

面向煤化工装置长周期运行的关键动设备全生命周期管理策略分析

尹国权

甘肃能化集团刘华化工有限公司, 中国·甘肃 白银 730999

摘要: 煤化工关键动设备全生命周期各阶段均存在突出问题, 设计选型适配性不足、采购安装质量管控欠缺、运行维护模式传统、检修改造缺乏科学性, 制约装置长周期运行。基于系统性、前瞻性等原则, 从各生命周期阶段构建精细化管理策略, 配套组织、技术、人才、制度支撑体系, 可降低非计划停机率、延长设备寿命、优化成本, 保障装置稳定高效运行。

关键词: 关键动设备; 全生命周期; 管理策略; 优化分析

Analysis of the Key Dynamic Equipment Life Cycle Management Strategy for Long-term Operation of Coal Chemical Plant

Yin Guoquan

Gansu Nenghua Group Liu Hua Chemical Co., Ltd., China Gansu Baiyin 730999

Abstract: Critical equipment in coal chemical plants faces persistent challenges across all lifecycle phases, including inadequate design compatibility, poor procurement and installation quality control, outdated operation and maintenance models, and unscientific inspection and retrofitting practices, which collectively hinder long-term plant operation. By implementing systematic and forward-looking management strategies tailored to each lifecycle stage, supported by integrated organizational, technical, human resource, and institutional frameworks, these measures can effectively reduce unplanned downtime, extend equipment lifespan, optimize costs, and ensure stable and efficient plant performance.

Keywords: Critical equipment; Full life cycle; Management strategy; Optimization analysis

0 引言

随着中共中央和国务院《质量强国建设纲要》精神纵深推进, 各行各业的质量管理措施不断提档升级。对于煤化工行业, 关键设备全生命周期各阶段的管控是保障生产设施本质安全的基础。关键设备质量管控不到位, 将给安全生产带来一定的影响, 也会给企业带来经营管理风险。

1 煤化工关键动设备全生命周期管理现状分析

1.1 设计选型阶段问题

设计选型过程中没有充分考虑到煤化工装置苛刻工况的整体情况, 容易造成设备与生产需求之间适配性不够。有的选型过程只注重设备基本性能参数匹配, 忽视了介质强腐蚀性、高温高压环境及负荷波动特性对设备寿命的影响, 导致透平间隙设计不恰当、泵体必需汽蚀余量不达标等情况^[1]。在选型过程中各专业配合不够到位, 也没有充分考虑后续运行维护的便利性和成本控制要求。一些设备

选型过分追求技术先进性而忽略了经济性, 或是由于选型标准不高使得设备抗风险能力较弱, 给后续设备频繁出现故障、长周期运行受阻埋下了隐患。

1.2 采购与安装阶段的问题

部分设备供应商未严格执行技术协议, 导致法兰密封面加工缺陷、泵体短节未焊透等质量隐患。同时, 设备出厂监造和检查也不够充分, 致使不合格设备进入现场。在安装阶段, 经常出现施工流程不规范的情况, 机组底座吊装变形和找正不到位等问题较多, 导致设备不同心, 运行振动超标^[2]。

1.3 运行维护阶段问题

运行维护模式主要依靠传统经验, 缺少智能化和精细化的管控方式, 无法满足煤化工动设备连续运行的高要求。部分企业过于重视生产产值, 轻视设备的日常维护和保养, 没有健全的巡检和状态监测机制, 不能及时发现设备振动、温度等细微异常^[3]。运维人员专业能力参差不齐, 对新型

设备操作和故障预判能力不足，容易出现因操作不当造成的设备损坏。

1.4 检修与改造阶段问题

检修管理仍沿用传统定期检修模式，缺乏以设备实际运行状态为基础的预测性检修，容易造成过度检修导致的成本浪费或检修不及时引发的故障扩大。检修人员技术水平参差不齐，新老员工之间缺乏技术交流，对复杂设备检修工艺掌握不熟练，易出现检修质量不达标的问题。设备改造缺乏整体规划，改造方案未能充分考虑装置工艺升级和长周期运行需求，且在改造过程中未做好与原有设备的适配性调试，导致改造后设备运行稳定性不足^[4]。

