

热电厂汽机设备运行状态监测与故障诊断

孔垂鑫, 张建民

华能青岛热电有限公司, 山东 青岛 266409

摘 要 : 伴随着工业技术的迅猛进步, 汽机设备在复杂性和自动化水平上均实现了显著提升, 这同时也对设备运行状态的实时监测以及故障诊断工作提出了更为严苛的要求。实时监测技术凭借其能够即时捕捉设备异常的优势, 成为保障设备稳定运行的重要手段。而故障诊断技术则依托深入的数据分析与严谨的模型验证过程, 精确识别设备中存在的潜在问题, 为实施科学合理的设备维护策略提供了坚实的数据支撑。本文旨在探讨热电厂汽机设备运行状态监测与故障诊断的关键技术, 分析其在实际应用中的效果与挑战, 以期为提升设备运行效率、减少非计划停机时间、保障电力生产安全提供理论支持与实践指导, 推动行业可持续发展。

关 键 词 : 热电厂汽机设备; 运行状态监测; 故障诊断

Operation State Monitoring and Fault Diagnosis of Steam Turbine Equipment in Thermal Power Plant

Kong Chuixin, Zhang Jianmin

Huaneng Qingdao Thermal power Co., LTD. Qingdao, Shandong 266409

Abstract : With the rapid progress of industrial technology, the complexity and automation level of the steam turbine equipment have been significantly improved, which also puts forward more stringent requirements for the real-time monitoring of the running status and fault diagnosis of the equipment. Real-time monitoring technology has become an important means to ensure the stable operation of equipment by virtue of its advantages. The fault diagnosis technology relies on the in-depth data analysis and rigorous model verification process to accurately identify the potential problems existing in the equipment, and provides a solid data support for the implementation of scientific and reasonable equipment maintenance strategy. This paper aims to discuss the key technologies of operation condition monitoring and fault diagnosis of steam engine equipment in thermal power plants, analyze its effects and challenges in practical application, in order to provide theoretical support and practical guidance for improving the operation efficiency of equipment, reducing unplanned downtime, ensuring the safety of power production, and promote the sustainable development of the industry.

Keywords : steam engine equipment in thermal power plant; operation status monitoring; fault diagnosis

引言

随着能源需求的持续攀升, 热电厂作为电力系统中的关键能源供应单元, 其运行效率和可靠性对系统的整体稳定性和经济性产生了深远影响。汽机设备作为热电厂的核心构成部分, 其运行状态的实时监测与故障诊断技术的研究与应用, 对于确保热电厂的高效稳定运行具有至关重要的意义。

一、热电厂汽机设备运行状态监测与故障诊断的研究意义

表1 研究意义

类目	具体内容
提升设备运行可靠性与安全性	汽机设备是热电厂的核心设备，其运行状态直接关系到整个电厂的安全性和稳定性。
提高电厂运行效率与经济效益	汽机设备的运行效率直接影响热电厂的能源转换效率和经济效益。

（一）提升设备运行可靠性与安全性

汽机设备作为热电厂的核心组成部分，其运行状态直接关乎电厂的安全性及稳定性。对汽机设备运行参数的实时监测，结合先进的故障诊断技术，能够有效识别并预警潜在故障隐患，从而避免设备突发性故障引发的非计划停机事故，确保电厂运行的安全稳定^[1]。精准的故障诊断技术不仅能迅速定位故障点，还能大幅缩短维修时间，降低设备故障发生率，提升运行可靠性。

（二）提高电厂运行效率与经济效益

汽机设备的运行效率对热电厂的能源转换效率和经济效益起着决定性作用。利用状态监测与故障诊断技术，可以实时调整并优化设备运行参数，有效减少能源浪费，降低运行成本^[2]。精准的故障诊断能力使得问题能够迅速被定位，从而减少非计划停机时间，提高设备的利用率，进而提升电厂的整体运行效率。实施预防性维护策略，有助于延长设备的使用寿命，降低维护成本，进一步优化电厂的经济效益^[3]。

二、热电厂汽机设备运行状态监测方法

表2 监测方法

类目	具体内容
基于传感器技术的实时监测	通过在汽机设备的关键部位安装传感器（如温度传感器、压力传感器、振动传感器等），实时采集设备的运行数据。
数据分析的智能监测	利用大数据和机器学习技术，对历史运行数据进行分析，建立设备正常运行状态的模型。
图像识别的视觉监测	利用高清摄像头和图像处理技术，对汽机设备的外观和运行状态进行实时监控。

（一）传感器技术的实时监测

在汽机设备的关键部位安装多种传感器，是实现实时监测的重要技术手段。温度传感器被用于监控轴承、蒸汽管道等关键部位的温度变化情况，而压力传感器则负责实时测量蒸汽压力，确保其始终保持在安全范围内^[4]。同时，振动传感器能够敏感地捕捉到设备运行过程中的异常振动信号，为后续的故障诊断提供有力依据。这些传感器将采集到的数据传输至中央控制系统，系统运用算法对数据进行处理，并与预设的阈值进行对比，从而及时发现潜在的异常状况并触发报警^[5]。

（二）基于数据分析的智能监测

基于数据分析的智能监测技术，通过收集汽机设备的历史运行数据，并结合机器学习算法，构建出设备正常运行状态的模

型。实时采集的数据与该模型进行对比分析，能够有效识别设备的异常行为，并预测潜在的故障发生^[6]。此技术运用大数据技术，对海量数据进行深度挖掘和分析，提取出关键特征，从而实现了对设备状态的精准评估。通过建立预测模型，系统能够在故障实际发生之前发出预警，为实施预防性维护策略提供科学依据^[7]。智能监测技术的应用，不仅提高了故障诊断的准确性，还优化了设备的维护计划，有效减少了非计划停机时间，提升了热电厂的整体运行效率和可靠性^[8]。

