

自动化仪表的检测与维护探讨

李响

莹科新材料股份有限公司 河北 承德 067500

摘要: 本文综述自动化仪表知识,其原理基于信号转换处理,通过传感器感知物理量转为信号,经微处理器分析后输出结果并控制。仪表按能源、功能、测量参数分类,广泛应用于工业。常见故障有温度、压力、流量、液位控制仪表问题,可通过观察、测量、对比、替换等方法检测。维护要点包括巡检、校准和维修。万华化学调算法解温控波动,华能玉环电厂查线路修压控故障,案例表明有效维护对生产至关重要。

关键词: 自动化仪表;检测与维护;案例分析

引言

在工业生产智能化、高效化进程中,自动化仪表扮演核心角色,精准感知调控各领域参数,确保生产稳定。然而,长期运行易受多种因素影响,出现故障会降低生产效率,甚至威胁产品质量与安全。因此,深入探究自动化仪表工作机制、故障诊断及维护策略,成为保障工业生产持续稳定发展的迫切需求。这要求我们对仪表进行全面了解,及时诊断故障并采取有效维护措施,确保生产高效、安全进行。

1 自动化仪表概述

1.1 工作原理

自动化仪表的工作原理基于信号转换与处理机制。其首先通过传感器感知各类物理量,如温度、压力、流量、液位等,并将这些物理量转换为与之对应的电信号或其他可测量信号。随后,信号调理电路对转换后的信号进行放大、滤波、模数转换等处理,使其成为能够被微处理器识别和处理的数字信号。微处理器依据预设的算法对信号进行分析、运算,最终得出被测量的具体数值,并通过显示装置予以呈现。同时,微处理器还可根据测量结果与预设的控制参数进行比较,输出控制信号,驱动执行机构对生产过程进行调控,从而实现自动化控制的目标。

1.2 分类

自动化仪表种类繁多,依据不同的分类标准可划分为多种类型。按能源类型划分,可分为电动仪表、气动仪表和液动仪表。电动仪表以电能为动力源,具有信号传输速度快、精度高、便于远程控制等优点,在工业生产中应用最为广泛;气动仪表则以压缩空气为动力,其结构简单、安全可靠,适用于易燃易爆等特殊环境;液动仪表以液体为工作介质,常用于一些需要较大输出力的场合。按功能分类,自动化仪表可分为检测仪表、显

示仪表、控制仪表和执行器。检测仪表负责对生产过程中的各种参数进行测量和转换;显示仪表用于直观地显示测量结果;控制仪表根据测量值与设定值的偏差进行运算,输出控制信号;执行器则根据控制信号对生产过程进行调节。按测量参数分类,又可分为温度仪表、压力仪表、流量仪表、液位仪表等,各类仪表针对特定的物理量进行测量和控制。

2 自动化仪表常见故障分析

2.1 温度控制仪表故障

温度控制仪表在工业领域应用广泛,但常见故障不容忽视。温度指示异常可能源于传感器损坏,如热电偶或热电阻失效,或信号传输线路问题,如断路、短路及接触不良,亦或仪表内部信号调理电路、微处理器故障。温度波动过大则可能因控制算法不合理,无法及时响应温度变化,或执行器不灵敏,调节加热/冷却量不力,还可能是生产中的负载变化、环境温度波动等干扰因素所致^[1]。仪表死机则通常归因于软件故障,如程序错误、内存溢出,或硬件故障,如微处理器过热、电源故障等。了解这些故障,有助于及时诊断并采取相应措施,确保仪表稳定运行。

2.2 压力控制仪表故障

压力控制仪表的常见故障有压力值显示异常、压力波动频繁以及无压力指示等。压力值显示异常可能是由于压力传感器损坏,如膜片破裂、应变片失效等,导致无法准确测量压力;信号传输线路问题同样会影响压力信号的传输,造成显示错误。压力波动频繁可能是由于生产系统中存在压力脉动源,如泵的启停、阀门的频繁开关等;或者是控制回路的参数设置不合理,导致控制系统不稳定。无压力指示可能是压力传感器未正确安装或损坏,信号传输线路完全断路,或者仪表本身的电源故障。

2.3 流量控制仪表故障

流量控制仪表常见故障包括流量指示异常、流量波动大以及无流量显示等。流量指示异常可能是由于流量传感器故障,如节流装置堵塞、电磁流量计电极污染等,影响流量测量的准确性;信号传输线路故障也会导致流量指示错误。流量波动大可能是由于流体本身的性质不稳定,如粘度变化、含有气泡等;或者是管道系统存在振动、泄漏等问题;另外,控制回路的参数不合适也会引起流量波动。无流量显示可能是流量传感器未正常工作,如传感器未接通电源、测量元件损坏等;或者是信号传输线路中断,仪表无法接收到流量信号。