2 面向煤化工装置长周期运行的关键动设备全生命周期管理策略构建

2.1 管理策略构建原则与目标

在制定管理策略方式时，应当坚守系统性、前瞻性、经济性、可操作性这四个主要原则，从而用来适配煤化工装置在长周期、高负荷和强工况下运行时所表现出来的特点。系统原则规定统筹设备全生命周期各个阶段，打破各环节障碍，实现设计、采购、运行、检修共同联动。前瞻性原则着重于保证设备可以长期处于稳定运行的状态，考虑到工艺升级的走向，给设备改造、技术升级预留空间。经济性原则平衡前期投入和后期运维及检修成本，兼顾设备全生命周期成本控制，避免出现过度投入或成本控制不平衡的情况。可操作性原则注重策略与企业实际生产一致，依靠现有技术和人员能力，保证策略得到落实，管理目标主要是把关键动设备非计划停机率降到最低，将设备使用寿命延长到设计年限之外，提高设备运行效率和可靠性，确保煤化工装置连续稳定运行。

2.2 各生命周期阶段精细化管理策略

2.2.1 设计选型阶段：基于长周期运行的优化选型策略

设备选型设计要把煤化工装置的长周期运行需求放在中心位置，形成整体选型的评价模式，实现设备性能和工况需求之间比较准确地匹配。整理装置运行的工况参数，涵盖介质成分、温度、压力、负荷波动范围和腐蚀性等级，结合设备运行的可靠性要求，确定选型的主要指标，不能只看基础参数而忽略了工况的适应性^[5]。各专业需要进行协同选型，联合工艺、运维、检修等部门，把设备运行稳定性、维护便利性、成本可控性等进行考虑，主要选择成熟度高、适配性强且运维成本低的设备型号，不应过度追求技术先进性而忽视实用性。

表1 选型评价维度表

选型评价维度	核心评价指标	评价标准
工况适配性	介质耐腐蚀性、高温高压耐受性、负荷适应性	符合装置实际工况参数，无明显适配短板
可靠性	无故障运行时间、故障率、易损件寿命	无故障运行时间≥设计要求，故障率低于行业平均水平
经济性	采购成本、运维成本、全生命周期成本	成本可控，性价比高于行业同类设备
运维便利性	检修难度、备件可得性、操作便捷性	检修流程简便，备件易获取，操作难度适中

2.2.2 采购与安装阶段：质量管控与适配性保障策略

在供应商筛选、技术协议签订和设备出厂监造上，使各个环节实现闭环管理。在对供应商进行筛选时，应当优先选择具备煤化工动设备生产资质、在行业内口碑较好、拥有较强技术实力的供应商，同时建立供应商评价和动态考核机制，并定期更新供应商名录。通过签订详细的技术协议，确定设备质量标准、性能参数、验收要求及售后服务条款，避免出现模糊表述^[6]。加大对设备出厂监造工作的管理力度，安排专业监造人员常驻工厂，重点检查设备主要部件的加工精度和焊接质量等内容，确保设备符合技术协议的相关要求。安装阶段需严谨依照施工规范执行，对安装流程予以优化，对安装全过程的质量管控予以强化，重点做好设备找正、吊装及管道连接等重要环节，把管道热膨胀补偿问题充分加以考虑，防止产生热应力。

2.2.3 运行维护阶段：预测性维护与状态监测策略

改变依靠传统经验的运维方式，形成以数据为驱动力的预测性维护和状态监测模式，实现设备运维精细且智能化的目标，建立统一的设备状态监测平台，整合振动、温度、压力、润滑油质等主要运行数据，并依靠传感器实时采集设备运行参数，以实现数据实时传输、存储和分析的目的。利用大数据、人工智能等技术，形成设备故障预警模式，对采集的数据进行仔细分析，及时发现设备运行异常信号，提前预判故障隐患，从而达到从被动维修向主动预警、预测性维护转型的目标，形成完整的日常巡检和维护方案，确定巡检频次、巡检内容及责任分工，加大对运维人员专业技术培训的力度，提高其故障预测和应急处理能力。同时，对设备运行数据进行规范管理，形成数据共享机制，使各部门数据互联互通，充分挖掘数据价值，优化运维策略，减少非计划停机。

