

# 石油化工仪表自动化设备维护策略刍议

杨金平

山西焦化集团有限公司 山西 临汾 041600

**摘要:** 在石油化工领域,仪表自动化设备是保障生产安全、提升生产效率与质量的核心要素。然而,复杂恶劣的生产环境以及设备自身的特性,使得其维护工作面临诸多挑战。本文从石油化工仪表自动化设备的特点与维护现状出发,深入剖析维护过程中存在的问题,并从管理、技术、人员、备件及数据管理等多个维度提出全面且具有针对性的维护策略,旨在为石油化工企业优化仪表自动化设备维护工作提供理论支持与实践指导。

**关键词:** 石油化工;仪表自动化设备;设备维护;维护策略

## 1 引言

石油化工行业作为国家经济发展的重要支柱产业,其生产过程具有高温、高压、易燃易爆、强腐蚀等特点。在这样的环境下,仪表自动化设备犹如生产过程的“眼睛”和“大脑”,实时监测和控制着各种工艺参数,如温度、压力、流量、液位等,确保生产的安全、稳定、高效运行。一旦仪表自动化设备出现故障,不仅会影响生产进度和产品质量,还可能引发严重的安全事故,给企业带来巨大的经济损失和社会负面影响。例如,压力仪表的失灵可能导致压力容器超压爆炸,温度仪表的误差可能使化学反应失控,引发火灾等。因此,制定科学合理的维护策略,保障仪表自动化设备的可靠运行,对于石油化工企业至关重要。

## 2 石油化工仪表自动化设备的特点与维护现状

### 2.1 设备特点

一是种类繁多:石油化工生产涉及多个环节和工艺,需要使用各种不同类型的仪表自动化设备,如压力仪表、温度仪表、流量仪表、液位仪表、控制阀等。这些设备在功能、原理、结构上存在较大差异,增加了维护的难度。二是技术复杂:随着科技的不断发展,仪表自动化设备的技术含量越来越高,集成了电子、计算机、通信等多种先进技术。例如,智能仪表具有数据采集、处理、传输和自诊断等功能,其内部电路和软件系统较为复杂,对维护人员的专业知识和技能要求较高。三是环境恶劣:石油化工生产现场通常存在高温、高压、粉尘、腐蚀性气体等恶劣环境因素,这些因素会对仪表自动化设备的性能和寿命产生严重影响。例如,高温可能导致电子元件老化加速,腐蚀性气体可能腐蚀设备的金属部件,影响设备的测量精度和可靠性。

### 2.2 维护现状

目前,石油化工企业对仪表自动化设备的维护工作

普遍较为重视,采取了一系列维护措施,如定期巡检、定期校准、故障维修等。然而,在实际维护过程中,仍存在一些问題,导致设备故障率较高,维护成本居高不下。如维护计划缺乏科学性、维护技术手段落后、维护人员素质参差不齐、备件管理混乱、维护记录不完善等。

## 3 石油化工仪表自动化设备维护策略

### 3.1 制定科学合理的维护计划

#### 3.1.1 基于风险的维护(RBM)策略

采用基于风险的维护策略,对仪表自动化设备进行风险评估。首先,组建由设备管理人员、技术人员和维护人员组成的风险评估小组,根据设备的故障模式、影响及危害性分析(FMECA)等方法,确定设备故障的可能性和后果严重程度。例如,对于关键的压力仪表和控制阀,由于其故障可能导致严重的安全事故,如压力容器爆炸、管道泄漏等,其后果严重程度较高;而对于一些辅助性的液位仪表,其故障可能只影响局部生产环节,后果相对较轻。根据风险评估结果,确定设备的维护优先级和维护周期<sup>[1]</sup>。对于风险较高的设备,应缩短维护周期,增加维护内容;对于风险较低的设备,可以适当延长维护周期,减少不必要的维护工作。例如,对于关键的压力仪表和控制阀,应每月进行一次全面检查和维修,包括外观检查、性能测试、校准等;而对于一些辅助性的液位仪表,可以每季度进行一次维护。

#### 3.1.2 状态监测与预测性维护

利用先进的传感器技术和数据分析方法,对仪表自动化设备的运行状态进行实时监测。在设备的关键部位安装温度传感器、振动传感器、压力传感器等,收集设备的温度、压力、振动、电流等参数,并通过数据采集系统将数据传输到监控中心。利用数据分析软件对采集到的数据进行分析,建立设备正常运行的数据模型,通过与实时数据的对比,预测设备的故障趋势。例如,