（三）基于图像识别的视觉监测

基于图像识别的视觉监测技术，利用高清摄像头捕捉汽机设备的外观及运行状态，并结合图像处理技术进行实时监控。该技术通过采集设备表面的图像数据，运用计算机视觉算法自动检测裂纹、泄漏、部件松动等可见故障。同时，它还能监测设备运行中出现的异常现象，如蒸汽泄漏或叶片变形，为故障分析提供直观的视觉信息^[9]。图像识别技术以其非接触式监测的特点，特别适用于复杂环境下的故障检测，有效补充了传统监测手段的不足。

三、热电厂汽机设备运行状态故障诊断中的注意事项

表3 注意事项

类目	具体内容
数据采集的准确性与完整性	数据采集的准确性与完整性是汽机设备故障诊断的基础。
故障诊断模型的科学性与适用性	故障诊断模型的科学性与适用性直接影响诊断结果的可靠性。
诊断结果的综合分析与验证	诊断结果的综合分析与验证是确保故障判断准确性的关键环节。

（一）数据采集的准确性与完整性

定期对传感器进行校准，以确保温度、压力、振动等关键参数的测量精度，防止因数据误差而引发误判^[10]。数据采集范围应全面覆盖设备运行的所有关键部位，确保所收集的数据能够全面反映设备的实际状态。采样频率需根据设备的特性进行合理设置，以便准确捕捉瞬态异常和细微变化。在数据存储与传输过程中，应采取有效的抗干扰措施，确保数据的完整性和可靠性。高质量的数据为后续的分析 and 诊断提供了坚实的基础，有效提升了故障识别的准确性，同时也增强了设备运行的安全性^[11]。

（二）故障诊断模型的科学性与适用性

故障诊断模型的科学性与适用性对诊断结果的可靠性至关重要。构建模型时，需依托高质量的历史数据，利用机器学习算法提取设备在正常运行状态下的特征，建立精确的参考模型。在模型验证环节，应模拟多种工况条件，以确保模型在不同运行环境下的适用性^[13]。随着设备的老化或工况的变化，模型需定期进行更新，以维持其诊断的准确性。在模型训练过程中，需有效避免数据噪声和偏差的影响，确保模型的鲁棒性。一个科学合理构建的诊断模型，能够准确识别设备的异常行为，预测潜在故障，为设备维护提供可靠的依据，进而提升热电厂运行的安全性与效率^[12]。

（三）诊断结果的综合分析与验证

诊断结果的综合分析与验证是保障故障判断准确性的核心环节。在这一过程中，需整合传感器数据、图像识别信息及历史运行记录，对异常现象进行多维度、全方位的交叉验证，以避免单一数据源可能导致的误判^[14]。同时，结合设备的运行环境和工况特点，深入分析故障的可能原因，并有效排除干扰因素。现场检查与测试作为验证手段，进一步确认诊断结果的可靠性。在综合分析验证过程中，注重数据的关联性，将温度、压力、振动等参数的变化趋势与设备的运行状态紧密结合，以识别潜在的故障模式^[15]。利用大数据分析技术，对海量数据进行深度挖掘，提取

关键特征，增强诊断的科学性和准确性。

四、结束语

总之，汽机设备运行状态监测与故障诊断技术，是热电厂迈向智能化、高效化运行的关键途径。该技术集成了先进的传感器技术、高效的数据处理算法以及智能诊断系统，能够显著提升汽机设备的运行可靠性，并优化维护效率，确保热电厂的稳定高效运营。

参考文献

- [1] 武家晨. 西安户县热电厂工业遗产保护利用研究 [D]. 西安建筑科技大学, 2024.
- [2] 崔国中, 梁海娟. 热电厂机组 DCS 升级改造研究 [J]. 电子质量, 2022, (11): 79-83.
- [3] 张晓东, 丁贤虎. 热电厂新增纯凝汽机组的技术经济分析 [J]. 节能, 2018, 37(01): 63-64.
- [4] 陈厚钗. 热电厂汽机热力性能测试分析及性能评价 [J]. 低碳世界, 2016, (20): 41-42.
- [5] 彭大维. 热电厂汽机部分顺序控制系统探析 [J]. 科技创新与应用, 2015, (26): 140.
- [6] 王睿. 火力发电厂设备运行中的故障及解决措施 [J]. 造纸装备及材料, 2023(07): 72-74.
- [7] 刘红军. 火力发电厂机组调峰服务当天启停运行方式优化 [J]. 仪器仪表用户, 2023(08): 84-87.
- [8] 马子程. 发电厂中的汽机辅机运行优化分析 [J]. 集成电路应用, 2023(01): 222-223.
- [9] 肖从付. 火力发电厂汽机常见问题及应对策略 [J]. 光源与照明, 2021(07): 77-78.
- [10] 迟鹏; 蒙磊; 李思博. 火力发电厂汽机设备运行中的常见问题及技术研究 [J]. 通信电源技术, 2020(02): 244-245.
- [11] 李杰. 关于优化火力发电厂汽机辅机运行的一些分析 [J]. 科技创新导报, 2018(23): 94-95.
- [12] 张耀. 论火力发电厂汽机辅机经济运行优化策略 [J]. 智库时代, 2019(38): 24+26.
- [13] 胡为杰. 火力发电厂汽机辅机经济运行优化策略探讨 [J]. 低碳世界, 2018(12): 71-72.
- [14] 陈建勋. 基于物联网技术的火力发电厂汽机远程监控与管理研究 [J]. 电气技术与经济, 2024(06): 280-282.
- [15] 黎明辉. 火力发电厂中汽机辅机的优化运行 [J]. 中国战略新兴产业, 2018(32): 219.