2.4 液位控制仪表故障

液位控制仪表常见故障有液位指示不准确、液位波动剧烈以及液位失控等。液位指示不准确可能是由于液位传感器故障,如浮球损坏、超声波液位计探头结垢等,导致测量误差;信号传输线路问题同样会影响液位信号的准确性。液位波动剧烈可能是由于生产过程中液体的进出流量不稳定,或者是控制系统的调节作用过度或不足。液位失控可能是由于执行器(如液位调节阀)故障,无法根据液位信号进行正常调节;或者是控制系统的逻辑错误,导致错误的控制指令输出。

3 自动化仪表检测方法

3.1 直接观察法

直接观察法是检测自动化仪表故障的最基本方法。通过视觉观察仪表的外观是否有损坏、变形,如外壳破裂、显示屏损坏等;观察仪表的指示灯状态,正常工作时指示灯应按照预设的逻辑亮起或熄灭,若指示灯异常,可能表示仪表存在故障。通过听觉,监听仪表运行过程中是否有异常声音,如电机运转的异常噪声、继电器动作的异常声响等,这些异常声音往往是仪表内部机械部件或电气元件故障的表现。通过嗅觉,感知仪表是否有异味,如烧焦味,若有异味,可能是仪表内部电气元件过热烧毁。

3.2 信号测量法

信号测量法借助专业的测量工具,如万用表、示波器、信号发生器等,对自动化仪表的信号进行测量和分析,以判断仪表是否正常工作。使用万用表测量仪表的电源电压,确保其在正常工作范围内,若电源电压异常,可能导致仪表无法正常工作。使用示波器测量仪表的输入、输出信号波形,观察信号的幅值、频率、相位等参数是否符合正常标准,若信号波形异常,可进一步分析是传感器、信号调理电路还是微处理器等环节出现故障。利用信号发生器向仪表输入已知的标准信号,观

察仪表的输出响应是否正确,以此判断仪表的测量和控制功能是否正常。

3.3 对比法

对比法是将故障仪表与同型号的正常仪表进行参数、状态等方面的对比,从而找出故障点。将故障仪表的测量值与正常仪表在相同工况下的测量值进行比较,若差异较大,则可能是故障仪表的测量环节存在问题^[2]。对比两台仪表的内部参数设置,检查是否因参数设置错误导致故障。观察故障仪表与正常仪表的运行状态,如指示灯的亮灭情况、执行器的动作情况等,从差异中分析故障原因。

3.4 替换法

替换法是用已知完好的部件替换疑似故障的部件,通过观察仪表故障是否消除来确定故障位置。当怀疑仪表的某个传感器故障时,用同型号的正常传感器进行替换,若仪表恢复正常工作,则可确定原传感器损坏。对于一些难以直接判断故障的电路板、模块等,也可采用替换法进行排查。在替换过程中,需注意确保替换部件的型号、规格与原部件完全一致,并且安装正确,以免引入新的故障。

4 自动化仪表维护要点

4.1 日常维护

日常维护是保障自动化仪表长期稳定运行的基础工作。定期对仪表进行巡检,检查仪表的外观是否完好,安装是否牢固,连接线路是否有松动、破损等情况。保持仪表的清洁,及时清除仪表表面的灰尘、油污等污染物,防止其影响仪表的散热和正常运行。对于一些需要润滑的机械部件,如仪表的传动机构、阀门的丝杆等,定期进行润滑,确保其动作灵活。对仪表的连接部位,如接线端子、管道接头等,进行紧固,防止因松动导致信号传输不良或泄漏。

4.2 定期维护

定期维护是对自动化仪表进行全面检查和保养的重要环节。按照仪表的使用说明书和相关标准,定期对仪表进行校准,确保其测量精度符合要求。校准过程中,使用高精度的标准仪器对仪表进行测量比对,调整仪表的参数,使其测量误差控制在允许范围内。定期检查仪表的内部部件,如传感器、电路板、继电器等,查看是否有损坏、老化等迹象,对于易损件,按照规定的周期进行更换。对仪表的软件系统进行升级和维护,修复软件漏洞,优化控制算法,提高仪表的性能和稳定性。

4.3 故障维护

当自动化仪表出现故障时,应及时进行故障维护。

首先,通过有效的故障检测方法,准确判断故障的类型和位置。对于一些简单的故障,如线路松动、传感器表面污染等,可直接进行修复。对于较为复杂的故障,如电路板损坏、微处理器故障等,需专业技术人员进行维修或更换部件。在故障修复后,对仪表进行全面测试,确保其各项功能恢复正常,测量精度符合要求,并且在实际生产环境中能够稳定运行。同时,对故障原因进行深入分析,总结经验教训,采取相应的预防措施,避免类似故障再次发生。