通过振动分析技术可以检测设备的机械故障，如轴承磨损、齿轮故障等。当设备的振动频率和幅度超出正常范围时，系统会发出预警信号，提示维护人员及时进行检查和维护；通过温度监测可以及时发现设备的过热问题，避免设备损坏。当设备的温度超过设定的阈值时，系统会自动报警，并记录温度变化曲线，为故障诊断提供依据。根据预测结果，提前安排维护工作，实现从传统的定期维护向预测性维护的转变，提高维护的针对性和有效性。

### 3.2 提升维护技术手段

#### 3.2.1 引进先进的故障诊断技术

积极引进先进的故障诊断技术，如智能诊断系统、专家系统、神经网络等，提高故障诊断的准确性和效率。智能诊断系统可以通过对设备运行数据的分析和处理，自动识别故障类型和故障位置，并提供相应的维修建议。例如，某智能诊断系统可以对智能仪表的运行数据进行实时监测和分析，当检测到数据异常时，会自动判断是传感器故障、电路故障还是软件故障，并给出维修方案。专家系统可以模拟专家的思维过程，为维护人员提供决策支持。维护人员可以将设备的故障现象输入专家系统，系统会根据内置的知识库和推理规则，给出可能的故障原因和解决方法。神经网络可以通过学习和训练，对设备的故障进行预测和诊断。利用大量的设备运行数据和故障案例对神经网络进行训练，使其能够准确识别设备的故障模式，并提前发出预警。

#### 3.2.2 应用远程维护技术

利用互联网和通信技术，实现仪表自动化设备的远程维护。通过在设备上安装远程监控终端，将设备的运行数据实时传输到远程监控中心。维护人员可以通过远程监控系统，实时了解设备的运行状态，对设备进行远程诊断和调试。当设备出现故障时，维护人员可以通过远程维护系统对设备进行故障诊断和修复，无需到现场进行处理<sup>[2]</sup>。例如，维护人员可以通过远程登录设备的管理界面，查看设备的参数设置、运行日志等信息，分析故障原因；还可以通过远程控制功能，对设备进行参数调整、软件升级等操作，快速解决设备故障。远程维护技术不仅可以提高维护效率，减少维护人员的出差次数，还可以降低维护成本。

### 3.3 加强维护人员培训与管理

#### 3.3.1 开展专业培训

定期组织维护人员参加专业培训，邀请设备厂家技术人员或行业专家进行授课，传授新型仪表自动化设备的技术原理、维护方法和故障处理技巧。培训内容应

包括电子技术、计算机技术、通信技术、自动化控制技术等方面的知识，以及实际操作技能的培训。例如，针对智能仪表的培训，可以讲解其内部电路结构、通信协议、软件编程等内容；针对自动化控制系统的培训，可以介绍系统的架构、控制算法、调试方法等。同时，安排实际操作演练，让维护人员在实际操作中掌握设备的安装、调试、维护和故障排除技能。通过培训，提高维护人员的专业素质和业务能力。

#### 3.3.2 建立激励机制

建立科学合理的激励机制，鼓励维护人员积极学习和掌握新技术、新方法，提高工作积极性和责任心。对在设备维护工作中表现突出、取得显著成绩的维护人员给予表彰和奖励，如颁发奖金、荣誉证书、晋升职称等。例如，设立“优秀维护人员奖”，对在设备维护工作中及时发现重大故障隐患、成功解决复杂故障的维护人员进行表彰和奖励；对于在技术创新、维护方法改进等方面做出贡献的维护人员，给予晋升职称的机会。同时，对工作不认真、敷衍了事的维护人员进行批评教育和处罚。建立维护工作考核制度，对维护人员的工作质量、工作效率、工作态度等进行考核，将考核结果与薪酬、晋升等挂钩。

#### 3.3.3 加强团队建设

注重维护团队的协作和沟通，建立良好的工作氛围。通过组织团队活动、技术交流等方式，增强团队成员之间的凝聚力和合作精神。例如，定期组织团队聚餐、户外拓展等活动，增进团队成员之间的感情；开展技术交流会，让维护人员分享自己在设备维护工作中的经验和心得，共同解决遇到的问题。在面对复杂故障时，能够充分发挥团队的优势，共同解决问题。当遇到一台大型自动化控制系统的故障时，可以组织不同专业背景的维护人员组成攻关小组，共同分析故障原因，制定解决方案。

### 3.4 优化备件管理

#### 3.4.1 建立备件库存管理系统

利用信息化技术，建立备件库存管理系统，对备件的采购、入库、出库、库存数量等进行实时监控和管理。通过系统分析，合理确定备件的库存数量和库存结构，避免备件积压和缺货现象的发生。例如，根据设备的使用情况和维护计划，预测备件的需求量，及时采购和补充<sup>[3]</sup>。对于一些常用的备件，如压力传感器、温度传感器等，可以适当增加库存数量；对于一些不常用的备件，可以减少库存数量，采用“零库存”管理模式，与供应商建立长期合作关系，当需要时能够及时供

