

船舶轮机管理和养护的有效措施分析

武良举

马士基（中国）有限公司上海分公司 上海 200001

摘要：船舶轮机作为船舶动力系统的核心，其管理与养护水平会直接影响船舶安全性。船舶运行环境较为复杂，在实际运转过程中，轮机正常运行是一项基础性工作。针对于船舶轮机管理与养护工作来讲，有效开展这项工作可以提高船舶设备运行效率，进而为相关企业带来更多经济效益。基于此，本文主要分析船舶轮机管理和养护的有效措施，希望可以提升航运企业综合竞争力。

关键词：船舶轮机；轮机管理；设备养护；预防性维护

DOI: 10.63887/ssrp.2025.1.4.18

引言

船舶轮机承担着动力输出、能源转换以及航运可控制等功能，但需要注意的是，在海上事故中，由轮机设备引发的故障较多，不合理的维护策略会使船舶全生命周期运营成本增加。在全球航运向智能化、绿色化转型的背景下，以往传统经验型轮机管理模式难以满足现代船舶对高效运维、低碳排放的需求。这就需要细致分析如何通过科学管理方法提升轮机设备运维效率，这对于促进航运企业实现可持续发展有一定帮助。

1 船舶轮机管理养护的重要性

在现代航运中，船舶轮机（如图 1 所示）作为船舶的动力系统与设备的集合体，是确保船舶安全稳定运行的关键支柱。从船舶航运时驱动螺旋桨推进，到为全船供电、维持各类设备正常运行，轮机系统可靠性与否关乎船舶在复杂海况下的航运安全。随着自动化技术的不断革新，船舶轮机自动化研究取得了明显进展，但在智能化、低碳化时代背景下，依然面临诸多挑战，如系统集成复杂性、新型能源适配等。科学规范的船舶轮机养护管理工作对航运业可持续发展有重要意义^[1]。其一，船舶轮机管理养护有利于保障航行安全。船舶环境复杂多变，轮机系统会长期在高负荷、高温、高湿条件下运行，设备磨损、部件老化等问题难以避免。而建立系统化轮机养护管理机制，就可以使轮机管理人员通过日常巡检、状态监测、故障诊断

等方式及时发现设备运行中的潜在隐患。如以柴油机定期保养为例，对燃油喷射系统、活塞组件等关键部位进行细致维护，就可以防止因机械故障引发动力中断，避免船舶在航行途中因失去动力而面临风险；其二，船舶轮机管理养护有利于企业实现降本增效。针对于船舶运营成本构成来讲，包含设备购置、技术升级、燃油消耗、船员培训以及故障维修等多方面，其中设备故障维修成本不仅关系到零部件更换和人工费用，还会因船舶停航检修延误运输计划，这样会产生间接经济损失。通过科学的轮机管理养护，有助于降低设备故障发生率，如定期对轮机设备进行润滑、清洁及性能优化，以延长设备使用年限，并减少故障发生率。在这一基础上，还可以借助先进轮机状态监测系统对设备进行预测性维护，将事后维修转变为预防性维修，这样有利于降低维修成本。

