

化工仪表自动化设备的故障预防与维护策略

柳文革

国家能源集团宁夏煤业有限责任公司烯烃二分公司 宁夏 银川 750004

摘要: 本文针对化工仪表自动化设备,深入剖析其故障成因,涵盖设备自身设计制造缺陷与老化、环境温湿度及电磁干扰、人为操作不当与维护管理不善等因素。基于此,提出系统的故障预防与维护策略,预防方面包括科学选型、规范安装调试、优化环境管理、强化人员培训及加强设备运行监测等;维护方面通过定期维护、科学规划、优化技术方法、提升人员素质等措施。旨在降低设备故障发生率,保障化工生产安全、稳定、高效运行,为化工企业设备管理提供参考。

关键词: 化工仪表; 自动化设备; 故障预防; 维护策略

引言

在化工行业高速发展进程中,仪表自动化设备凭借高精度、高效率的监测与控制能力,成为保障生产流程稳定、提升产品质量的关键要素。然而,受设备自身特性、复杂生产环境及人为因素等影响,设备故障频发,不仅导致生产中断、经济损失,还可能引发安全事故。因此,深入探究化工仪表自动化设备故障成因,制定切实可行的故障预防与维护策略,对推动化工行业可持续发展具有重要意义。

1 化工仪表自动化设备故障成因分析

1.1 设备自身因素

(1) 设计制造缺陷:部分化工仪表自动化设备在设计阶段,由于对化工生产特殊工况考虑不全面,如未充分考虑高温、高压、强腐蚀等恶劣环境对设备性能的影响,导致设备在实际运行中无法适应生产要求,容易出现故障。在制造过程中,若生产工艺不达标,零部件加工精度不足,装配工艺不合理,会使设备的机械性能和电气性能下降,增加设备故障的风险。(2) 设备老化:随着使用时间的增长,化工仪表自动化设备的零部件会逐渐磨损、老化。机械部件的磨损会导致设备运行精度下降,影响测量和控制的准确性;电气元件的老化会使绝缘性能降低,容易引发短路、断路等故障。一些长期处于恶劣环境中的设备,老化速度更快,故障发生率更高。

1.2 环境因素

(1) 温度与湿度:过高或过低的温度都会对化工仪表自动化设备产生不良影响。高温会使设备内部电子元件性能下降,加速元件老化,甚至可能导致元件烧毁;低温则可能使设备中的液体介质凝固,影响测量和控制功能。环境湿度过高,会使设备的电气元件受潮,绝缘性能降低,引发漏电、短路等故障;湿度过低则容易产

生静电,干扰设备的正常运行。(2) 腐蚀性气体与液体:化工生产过程中会产生各种腐蚀性气体和液体,如二氧化硫、氯气、酸、碱等。这些腐蚀性物质会与设备的金属部件发生化学反应,导致金属腐蚀,使设备的结构强度下降,密封性能变差,进而引发泄漏、测量不准确等故障。(3) 电磁干扰:化工生产现场存在大量的电气设备,如电动机、变频器、变压器等,这些设备在运行过程中会产生强电磁干扰^[1]。化工仪表自动化设备中的电子元件对电磁干扰较为敏感,电磁干扰可能导致设备信号传输错误、测量数据不准确、控制失灵等故障。

1.3 人为因素

(1) 操作不当:操作人员若对化工仪表自动化设备的操作流程不熟悉,未按照操作规程进行操作,可能会误操作设备,如错误设置参数、频繁启停设备等,从而导致设备故障。操作人员在操作过程中粗心大意,未及时发现设备异常情况,也会延误故障的处理,使故障扩大化。(2) 维护管理不善:部分企业对化工仪表自动化设备的维护管理重视程度不够,缺乏完善的维护管理制度和专业的维护人员。维护计划不合理,不能及时发现设备潜在的故障隐患;维护记录不完整,无法对设备的运行状况进行有效分析和评估;维护人员专业知识和技能不足,不能准确判断和处理设备故障,这些因素都会导致设备故障得不到及时修复,故障范围扩大,影响生产正常进行。

2 化工仪表自动化设备故障预防策略

2.1 科学合理的设备选型

(1) 明确生产需求。在选择化工仪表自动化设备之前,企业应组织专业人员对生产工艺流程进行全面分析,明确生产过程中需要监测和控制的参数类型、测量范围、精度要求以及设备的工作环境条件等。例如,对

