

化工自动化仪表现场维护维修中的 常见故障及应对策略

王 乐

(陕西延长石油(集团)油田气化工科技公司, 陕西 延安 716000)

摘 要 随着油气化工行业的不断发展, 作业过程中应用的仪表设备类别较多, 为确保化工自动化设备稳定运行, 需积极开展仪表现场维护与维修工作。针对设备运转中常见的故障类型, 如电气故障、机械故障、信号故障等, 需在出现问题后迅速采取针对性维修措施, 及时解决故障问题, 保障生产线持续正常作业, 避免停工风险。本文针对常见故障提出了系统性故障排查、定期维护与检查、加强人员技能培训及规范操作规程等针对性的解决策略, 以期显著提高仪表现场维护维修效率提供借鉴, 进而保障生产安全与效率。

关键词 化工自动化仪表; 维护维修; 电气故障; 机械故障; 信号故障

中图分类号: TH86

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.02.020

0 引言

随着现代社会的发展, 各行业的机器自动化程度越来越高, 其中仪表设备是一个重要的组成部件, 其稳定性与可靠性影响着整个生产效率。在设备运行使用过程中, 由于长时间处于工作状态, 经常会出现设备损坏、损毁等现象。为保证设备良好的使用效果, 需做好相关的检查及检测工作, 及时分析仪表设备故障问题, 提出相应的处理对策与方法。此外, 还需规范人员操作, 获取可靠数据, 严格执行各项标准, 增强设备运行的稳定性。

1 化工自动化仪表现场维护维修中的常见故障

1.1 电气故障

在对油田气化工科技公司开工 6 年以来仪表的周期性维修记录分析中发现, 电气类故障占比高达 23%, 是导致非计划停机的主要因素。其成因可归纳为三类: 一是供电质量类, 如电压暂降、谐波干扰; 二是线路与连接类, 如绝缘老化、接头松动; 三是设备本体类, 如元件过载、继电器失效。值得注意的是, 长期运行中的机械振动, 特别是安装在机泵、压缩机本体或附近的仪表, 会诱发螺栓连接的应力松弛。本研究通过扭矩实验发现, 尤其在仪表多股线并接或不加装线鼻子的情况下, 紧固扭矩在半年内可能衰减 35%, 这直接导致了接触电阻的异常增大。这类过载故障若未受有效防护, 往往会损坏电气元件, 甚至在极端情况下引发火灾, 导致停机。

1.2 机械故障

在工业现场, 机械传动系统的失效是导致仪表设备故障停机的主要原因之一。其机理主要可归结为长期循环应力下的疲劳损伤, 如陕西延长石油(集团)油田气化工科技公司 PSA 程控阀, 长期往复开关导致阀门传动部分疲劳损伤; 界面间的磨损失效, 如膨吹阀, 采用硬密封, 运行时会因磨损导致密封不严, 最终失效。具体表现为: 传动带、齿轮等核心传动部件在持续运行中, 其材料会因微动磨损、点蚀等原因导致几何精度丧失, 进而引发传动效率下降、异响乃至卡死^[1]。另一类高发故障源于密封系统的失效。仪表机械密封的老化或损坏, 不仅会造成介质泄漏, 影响测量准确性, 更可能因腐蚀性介质外泄而引发二次故障。

1.3 信号故障

信号故障属于仪表现场中存在的普遍且不易发现的故障类型之一, 该类型的故障往往表现为传感器输出信号异常或者丢失, 导致测量结果不准确, 影响系统的运行状态。对于测量仪表而言, 其检测回路工作的稳定性会受到外界环境的影响, 如果外界环境温度或者湿度发生变化, 传感器的工作状态也会发生改变, 导致其输出信号产生偏差。例如: 当传感器处于高温或者低温下工作时, 其输出信号将会有所变化, 在一些工业场合中由于电气设备较多, 在此情况下会出现电气设备产生的电磁干扰、射频干扰, 影响信号的传输质量, 使接收端接收到的信号无法真实地反映实际情况^[2]。

作者简介: 王乐(1988-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 仪表维修、维护及发展。

1.4 通信故障

通信故障为仪表现场故障中最复杂、最广泛的故障，当通信中断或者数据传输延迟时，会导致无法将实时数据传送到控制系统或监控系统，影响设备运行。通信故障出现的原因有很多，如网络故障、设备不兼容、通信协议配置错误等。其中以网络故障居多，特别是现在的自动化控制系统更注重网络稳定的情况，如果设备与控制系统的通信线路出现断开、接触不好或网络延迟等现象，则会导致通信中断情况。此外，设备不兼容也是造成通信故障的一个原因，特别是新旧设备间的协议、硬件接口等不能相容，会出现不能正常进行数据交换的问题。在系统更新或固件版本不同等情况下，很有可能会造成通信协议出现错乱，从而导致数据传输错误。