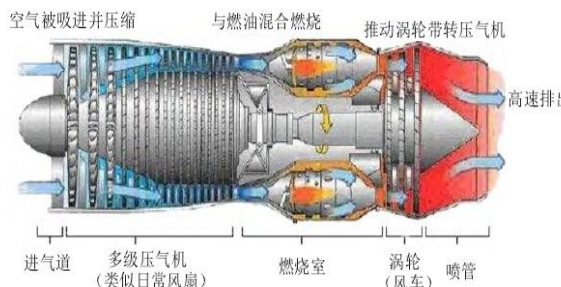


图 1 船舶轮机示意图

2 船舶轮机管理与养护中容易出现的问题

2.1 缺少全面的故障诊断和监测体系

船舶轮机系统主要是由发动机、润滑系统、冷却系统、传动装置等多个子系统构成，每一个子系统中又包含数百个元件，这些元件在高转速、强腐蚀的海洋环境中持续运行就会增加潜在故障风险^[2-3]。但需要注意的是，以往传统船舶轮机管理模式过度依赖人工巡检和经验判断，这样会形成管理短板。轮机管理人员每天只能通过听声辨位、触测温度等方面进行检查，一些隐蔽性较强的故障难以及时察觉，如油路堵塞、电路虚接等问题。这种粗放式的检测方式会使故障诊断存在滞后性^[4]。一旦发生故障，轮机团队就需要长时间解决，不仅分段拆解，还要逐项排查定位，这样就会延误船舶航期，甚至导致故障难以及时处理出现次生故障。

2.2 养护计划不合理或未及时执行

船舶轮机设备养护工作任务较多，即定期维护、润滑管理、清洁保养以及性能校准等，需要遵循设备厂商技术标准实施。在实际运营中，养护计划执行常因多种因素受阻，一方面，全球航运市场竞争十分激烈，部分船东为压缩运营成本、提高周转效率，就频繁调整航线、压缩靠港时间，使原本制定的设备保养计划被迫推迟，这样极易造成齿轮箱过度磨损，长时间则会增加维修成本；另一方面，养护计划制定缺少动态调整机制，部分船企依然沿用多年未更新的标准化养护方案，没有结合船舶实际使用年限、航行区域环境（如高温海域、高盐海域）、负载工况等因素进行个性化调整，如长期在热带海域航行的传播，如果未加强冷却系统清洁频率，很容易因海水腐蚀与生物

附着导致冷却效率下降，这样就容易引发发动机过热故障^[5]。同时，养护流程执行不到位问题也较为突出，部分船员存在“重使用、轻维护”的观念，对养护工作敷衍了事，使定期保养形式化严重，进而会加剧设备损耗风险。

2.3 人员培训和技术水平不足

针对于船舶轮机管理养护工作来讲，其对技术人员专业素养提出了较高要求，不仅要求技术人员掌握机械工程、电气工程、自动化控制以及船舶动力学等多学科知识，还要具备复杂故障应急处理能力。但当前航运业面临严重的人才短缺困境，主要因素之一则是船舶工作环境封闭、作业强度大，这使得年轻人入行意愿不断降低，院校相关专业招生人数也逐年下降。另外，企业为节省成本，对船员培训投入存在不足。这种人才断层现象会影响船舶轮机管理质量，并给船舶安全运营埋下较大隐患。

3. 探讨船舶轮机管理和养护的有效措施

3.1 构建系统化轮机管理体系

完善管理制度是船舶轮机管理的基础，国际海事组织（IMO）《国际安全管理规则》（ISM Code）明确要求航运企业建立覆盖全流程的管理体系^[6]。在实践中，要制定包含设备操作规程、巡检制度、维护保养计划、应急预案等在内的管理文件，形成标准化作业流程（SOP）。例如，某远洋运输公司制定的《轮机设备维护保养手册》，将主机、辅机等关键设备的养护要求细化到操作步骤、工具清单、质量标准及责任人员，确保每项工作有章可循（见表1）。

表1 船舶轮机关键设备养护周期表

设备类型	日常巡检项目	月度养护重点	年度全面维护内容
主柴油机	转速波动、润滑油温、振动频谱分析	燃油滤清器更换、喷油器校准	活塞环磨损检测、气缸套探伤
辅锅炉	水位控制、燃烧效率监测、安全阀状态	燃烧器积碳清理、烟道除尘	安全阀校验、炉管壁厚测量
轴系及螺旋桨	轴承温度场、轴系对中偏差、密封压力	密封装置润滑、防蚀锌块检查	轴系扭矩测试、螺旋桨空蚀修复
液压系统	油位/油温/压力监测、泄漏检测	液压油理化性能检测、滤芯更换	液压缸密封件更换、系统压力校准

