

焦化厂煤气鼓风机状态监测与预防性维护体系构建

喻小兵

五冶集团上海有限公司 上海 201999

摘要: 文章聚焦焦化厂煤气鼓风机状态监测与预防性维护体系构建。分析了煤气鼓风机常见故障模式、成因及状态监测关键参数,构建在线与离线监测技术体系,实现多源数据融合与特征提取。接着设计预防性维护体系,包括健康状态评估模型、维护策略优化及计划资源管理。通过工业应用案例验证,该体系能有效降低故障率、停机损失与维护成本,提升设备稳定性与可靠性,具有良好工业应用价值,并提出后续改进方向。

关键词: 焦化厂; 煤气鼓风机; 状态监测; 预防性维护体系设计

引言: 焦化厂煤气鼓风机作为关键设备,其稳定运行对生产至关重要。然而,长期复杂工况下,煤气鼓风机故障频发,传统监测维护方式存在局限,难以满足生产需求。在此背景下,构建科学有效的状态监测与预防性维护体系迫在眉睫。本文深入剖析煤气鼓风机故障机理与关键参数,构建监测技术体系,设计预防性维护体系,并通过工业应用案例验证其效果,为焦化厂煤气鼓风机的稳定运行提供有力保障。

1 煤气鼓风机故障机理与关键参数分析

1.1 常见故障模式与成因

煤气鼓风机在长期复杂工况下运行,常见故障模式主要包括轴承故障、叶轮故障、密封泄漏、振动超标及电机故障等,各类故障成因具有明显的关联性与复杂性。轴承故障是最频发的故障类型,主要因润滑不足、润滑油变质、轴承装配偏差、煤气介质中的杂质侵入等导致,表现为轴承磨损、滚珠破损、保持架变形,进而引发设备振动加剧、温度升高。叶轮故障多由煤气中粉尘、焦油的沉积结垢、介质腐蚀及叶轮疲劳磨损所致,结垢会导致叶轮失衡,腐蚀与磨损则会削弱叶轮强度,严重时引发叶轮开裂、断裂。密封泄漏主要源于密封件老化、磨损、安装不当,或煤气压力波动过大,导致煤气泄漏,不仅影响生产效率,还存在安全隐患^[1]。振动超标多由转子失衡、联轴器不对中、基础松动等引发,而电机故障则主要与绕组老化、过载运行、电压不稳相关,各类故障若未及时处理,会相互传导,最终导致设备停机,造成重大生产损失。

1.2 状态监测关键参数选择

煤气鼓风机状态监测关键参数的选择需结合设备结构、工作原理及常见故障模式,遵循针对性、敏感性、可测性原则,确保能够精准捕捉设备运行异常信号,为故障诊断提供可靠依据。振动参数是核心监测参数,主

要包括振动加速度、振动速度、振动位移,可有效反映轴承磨损、转子失衡、联轴器不对中等故障,通过监测不同部位、不同方向的振动信号,能定位故障发生位置与严重程度。温度参数主要监测轴承温度、电机绕组温度、机壳温度,温度异常升高是润滑失效、部件磨损、过载运行的直接体现,可提前预警轴承损坏、电机故障等隐患。压力与流量参数包括进口出口煤气压力、煤气流量,其波动情况可反映叶轮结垢、密封泄漏等问题,同时能体现设备运行负荷的稳定性。另外,润滑油参数与电流参数也需纳入监测范围,润滑油参数反映润滑系统状态,电流参数则能间接反映设备负载异常与电机故障,各类参数协同监测,可全面覆盖设备运行状态,提高故障诊断的准确性与及时性。

2 焦化厂煤气鼓风机状态监测技术体系构建

2.1 在线监测技术方案

焦化厂煤气鼓风机在线监测技术方案以实时监测、连续预警为核心目标,结合设备运行环境与监测需求,构建全方位、自动化的监测系统,实现设备运行状态的24小时不间断监测。系统主要由传感器模块、数据采集模块、数据传输模块、数据处理模块及预警模块构成。传感器模块根据监测参数类型,在轴承座、电机绕组、机壳进出口、润滑油管路等关键部位安装振动传感器、温度传感器、压力传感器、流量传感器及电流传感器,确保各类参数的精准采集。数据采集模块采用高精度采集器,将传感器捕捉的模拟信号转换为数字信号,同时进行滤波、放大处理,消除环境干扰对监测数据的影响^[2]。数据传输模块采用工业以太网与无线传输相结合的方式,将监测数据实时传输至数据处理中心,保障数据传输的稳定性与实时性。数据处理模块通过专业算法对数据进行分析处理,提取故障特征信号,与预设阈值进行对比,预警模块则在数据超出阈值时,通过声光报警、短信通知等方