2.2.4 检修与改造阶段：基于失效分析的精准检修与升级策略

放弃传统定期检修模式，形成基于设备失效分析的精准检修模式，实现检修工作的科学性和针对性要求。建立

表2 设备失效原因及检修策略表

设备失效模式	主要失效原因	精准检修策略
机械磨损	润滑不足、介质杂质、负荷过大	更换磨损部件，优化润滑系统，清理介质杂质，调整运行负荷
腐蚀损坏	介质腐蚀、防护措施不足	采用耐腐蚀材料修复或更换部件，完善防腐防护措施
振动超标	设备找正偏差、部件松动、不平衡	重新找正设备，紧固松动部件，进行动平衡调试
密封失效	密封件老化、安装偏差、介质腐蚀	更换密封件，规范安装流程，优化密封结构

设备失效分析方法，对设备故障案例进行整体分析，确定失效原因、失效模式和影响因素，利用设备运行状态数据，制定差异化检修计划，避免出现过度检修和检修不及时的情况。需要加强检修人员的技术培训和技术交流，提高其对复杂设备检修工艺的掌握程度，规范检修流程，并严格执行检修质量标准，确保检修质量达标。设备改造需要将装置工艺升级与长周期运行需求相结合，进行整体规划，优化改造方案。在改造之前做好可行性论证和适配性分析，在改造过程中把调试工作做得更好，确保改造后的设备和原有系统可以一起正常运行，对检修备件储备进行合理规划，结合设备运行状况和故障出现次数，见表 2。

2.3 支撑体系构建

支撑模式的形成是保证全生命周期管理策略得以落实的重点，需要在组织、技术、人才、制度四个方面共同推进，从而构成全方位、多层次的支撑保障。在组织支撑上，建立针对设备全生命周期的专门机构，明确各部门的职责分工进行明确，打破部门间的壁垒，实现设计、采购、运行、检修等环节的协同联动，保证管理工作有序推进。在技术支撑上，加大智能化技术投入，引入状态监测、大数据分析、人工智能等技术，完善设备管理信息化平台得到完善，提升设备管理的智能化水平。加强与科研机构、设备制造商的合作，开展关键技术攻关，解决设备管理中的技术难题。在人才支撑上，建立完善的人才培养和引进机制，定期开展运维、检修、管理等专业培训，提升从业人

员的专业能力和综合素质。

3 结语

管理煤化工关键动设备的全生命周期是确保装置长周期运行的主要措施，需要统筹好设计、采购、运行和检修各个阶段，解决各环节存在的问题，通过实施精细化管理策略，完善各方面支撑模式，将设备管理由经验驱动转变为数据驱动，显著提高设备可靠性和运行效率，优化全生命周期成本，为煤化工产业高质量、稳定发展提供坚实的设备保障。

参考文献：

[1] 李进. 海洋石油动设备预知性维修平台系统设计及应用 [J]. 凿岩机械气动工具, 2025, 51 (05): 21-23.

[2] 覃剑锋, 蔡荣, 刘佳等. 关键设备全生命周期质量管控思路探讨 [J]. 科技创新与应用, 2025, 15 (13): 140-144.

[3] 王梓丞. 川藏铁路电务设备全生命周期运行质量智能诊断系统关键技术研究. 四川省, 四川高新轨道交通产业技术研究院, 2023-06-28.

[4] 王益贵, 金天亮, 钱奕专等. 浅析回转类动设备关键工序控制 [J]. 中国设备工程, 2023, (04): 87-89.

[5] 邱泽阳, 王雪, 张明敏等. 石化机械设备风险评价方法研究综述 [J]. 化工机械, 2022, 49 (01): 1-4.

[6] 廖建国. 仓储设备全生命周期智能管理的关键技术及平台开发 [J]. 铁路采购与物流, 2021, 16 (02): 55-57.

作者简介：尹国权（1977.08.15），男，甘肃临夏人，汉族，本科毕业，工程师，研究方向：从事化工设备管理及检维修方面的工作。