2 化工自动化仪表现场维护维修引发故障的原因

2.1 设备老化

由于设备使用时间较长，内部的一些零件会因为磨损、腐蚀或者疲劳等问题，造成设备自身的工作性能出现逐渐下降的情况。例如：电容、电阻等电子元器件，使用久了之后都会有所损坏；传感器本身对信号的灵敏程度和精确度都会出现一定的老化问题，导致测量数据有误差；机械类的组件，如齿轮、轴承等，在长期运转后影响机器正常运行，且会出现噪声、震动、卡住等状况，还会导致电路故障情况的发生，如电源不稳、接头接触不良等。

2.2 安装与调试不当

如果装置的安装方法不对，或者没有调试到位，则很有可能造成装置不能正常开启或运转。另外，常见的有电气线路接反、机械构件配合不好、装置位置安装不合理等现象。在安装过程中，若不按标准进行，则会出现连接有误或者连接处松动，最终会引起电气方面的故障。在调试时由于相关的一些参数设置不准确，装置无法给出正确值，如设定量程不对，传感器的校验不正确等，均会影响装置的正常工作^[3]。

2.3 操作不当

操作不当是造成仪表故障最常见的原因，特别是现场操作员由于经验不足，或者未按照规定操作时，造成设备出现故障，出现错误设置设备参数、忽略报警信号和不按时巡检等现象，最终使设备长期处于非正常运行状态。例如：开机高负荷时，不按开机顺序启动设备，则导致开机启动时无过载保护而出现电气或者机械事故。

2.4 外界环境因素

外界环境因素影响仪表设备的情况较多，如温度、湿度、电磁干扰、灰尘等都有可能成为导致仪表设备

故障的因素。当温度过高时，会使设备过热而使电子元件性能变差，传感器精度变低，严重时可将仪表设备损毁；如果温度过低，元件出现结露或电路不稳定的现象，影响设备工作时的准确性及反应速度^[4]。另外，湿度太大还会出现电气件因受潮而造成短路或接触不良，影响设备的正常使用，在湿度变化过大时使设备元件发生形变，造成设备的内部电路连接不稳定的现象。

3 化工自动化仪表现场维护维修策略

3.1 故障排除

故障排除首先要检查与诊断，迅速确定故障的发生范围，检查设备表面、电源、接口是否正常，是否存在异常声音或显示等故障现象，进行简单的故障排除。其次，观察设备运行状态、传感器状态，分析判断故障的发生是属于硬件问题还是软件问题，确定发生故障的具体范围和性质。例如：陕西延长石油（集团）油田气化工科技公司一台温度传感器因供电不稳而报警，经过初步检查发现电源接头松动，重新固定后问题得到解决。再次，需观察设备运行状态及传感器状态，分析判断故障是硬件问题还是软件问题，主要用到万用表、示波器等设备工具，对设备内部进行测量检测，然后逐渐查出存在问题的电路、元件、模块等^[5]。如果设备具备自检功能，还可结合设备错误代码及日志信息来快速判断故障类型，如一台流量计在运行中出现误差，通过读取设备日志发现软件版本过旧，更新后问题得到解决。最后，在明确故障原因之后更换/修复故障部件，参照该设备制造厂家的标准进行维修，并在更换或者修复时要符合相关要求，防止出现新的问题。

3.2 定期维护与检查

通过定期检修，人员能提前预知一些故障的发生，避免出现突然性的故障。日常维修涉及外观检查、内部清洁、润滑、螺丝紧固、电路连接等，对于长期处于恶劣环境中运行的设备而言，不定期的检查尤为重要，通过设备维修，了解设备运转状态是否良好，对温度、压力、流量等主要指标进行分析，保持在正常范围内；对于长时间使用产生的精确度失准现象，定期做好检测、校准工作，所用的标准仪器均须经过相关机构的认证，且按照规定标准进行校准工作。通过不断地记录、跟踪、修整，在后续工作中作为隐患故障模式预先辨识的参考和经验。对于风险较小的设备定期开展风险评估，有效降低其故障率，如对设备的薄弱点、易发生故障点、影响设备正常运行的环境等进行评估，做好相应的设备预防性维修计划，增强设备运行可靠性。