式及时提醒工作人员，同时生成异常报告，为故障初步诊断提供数据支持，有效避免故障扩大化。

2.2 离线监测技术补充

离线监测技术作为在线监测技术的重要补充，主要针对在线监测系统难以覆盖的监测场景，或在线监测发现异常后进行的精准核查，实现对煤气鼓风机状态的全面监测，弥补在线监测的局限性。离线监测采用定期检测与不定期抽查相结合的方式，核心监测内容包括设备振动精密检测、润滑油理化分析、部件无损检测及基础沉降检测等。振动精密检测采用便携式振动分析仪，对在线监测中振动信号异常的部位进行精准检测，通过频谱分析、相位分析等方法，进一步定位故障类型与成因。润滑油理化分析定期采集润滑油样本，检测其粘度、水分、杂质含量、酸值等指标，评估润滑系统状态，判断是否需要更换润滑油或进行油路清洗。部件无损检测主要针对叶轮、转子、轴承等关键部件，采用超声波检测、磁粉检测等技术，检测部件内部与表面的裂纹、磨损等缺陷。基础沉降检测则通过水平仪、测振仪等设备，监测设备基础的沉降与水平度，防止基础松动引发设备振动超标，离线监测数据与在线监测数据相互补充，提升状态监测的全面性与准确性。

2.3 多源数据融合与特征提取

多源数据融合与特征提取是提升煤气鼓风机状态监测准确性、实现故障精准诊断的关键环节，其核心是将在线监测与离线监测获取的各类多维度数据进行整合分析，提取能够精准反映设备健康状态的故障特征信号，消除单一数据监测的局限性与干扰因素。多源数据融合采用分层融合策略，首先对单一类型监测数据进行预处理，通过滤波、去噪、归一化等算法，消除环境干扰、传感器误差等因素对数据的影响，提高数据可靠性；随后进行特征层融合，将振动、温度、压力、润滑油等不同类型数据的特征参数进行整合，构建多维度特征向量；最后通过决策层融合，结合专家经验与智能算法，对设备健康状态进行综合判断。特征提取则针对融合后的多源数据，采用时域分析、频域分析、小波分析等方法，提取振动峰值、温度均值、压力波动系数等关键特征参数，筛选出对故障敏感的特征指标，为后续设备健康状态评估与故障诊断提供核心依据。

3 预防性维护体系设计

3.1 设备健康状态评估模型

设备健康状态评估模型是预防性维护体系的核心，其核心目标是基于多源监测数据与故障特征参数，精准评估煤气鼓风机的健康状态，划分健康等级，为维护策略制定

提供科学依据。该模型采用“数据输入—特征分析—等级评估—结果输出”的架构，结合定量分析与定性分析相结合的方式构建。数据输入环节，纳入在线与离线监测的振动、温度、压力、润滑油、电流等多维度数据，以及设备历史故障数据、维护记录、运行负荷数据等^[3]。特征分析环节，基于前文提取的故障特征参数，通过权重分配算法，对不同特征参数的重要性进行量化赋值，其中振动、温度等核心故障敏感参数赋予较高权重，压力、流量等辅助参数赋予合理权重。等级评估环节，将设备健康状态划分为“健康、亚健康、轻度故障、重度故障”四个等级，设定各等级对应的特征参数阈值，通过模糊综合评价法、神经网络算法等，对设备健康状态进行定量评估，结合专家经验对评估结果进行修正。结果输出环节，生成设备健康状态评估报告，明确设备当前健康等级、潜在故障隐患、故障发展趋势，为后续维护工作提供精准指引。

3.2 维护策略优化

维护策略优化以设备健康状态评估结果为核心依据，打破传统“定期维护”的局限性，构建“状态导向型”预防性维护策略，实现维护工作的科学化、合理化，在保障设备稳定运行的同时，降低维护成本、减少停机损失。针对不同健康等级的设备，制定差异化的维护策略：对于健康状态的设备，采用常规巡检维护策略，定期检查传感器运行状态、润滑油液位等，做好维护记录，无需额外停机维护；对于亚健康状态的设备，采用重点监测与预防性维护相结合的策略，增加监测频次，针对性检查潜在故障部位，及时更换老化的易损件，调整润滑系统参数，防止故障进一步发展；对于轻度故障状态的设备，采用故障排查与针对性维护策略，停机检查故障部位，修复或更换损坏部件，完成维护后进行试运行监测，确保设备恢复正常；对于重度故障状态的设备，采用紧急停机维护策略，立即停止设备运行，组织专业技术人员排查故障根源，制定全面的维修方案，维修完成后进行全面检测，合格后方可重新投入运行。