5 自动化仪表维护案例分析

5.1 万华化学集团自动化仪表维护案例

万华化学集团在其大规模MDI(二苯基甲烷二异氰酸酯)生产线上,一套核心的温度控制仪表频繁出现温度波动过大的难题^[3]。该生产线每日MDI产量高达600吨,对于MDI这种对生产温度极为敏感的化工产品而言,温度的精准把控直接关乎产品质量。在温度失控阶段,产品次品率从起初的4%急剧攀升至22%,给企业生产效益带来沉重打击。企业维护团队迅速响应,首先运用直接观察法。他们对仪表外观进行了全面细致的检查,未发现外壳有任何破损、变形迹象,连接线路牢固无松动,执行器动作顺畅,未出现卡顿或异常声响。

紧接着,维护人员运用信号测量法。借助高精度的万用表和示波器,对温度传感器的输出信号、仪表的控制信号以及执行器的输入信号进行精确测定。经检测发现,仪表的控制信号出现了高达 $\pm 11\%$ 的异常波动,远远超出正常情况下 $\pm 2\%$ 的波动范围。经过深入排查,最终确定是由于近期生产工艺调整,反应釜内物料配比发生了显著变化,原有的适用于旧工艺的控制参数不再契合。旧控制参数下的PID调节周期为35秒,而新的物料反应特性要求调节周期缩短至18秒。维护人员依据新的生产实际状况,重新优化控制算法,将PID参数中的比例系数从0.7调整为1.3,积分时间从65秒缩短至32秒,微分时间从12秒延长至16秒。调整之后,温度波动被有效控制在 $\pm 3\%$ 以内,产品次品率迅速回落至正常水平,生产稳定性大幅提升。

与此同时,为进一步保障生产的持续稳定,万华化学集团引入智能化维护技术。部署智能传感器实时采集温度控制仪表及相关生产设备的运行数据,例如每6分钟采集一次仪表工作温度、设备振动频率等信息。利用大数据分析技术构建故障预测模型,通过对海量历史数据和实时数据的深度分析,能够提前70小时预测潜在故障,

极大地提高了生产的稳定性和产品质量。

5.2 华能玉环电厂自动化仪表维护案例

华能玉环电厂在对其5号超超临界发电机组的巡检过程中,发现一台压力控制仪表无压力指示。该发电机组装机容量达1000兆瓦,压力控制仪表对于机组的安全稳定运行起着至关重要的作用。维护人员迅速采用替换法,用同型号的正常压力传感器替换原传感器,但仪表依然没有压力指示,由此排除了传感器故障的可能性。

随后,维护人员对信号传输线路展开了细致入微的检查。他们运用专业的线路检测设备,逐段排查从传感器到仪表的线路,最终发现距离仪表12米处的一段线路存在断路问题。经过紧急抢修,修复断路线路后,仪表恢复正常工作。

为避免类似故障再次发生,华能玉环电厂制定了极为严格的仪表线路巡检制度,要求每天对关键仪表线路进行一次全面巡检。同时,引入无线传感器网络技术,在仪表及线路关键节点部署60个无线传感器节点,每12分钟采集一次线路的电流、电压等参数,并通过无线通信方式传输至汇聚节点,再发送至监控中心^[4]。通过实时监测,一旦线路参数出现异常,可在4分钟内发出预警,快速定位故障点,极大地提高了电力系统的可靠性,切实保障了发电机组的稳定运行。

结束语

自动化仪表是工业生产的关键支撑,其稳定运行关乎生产效益与质量。深入理解工作原理,精准分析故障并实施有效检测,以及严格执行维护措施,能显著提升仪表可靠性。万华化学与华能玉环电厂的维护实践,彰显了科学维护对改善生产状况的重要性。面对工业技术不断进步,自动化仪表维护技术亦需与时俱进,不断创新,以适应更复杂的生产环境,为工业生产的高效、安全、稳定运行提供坚实保障。

参考文献

- [1]王建燚,魏苗苗.自动化仪表的检测与维护探讨[J].工程施工与管理,2024,2(1).DOI:10.37155/2972-435X-0201-18.
- [2]马榕.炼油化工装置自动化检测仪表的安装与维护措施[J].石油石化物资采购,2025(2):46-48.
- [3]马英.化工仪表维护与故障检修的思路及措施探讨[J].化工管理,2023(28):121-123,130.
- [4]李优泽,杨玉辉.化工企业仪表自动化设备故障与维护技术研究[J].今日自动化,2021(3):166-167.