陕西延长石油(集团)油田气化工科技公司甲醛反应器进料阀,经过3年的运转,未定期进行维护工作,由于设备一直处于比较潮湿的环境中,导致阀门反馈电路板被水侵袭,此时阀门处于全开状态,反馈阀门未打开,导致甲醛装置切料停工。最终生产部门通过排查之后找到了出现此情况的原因,由于调节阀反馈外壳密封出现问题,导致内部的水分渗入设备中,从而使电路板出现短路的情况。针对上述出现的问题,也做出了相关的处理措施,具体处理如下:(1)增加设备巡检频次(每月开展外部检查),维护设备密封性;(2)增加防雨棚设备,减少雨水等进入电气设备;(3)更换老化的密封圈、电路板,有效防止由于设备故障而导致生产停车。通过处理措施的制定及实施,从根本上解决常规问题,有效提高设备运行的稳定性以及生产的安全性。

3.3 培训与操作规程

操作人员的技术水平直接影响着设备的稳定性,所以操作人员需要参加相关的技术培训,如熟悉设备的基本原理、了解设备常见故障的现象及排除方法、掌握设备日常保养技能、学会操作及监视技巧等。通过单位定期组织技术培训与考试,提高操作人员的综合素质,使操作人员遇到突发状况时作出正确的判断和选择,避免由于人为因素影响而导致设备故障的发生。同时,健全各项操作规程制度,是对设备安全使用的基本保障,对不同设备应有不同的操作规程,操作规程要按照设备的技术特性、工作环境、安全要求等具体规定操作中各个环节的操作要点及注意事项,操作人员必须严格按操作规程执行,不得擅自改动,避免因误操作而引起设备损坏或安全事故。此外,经常性地检查操作规程的执行情况,发现有违反规程现象,要及时纠正,并提出必要的惩罚措施,以促进规程更好地落实。在此基础上,加强人员的安全意识培训,让操作人员能识别出一些潜在的风险,避免发生安全事故。

3.4 故障分析与改进

故障模式影响分析(FMEA)是对设备发生故障原因的一种系统分析方法,通过判断每个故障模式的发生概率、严重度、可检测度等判别出需要优先控制的故障模式,从而降低风险。例如:设备的设计到制造、安装、运行等各个方面的薄弱点,彻底消除故障,在团队协助下帮助定位故障的根本原因,为以后的设备优化改进提供可靠根据,并提前预控,避免或降低设备故障率。同时,构建起良好的回检机制,做好设备故障数据、现场操作人员、用户使用等方面信息的收集汇总工作,及时发现设备的隐性缺陷,适时做出相

关技术改进^[6]。在持续改进中以数据分析为依托,针对实际情况确定改进方案,并进行阶段性校验。通过各项措施的执行落实,提高设备整体性能,延长设备使用寿命,确保设备能适应环境的变化,在各种工作环境下仍能稳定运行。

陕西延长石油(集团)油田气化工科技公司引黄工程流量计使用时间较长,出现读数偏差现象,致使生产不精确。经过对流量计的检测,发现其读数相较于实际流量偏低,偏差值达到17.3%。在实际需要测量流量为600 m³/h的情况下,流量计只显示496.2 m³/h,造成了原材料的浪费和影响生产计划的准确性。同时,因为引黄水质问题,容易形成水垢附着于流量计内壁,且原安装位置不合理,前后直管段长度不够,管道中有气泡和杂质,造成测量的结果不正确。根据实际情况重新设计新的流量计安装位置,并让前后管道里面流动更加平稳,避免气体以及杂质等混入。同时,使用灵敏度较高的电磁流量计,提高测量精度和响应速度,采取定时清理的制度,每季度对流量计里的积垢进行清理。经过相应的解决处理之后,相同问题未再发生,还为设备的维修改进工作提供了可靠依据,保证生产的稳定性。

4 结束语

通过开展仪表设备现场的维护与维修工作,操作人员能第一时间发现问题,结合实际情况深度分析,维修人员有较强的技术能力及丰富的实践经验,对出现的故障能准确判断,并提供适宜的应急预案,对设备加强维护和保养,降低故障发生率。同时,为企业的安全生产提供可靠保障,并加大设备维护和保养力度,满足企业各阶段的生产需求,降低投资成本,创造更大效益。

参考文献:

- [1] 高焕焕.化工仪表日常维护探究[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(06):21-23.
- [2] 张青.石油化工仪表自动化设备常见故障及智能检测技术探究[J].山东化工,2024,53(23):203-205.
- [3] 张成贵.化工仪表故障诊断与维修技术的系统研究[J].仪器仪表用户,2024,31(08):15-17.
- [4] 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.
- [5] 陈东昇.关于化工仪表自动化设备的预防性维修研究[J].广东化工,2022,49(15):198-200.
- [6] 孙永刚.浅谈炼油厂化工仪表的使用和维护方法[J].中国设备工程,2022(11):54-56.