于高温高压的反应釜，需要选择耐高温、高压且具备良好的密封性的压力和温度仪表；对于腐蚀性较强的介质测量，应选用耐腐蚀材料制造的仪表。（2）评估设备性能与质量。对市场上不同品牌和型号的化工仪表自动化设备进行详细调研和性能评估。查阅设备的技术资料，了解其关键性能指标，如测量精度、稳定性、可靠性、响应时间等；考察设备制造商的生产工艺、质量控制体系和售后服务水平，优先选择具有良好口碑和较高市场占有率的产品。同时，可对设备进行必要的性能测试和试运行，验证设备是否满足实际生产需求。（3）考虑兼容性与扩展性。在设备选型时，要充分考虑化工仪表自动化设备与现有生产系统的兼容性，确保新设备能够与其他设备和控制系统顺利对接，实现数据的准确传输和共享。此外，还应考虑设备的扩展性，以便在未来生产工艺调整或生产规模扩大时，设备能够方便地进行升级和功能扩展，避免因设备不兼容或无法扩展而造成资源浪费。

2.2 规范的设备安装与调试

（1）遵循安装标准与规范。设备安装人员应严格按照设备安装说明书和相关国家标准、行业规范进行安装操作。在安装前，对安装现场进行清理和检查，确保安装环境符合设备要求。安装过程中，保证设备的安装位置准确，固定牢固，避免因安装不当导致设备振动、位移等问题^[2]。例如，对于流量仪表的安装，要严格按照规定的前后直管段长度要求进行安装，以保证测量精度；对于仪表电缆的敷设，要做好防护措施，避免电缆受到机械损伤和电磁干扰。（2）细致的设备调试。设备安装完成后，要进行全面的调试工作。调试内容包括设备的参数设置、功能测试、性能验证等。根据生产工艺要求，准确设置仪表的测量范围、报警阈值、控制参数等；对设备的各项功能进行逐一测试，确保设备能够正常运行，信号传输准确无误；通过模拟实际工况，对设备的性能进行验证，如测量精度、响应时间等是否满足要求。在调试过程中，发现问题及时进行调整和解决，确保设备在投入使用前处于最佳工作状态。

2.3 加强环境管理

（1）优化设备运行环境。针对化工生产现场的特殊环境条件，采取相应的措施改善设备运行环境。对于温度和湿度较高的场所，可安装空调、除湿机等设备，将环境温度和湿度控制在设备允许的范围内；在电磁干扰较强的区域，对仪表设备和电缆进行屏蔽处理，采用屏蔽电缆、金属屏蔽罩等措施，减少电磁干扰对设备的影响；对于存在腐蚀性气体和粉尘的环境，为仪表设备配备防护柜、防护罩等防护装置，并定期对防护装置进行

检查和维护，确保其防护效果。（2）建立环境监测系统。在化工生产现场设置环境监测点，安装温湿度传感器、电磁干扰监测仪、气体检测仪等环境监测设备，实时监测设备运行环境的各项参数。通过数据采集和分析系统，对环境参数进行实时监控和预警，当环境参数超出设备正常工作范围时，及时采取相应的措施进行调整，保障设备在适宜的环境中运行。

2.4 强化人员培训与管理

（1）专业技能培训。定期组织操作人员和维护人员参加专业技能培训，培训内容包括化工仪表自动化设备的工作原理、操作方法、维护保养知识、故障诊断与排除技巧等。邀请设备制造商的技术专家或行业内的专业人士进行授课，通过理论讲解、实际操作演示、案例分析等多种方式，提高人员的专业技能水平。培训结束后，对参训人员进行考核，确保其掌握相关知识和技能，能够正确操作和维护设备。（2）安全意识与责任意识培养。加强对人员的安全意识和责任意识教育，使操作人员和维护人员充分认识到化工仪表自动化设备安全运行的重要性^[3]。通过安全培训、安全知识宣传等方式，提高人员的安全防范意识，使其严格遵守操作规程，避免因操作不当引发安全事故。同时，明确人员的岗位职责，建立健全责任追究制度，增强人员的工作责任感，确保设备维护管理工作落到实处。

2.5 加强设备运行监测

（1）实时监测。借助物联网、大数据等前沿技术，构建全方位、多层次的实时监测体系。在化工仪表自动化设备关键部位部署高精度传感器，除常规的温度、压力、振动、电流参数采集外，还可对设备的介质流量、腐蚀速率等指标进行实时监测。同时，利用5G网络实现数据高速、稳定传输，使监测系统能够以毫秒级响应速度呈现设备运行状态。一旦设备参数偏离正常阈值，系统立即触发声光报警，并通过短信、APP推送等方式通知相关人员，确保异常情况得到及时处理。（2）数据分析。运用人工智能算法和深度学习技术，对海量监测数据进行深度剖析。结合化工工艺特点和设备运行规律，构建动态故障预测模型，精准识别设备性能衰退趋势。通过对比不同工况下的设备数据，挖掘潜在故障关联因素，提前制定针对性维护计划。例如，通过分析振动数据的频谱特征，可预测轴承磨损程度；依据温度变化趋势，预判仪表内部元件老化风险，有效降低设备故障发生概率。