应。同时，对备件的库存位置进行管理，方便维护人员快速找到所需的备件。

#### 3.4.2 加强备件质量把控

严格把控备件的质量，选择信誉良好、质量可靠的供应商，签订质量保证协议。对采购的备件进行严格的检验和验收，确保备件符合质量要求。在备件采购前，对供应商进行实地考察，了解其生产工艺、质量控制体系等情况；在备件到货后，按照相关标准和规范进行检验，如外观检查、性能测试等。同时，建立备件质量追溯制度，对出现质量问题的备件及时追溯和处理，追究供应商的责任。对不合格的备件进行退货处理，并要求供应商承担相应的损失。

#### 3.4.3 开展备件国产化替代工作

对于一些进口备件，由于其价格昂贵、采购周期长，影响了设备的及时维修。因此，企业可以开展备件国产化替代工作，与国内科研机构和企业合作，研发和生产与进口备件性能相当的国产备件。国产化替代不仅可以降低备件成本，还可以缩短采购周期，提高设备的可维护性。

### 3.5 完善维护记录与数据分析

#### 3.5.1 规范维护记录填写

制定统一的维护记录填写规范，要求维护人员在记录维护过程和故障处理情况时，必须详细、准确、完整。记录内容应包括维护时间、维护人员、维护内容、更换的备件、故障现象、故障原因、处理方法等信息。例如，在记录一次设备故障维修时，要详细描述故障发生的时间、地点、现象，如“[具体时间]，[设备名称]出现显示异常，数值跳动不稳定”；分析故障原因，如“经检查，发现是传感器线路接触不良导致”；记录处理方法，如“重新焊接传感器线路，并进行校准，设备恢复正常运行”<sup>[4]</sup>。同时，要求维护人员及时填写维护记录，不得事后补记。建立维护记录审核制度，对维护记录进行定期检查和审核，确保记录的质量。

#### 3.5.2 建立维护数据库

将维护记录录入计算机系统，建立维护数据库。通过对维护数据的分析和挖掘，总结设备故障的规律和特点，为设备的维护和管理提供决策支持。例如，通过分析设备的故障频率和故障类型，找出设备的薄弱环节，有针对性地采取改进措施。如果发现某一型号的压力仪表在高温环境下故障频率较高，可以考虑对该型号仪表

进行改进或更换为更适合高温环境的产品；通过分析维护成本和维修时间，优化维护计划和维护流程，降低维护成本。例如，如果发现某一设备的维修时间较长，可以分析原因，是备件供应不及时还是维修方法不当，然后采取相应的措施进行改进。

#### 3.5.3 开展设备全生命周期管理

以维护记录和数据分析为基础，开展设备全生命周期管理。从设备的选型、采购、安装、调试、运行、维护到报废，对设备的整个生命周期进行全面管理和监控。在设备选型阶段，充分考虑设备的技术性能、可靠性、维护成本等因素，选择适合企业生产需求的设备；在采购阶段，与供应商签订详细的合同，明确设备的质量标准、售后服务等内容；在安装和调试阶段，严格按照规范进行操作，确保设备正常运行；在运行阶段，加强对设备的监测和维护，及时发现和解决问题；在设备报废阶段，对设备进行评估，确定是否可以回收利用或进行环保处理。通过设备全生命周期管理，提高设备的可靠性和使用寿命，降低设备的总拥有成本。

### 结语

石油化工仪表自动化设备的维护工作是一项长期而艰巨的任务，关系到企业的生产安全、效率和效益。针对当前维护工作中存在的问题，石油化工企业应从制定科学合理的维护计划、提升维护技术手段、加强维护人员培训与管理、优化备件管理、完善维护记录与数据分析等方面入手，采取全面且具有针对性的维护策略。在未来的发展中，随着工业互联网、大数据、人工智能等技术的广泛应用，石油化工仪表自动化设备的维护工作将迎来新的机遇和挑战，企业应积极探索创新，推动设备维护工作向智能化、数字化方向发展，实现设备的精准维护和高效管理。

### 参考文献

- [1]吴亮.石油化工仪表自动化设备的故障预防与维护探讨[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(07):17-19.
- [2]鲁霄.论石油化工企业仪表自动化设备的故障维护[J].石化技术,2023,30(11):258-260.
- [3]胡军杰.石油化工仪表自动化设备的维护措施[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(16):16-18.
- [4]牛志祥,刘小军,宋永翔,等.石油化工仪表自动化设备的故障预防与维护对策分析[J].中国设备工程,2023,(09):168-170.