

基于大数据的船舶轮机状态监测与故障诊断

0 引言

轮机是船舶的核心动力系统，负责维持船舶的安全稳定运行。随着科学技术的发展，船舶轮机的结构更加复杂，设备类型更加多样，对轮机系统维护也提出了更高要求。传统船舶轮机的状态监测与故障诊断方法在实际应用中面临诸多挑战，存在监测参数覆盖不足、诊断精准度有限等问题，难以实现设备运行的实时有效监控。依托大数据构建的智能检测系统，可通过多源数据采集、处理与智能分析实现轮机系统的实时监测、故障预警和精准诊断，成为现代船舶轮机运维智能化转型的核心发展方向。

1 船舶轮机系统及其检测诊断

作为船舶的动力来源，轮机故障或失效可能直接导致动力中断、操纵失控，甚至使船舶在恶劣海况、复杂航道中丧失航行能力，对船员生命和船舶财产构成严重威胁，因此保障轮机系统安全是船舶运营管理的首要任务。在海上贸易中，轮机系统的运行效率直接决定船舶的燃油消耗和运营成本，高效的设备运行和科学的管理不仅能降低能源损耗、提升运输效益，还能通过节能减排减少运营支出，与航运业降本增效的发展需求相契合。随着全球贸易的持续扩张，船舶航程延长、运营强度增加，轮机系统的可靠性直接影响运输任务的按时完成，通过智能化管理与预测性维护延长设备寿命、减少故障停机时间，是提升船舶可用性、保障航运可持续发展的关键。

船舶轮机的日常维护保养是保障船舶航行安全的核心环节，一套科学且高效的检测诊断体系，既能为船舶的平稳运营筑牢安全屏障，也能为航运企业的可持续发展提供有力支撑。但传统轮机维保模式存在诸多短板，维保周期采取固化设定，故障诊断环节高度依赖运维人员的实践经验，维修资源调配缺乏系统性规划，严重制约轮机维保工作的整体效率与品质，还会对船舶的航行安全性及持续通航能力构成潜在威胁。

大数据技术在船舶轮机的状态监测与故障诊断工作中展现出广阔的应用前景。在船舶轮机运维体系中，大数据的采集和存储是保障整个系统高效运转的基础，通过对轮机设备运行过程中各类性能参数进行全面监测和深度解析，能够提前识别设备隐藏的故障隐患，有效避免因设备突发停机导致的运营中断问题。这一方式不仅能延长轮机设备的使用寿命，还能减少不必要的维修开支，推动船舶轮机维护模式从传统的事后维修向智能化的预测性维护转型。

2 基于大数据技术的船舶轮机状态监测与故障诊断

2.1 船舶轮机数据采集及处理

科学的传感器部署、参数设定及传输处理，为后续分析诊断提供了可靠数据支撑。传感器选型和布设阶段，应结合轮机系统的结构特性、实际运行工况及常见故障模式，实现对设备关键运行部位的全方位监测覆盖。数据传输架构采用

分布式设计方案，通过光纤传输、无线通信或有线传输等多元方式，将各传感器采集的信息汇总，再统一上传至中央处理单元，以削弱电磁干扰对监测信号的影响。而依托小波变换、自适应噪声抑制等滤波技术，滤除监测信号中的无效噪声，完成数据的初步特征提炼，进而提升原始监测数据的清晰度与可利用价值。

2.2 船舶轮机状态监测与分析

轮机状态的动态监测，旨在通过大数据平台实时采集并深度分析轮机设备的各类运行参数，精准识别设备异常运行状态，为运维决策提供科学可靠的依据。这一过程需要依托部署在轮机关键部位的传感器持续捕获核心运行参数，全面覆盖设备运行核心环节。

在船舶轮机状态监测领域，数据分析方法的选择必须紧密契合轮机系统的运行特性和实际监测需求。统计分析方法可用于揭示各参数的分布规律以及内在关联；支持向量机在识别轮机设备运行状态方面具有良好效果；卷积神经网络擅长从振动信号等时序数据中挖掘深层特征，循环神经网络则能够有效捕捉参数之间的时间依赖关系。在工程实践中，通常需要融合多种算法构建混合模型，以适应轮机复杂的工作环境。

基于实时分析结果和轮机运行机理，可为各监测参数设置不同的预警限值。当监测数据超越安全阈值时，系统将自动激活声光报警，并借助短信、邮件等途径向责任人员发送警示信息，以确保后续检修措施得以快速执行。

2.3 船舶轮机故障特征提取及模型训练

依托大数据的信号处理技术，能够显著提高船舶轮机故障特征提取的效率和精度。时域分析能够直观反映监测信号的均值、波动幅度与极值，初步了解信号的特征；频域分析可清晰呈现信号的频率分布与占比，助力工作人员判断设备是否存在故障；时频分析能同时捕捉时间与频率维度的动态变化规律，适用于渐变故障的早期诊断。

故障诊断模型的训练过程中，数据集筛选须具备代表性，覆盖轮机各类典型故障模式与正常运行状态，确保数据样本能够真实反映设备运行特征，为模型训练提供充足且有效的数据支撑。同样，训练方法的选取需与数据特性、模型类型高度适配，针对不同的故障特征数据类型，选用对应的监督学习或半监督学习等训练策略。

3 结束语

大数据在船舶轮机状态监测与故障诊断中的创新应用，不仅为船舶安全航行筑牢技术保障，更能精准预判潜在故障、提前规避运行风险，从源头提升轮机系统的运行可靠性与运维智能化水平。未来，需持续推进技术创新突破，不断优化算法模型，提升数据处理的效率与精度，从而为航运业的安全、高效发展筑牢技术根基。

刘益辰，杨毅

(河南牧业经济学院，郑州 450044)