3.3 维护计划与资源管理

维护计划与资源管理是预防性维护体系落地实施的保障，核心是结合设备健康状态评估结果与优化后的维护策略，制定科学合理的维护计划，合理调配人力、物力、财力等维护资源，确保维护工作有序、高效开展。维护计划制定采用“年度计划—季度计划—月度计划—周计划”的分层模式，年度计划明确全年维护工作目标、重点维护任务及资源总体配置；季度计划根据年度计划与设备运行状态，细化各季度维护任务、维护周期及责任人；

月度计划与周计划则结合设备实时健康状态,明确具体维护内容、维护时间、操作流程及验收标准,确保维护工作可落地、可追溯。资源管理主要包括人力、物资、资金三个方面:人力管理组建专业维护团队,明确团队成员职责,定期开展技术培训,提升维护人员的故障诊断与维修技能;物资管理建立易损件、润滑油、传感器等维护物资的库存管理制度,实时监控物资库存,提前采购储备关键物资,避免维护时出现物资短缺;资金管理合理编制维护资金预算,优先保障重点维护任务的资金投入,加强资金使用监管,提高资金使用效率,确保维护工作顺利推进,同时建立维护计划与资源管理的动态调整机制,根据设备运行状态变化与生产需求,及时优化调整,保障预防性维护体系的有效运行。

4 体系实施与案例验证

4.1 实施步骤与保障措施

煤气鼓风机状态监测与预防性维护体系实施遵循“分步推进、稳步落实”原则,分四个阶段推进并强化保障措施,以确保落地生效。前期准备阶段,完成设备调研、现有监测系统排查,梳理设备历史故障与维护记录;组建实施团队,明确成员职责,制定详细方案与时间节点。系统搭建阶段,安装调试在线监测传感器与数据采集系统,完善离线监测设备配置;构建多源数据融合与特征提取系统,建立健康状态评估模型,优化维护策略。试运行阶段,将体系应用于试点设备,实时监测运行状态,验证评估模型与维护策略合理性,收集数据并解决问题,逐步完善体系。全面推广阶段,总结试点经验,将体系推广至全厂煤气鼓风机,建立常态化机制。保障措施涵盖技术、制度、人力三方面,组建专业技术团队提供支持;制定完善管理制度规范流程;加强人员培训提升专业能力,保障体系有效运行。

4.2 工业应用案例分析

为验证煤气鼓风机状态监测与预防性维护体系的效用,选大型焦化厂3台设备开展12个月试点研究,对比应用前后情况。该厂原监测方式简单,仅常规巡检,故障频发,年均停机8次,单次损失约5万元,维护成本高。体系应用后,在线监测捕捉异常信号,离线监测精准核查,

多源数据融合与特征提取识别隐患,健康评估模型判断状态,优化维护策略^[4]。应用期间,3台设备仅1次轻度故障且及时处理,无停机损失;关键参数稳定,运行稳定性提升;维护成本降40%,年均减少约12万元。表明该体系能降低故障率、停机损失与维护成本,提升设备稳定性与可靠性,适用于焦化厂运行管理,有良好工业应用价值。

4.3 效果评估与改进方向

结合工业应用案例数据,从技术、经济、管理三维度评估煤气鼓风机状态监测与预防性维护体系,明确改进方向。技术上,故障诊断准确率超95%,预警提前量平均72小时,平均无故障运行时间延长60%,满足连续生产需求。经济上,维护成本降40%,停机损失近乎为零,年节约成本约17万元,提升生产效率。管理上,规范工作流程,实现科学精细管理,提升维护人员能力与效率,完善管理体系。后续改进方向为优化多源数据融合算法,提升故障特征提取精准度;完善健康评估模型,增强对复杂故障适应能力;拓展远程监测与智能诊断功能,提升体系智能化水平。

结束语

本文构建的焦化厂煤气鼓风机状态监测与预防性维护体系,经工业应用案例验证,在技术、经济、管理方面成效显著,有效提升了设备运行的稳定性与可靠性,降低了维护成本与停机损失。但体系仍有优化空间,后续将按照改进方向,不断提升多源数据融合、健康评估模型等方面的性能,拓展远程监测与智能诊断功能,使体系更加智能化,为焦化厂的高效生产提供更坚实的支撑。

参考文献

- [1]李昕.酒钢焦化厂化产煤气鼓风机仪控系统主备分离改造的实现[J].甘肃冶金,2022,44(1):89-90.
- [2]周晓东.焦化企业煤气鼓风机交叉切换技术研究[J].石化技术,2023,30(5):205-207.
- [3]王国稳,李海洋.焦化煤气鼓风机振动故障分析及处理[J].设备管理与维修,2024(12):71-73.
- [4]李轶明,侯现仓,祖印杰,等.浅谈1A煤气鼓风机检修时的间隙把控[J].中国设备工程,2023(12):176-178.