3 化工仪表自动化设备维护策略

3.1 定期维护与保养

定期维护与保养是保障化工仪表自动化设备正常运行的重要手段。企业应根据设备的特点和使用情况,制定详细的维护计划,明确维护周期、维护内容和维护标准。定期维护的内容主要包括设备的清洁、润滑、紧固、调整等。例如,定期对仪表的外壳进行清洁,防止灰尘、污垢等影响设备的散热和正常运行;对设备的转动部件进行润滑,减少摩擦,降低磨损;对设备的连接部位进行紧固,防止松动;对设备的参数进行调整,确保其测量和控制精度。同时,在定期维护过程中,要对设备的各项性能指标进行检测,及时发现设备存在的潜在问题,并采取相应的措施进行处理。此外,建立设备维护档案,详细记录设备的维护时间、维护内容、更换的零部件等信息,为设备的后续维护和管理提供依据。

3.2 制定科学维护计划

(1) 设备分类管理。根据化工仪表自动化设备的重要性、工作原理、使用频率等因素,对设备进行分类管理。将设备分为关键设备、重要设备和一般设备,针对不同类型的设备制定不同的维护策略和维护周期。(2) 维护周期确定。综合考虑设备的使用年限、运行工况、故障历史等因素,确定合理的维护周期。对于关键设备和重要设备,应适当缩短维护周期,增加维护频次;对于一般设备,可以适当延长维护周期。维护周期的确定要以保证设备的正常运行和可靠性为前提^[4]。(3) 维护内容规划。明确不同维护周期下的维护内容,包括日常维护、定期维护和专项维护。日常维护主要包括设备的清洁、检查、润滑等工作;定期维护除了日常维护内容外,还包括设备的性能测试、校准、零部件更换等工作;专项维护主要针对设备出现的特定问题或隐患进行针对性的维护和检修。

3.3 优化维护技术方法

(1) 预防性维护。在设备未出现故障前,通过对设备的运行状态监测和分析,提前发现设备存在的潜在故障隐患,并采取相应的措施进行修复或更换,避免故障的发生。预防性维护可以有效减少设备的停机时间,提高设备的可靠性和使用寿命。(2) 状态维修。根据设备的实际运行状态,当设备出现性能下降、参数异常等情况时,及时进行维修。状态维修以设备的实际状态为依

据,避免了过度维修和维修不足的问题,提高了维修的针对性和有效性。(3) 信息化维护管理。利用信息化技术,建立化工仪表自动化设备维护管理系统。该系统可以实现设备档案管理、维护计划制定与执行、故障记录与分析、维修资源管理等功能。通过信息化维护管理系统,提高维护管理的效率和准确性,实现维护管理的科学化和规范化。

3.4 提升维护人员素质

(1) 专业培训。定期组织维护人员参加专业培训,培训内容包括化工仪表自动化设备的工作原理、结构组成、安装调试、故障诊断与处理等方面的知识。通过专业培训,提高维护人员的技术水平和业务能力,使其能够熟练掌握设备的维护技能。(2) 技能考核。建立维护人员技能考核制度,定期对维护人员的技能水平进行考核。考核内容包括理论知识和实际操作技能,通过考核,检验维护人员的培训效果,激励维护人员不断学习和提高自身技能。(3) 经验交流。组织维护人员进行经验交流活动,分享设备维护过程中的经验和教训。通过经验交流,促进维护人员之间的相互学习和提高,拓宽维护人员的思路,提高解决实际问题的能力。

结束语

通过对化工仪表自动化设备故障成因的分析及相应预防与维护策略的实施,可有效降低设备故障率,提高设备运行可靠性与稳定性。但随着化工生产工艺不断革新、设备技术持续升级,设备故障预防与维护工作仍面临新挑战。未来,需持续关注行业动态,创新技术方法,加强人员培训,进一步优化设备管理体系,为化工生产筑牢安全防线。

参考文献

- [1] 罗朝珠.化工仪表自动化设备的故障预防与维护策略[J].科学与信息化,2025(3):19-21.
- [2] 曹敏.化工仪表自动化设备的预防性维护[J].机械工业标准化与质量,2023,(07):29-31.
- [3] 杨潇波.仪表维护中预防性维修策略的应用与效果[J].数字化用户,2025(17):163-165.
- [4] 高小龙.探究化工企业仪表自动化设备的故障预防与维护措施[J].石油石化物资采购,2021(12):11-12.