地反映出仪表的测量精度和稳定性。在测量过程中,需要注意选择合适的测量范围和精度,以确保测量结果的准确性。同时,还可以结合其他仪表进行对比测量,以进一步验证仪表的可靠性^[4]。(4)替换法:替换法是通过替换可能故障的元件或部件来排除故障。当怀疑某个元件或部件出现故障时,可以将其替换为新的或已知的正常元件或部件,然后观察仪表的工作状态是否恢复正常。如果仪表恢复正常工作,则可以确定该元件或部件确实存在故障。这种方法简单易行,但需要注意替换的元件或部件应与原装件具有相同的规格和性能。

3.4 故障处理技术规范

在处理仪表自动化控制系统的故障时,需要遵循一定的技术规范,以确保故障处理的及时性和有效性。(1)掌握故障前后仪表工作状况:在故障处理前,需要详细了解仪表在故障前后的工作状态和参数变化。这包括仪表的测量值、报警信息、指示灯状态等。通过对比分析故障前后的数据和信息,可以初步判断故障的性质和原因,为后续的处理工作提供依据。(2)深入观察仪表器件,检查电路与接插件:在故障处理过程中,需

要对仪表的器件、电路和接插件进行仔细检查。观察器件是否有烧焦、变形、松动等异常现象;检查电路是否存在断路、短路或接触不良等问题;确认接插件是否插接牢固、接触良好。这些检查有助于定位故障的具体位置,为后续的处理工作提供有力支持。(3)使用信号测量方法与替换法检查芯片与线路板:对于涉及芯片和线路板的故障,需要使用信号测量方法和替换法进行检查。通过测量芯片和线路板的输入输出信号,判断其是否正常工作;通过替换可能故障的芯片或线路板,验证故障是否由该部件引起。这种方法可以准确地定位故障点,为后续修复提供有力支持。(4)对运行程序故障进行复位或重新启动操作:对于由软件或程序引起的故障,可以尝试进行复位或重新启动操作。通过清除程序中的错误状态或恢复程序的初始设置,有时可以消除故障现象。然而,需要注意的是,在进行复位或重新启动操作前,应确保已保存好所有重要的数据和设置,以避免数据丢失或设置混乱。

结束语

综上所述,仪表自动化控制系统的稳定运行对于现代工业生产至关重要。通过深入分析常见故障及其原因,并采取相应的维护技术,可以有效降低系统故障率,提升生产效率。未来,随着技术的不断进步,我们期待更多智能化、自适应的维护技术应用于仪表自动化控制系统中,进一步提高系统的可靠性和稳定性。同时,企业也应加强员工培训,提升维修人员的专业技能,确保系统故障能够得到及时、有效的处理,为企业的可持续发展提供有力保障。

参考文献

- [1]张显富.仪表自动化设备故障与维护技术浅析.智慧城市,2019,(22):196-197.
- [2]朱乾壮,于海龙,周晓佳.自动化仪表在天然气行业的应用.化工管理,2019,(15):180-181.
- [3]葛飞,刘永志.石化行业仪器仪表自动化控制技术应用浅析[J].仪器仪表用户,2023,(10):102-104.
- [4]吴庆强.电气仪表自动化控制关键技术与发展方向研究[J].电力设备管理,2021,(07):94-95.