3.2 强化轮机养护技术措施

3.2.1.关键设备精细化养护方法

3.2.1.1 润滑管理的精准化

润滑是设备延寿的核心要素，需根据部件工况选择适配油品，高温高压环境采用全合成酯类油，低速重载齿轮箱使用极压型工业齿轮油。建立“一设备一档案”的管理模式，详细记录油品更换时间、检测数据及异常情况^[7]。

3.2.1.2 清洁与防腐的常态化

针对高盐雾环境，可以采用复合防腐技术，在轴系表面喷涂纳米陶瓷涂层，同时配合外加电流阴极保护（ICCP）系统，使腐蚀速率得到降低。对于锅炉受热面来讲，可使用干冰清洗技术，其与化学清洗效率

相比有明显优势，且无残留污染。

3.2.2 故障诊断技术应用

3.2.2.1 振动分析法

基于傅里叶变换的频谱分析可精准定位故障源，例如，某轮主机齿轮箱出现异常振动，通过分析振动频谱发现 108Hz（齿轮啮合频率）的 3 倍频分量异常增大，结合齿轮模态分析锁定齿面剥落故障，维修后振动值下降 80%。

3.2.2.2 油液分析法

利用直读式铁谱仪和光谱仪检测润滑油中金属元素含量，某轮主机油样检测显示 Fe 含量从 50ppm 升至 120ppm，Cu 含量从 20ppm 升至 60ppm，通过铁谱图像分析确定轴承和轴瓦同时存在异常磨损，及时维修避免了重大事故（见表 2）。

表 2 某轮主机润滑油金属元素含量检测结果（ppm）

检测项目	正常阈值	预警值	实测值（故障前）	实测值（故障后）	故障定位
铁（Fe）	≤50	70	85	120	主轴承异常磨损
铜（Cu）	≤20	30	35	60	轴瓦合金层剥落
铝（Al）	≤10	15	12	25	活塞磨损加剧

3.3 提升轮机管理团队专业能力

建立“基础-进阶-专家”三级培训体系，基础技能培训可依托模拟器开展实操训练，设置主机启动失败、锅炉爆管等典型故障场景。然后通过 VR 技术模拟真实维修环境，以提高员工技能达标率；进阶技术培训可与主机厂商合作，如开展双燃料发动机、智能船舶系统专项培训，年均培训课时要达到 80 小时/人^[8]；应急能力培训即每季度组织多船联动应急演练，模拟机舱火灾、溢油等突发事件，通过实战演练缩短应急响应时间。

3.4 创新手段赋能轮机管理与养护

在船舶管理养护领域中，人机一体化管理模式是提升管理的效率的关键路径，随着船舶设备复杂度的不断提高，需要推进人机协同管理模式，这既是行业发展趋势，也是确保船舶安全运行的必然选择。人机一体化管理落地实施，应融合全面质量管理理念，通过构建跨部门协同团队机制，如建立定期的技术研讨会与联合巡检制度，使不同岗位人员知识共享与技能

互补。同时引入层次分析法等科学管理工具，对设备运行数据、人员操作记录等信息进行量化分析，形成从决策层到执行层的高效管理架构。这种系统化管理模式能够将轮机管理的复杂流程拆解为可量化、可追溯的具体环节，有利于提升管理精准度^[9]。在具体管理实践中，还需要将“预防为主”的理念贯穿始终，可借助 PDCA 循环管理法，构建“计划-执行-检查-改进”的闭环管理体系，即制定详细设备维护计划，确保日常巡检、定期保养等工作落实；通过智能监测系统实时采集设备运行数据，及时发现异常波动；定期对管理流程与维护效果进行复盘分析，针对暴露问题提出优化管理方案。这种动态优化机制，不仅能够有效提升轮机管理的预见性，还可以实现设备全生命周期的高效管控。

结束语

结合全文，船舶轮机管理与养护应通过制度创新、技术升级以及人才培养等方式实现系统性优化，同时紧跟时代发展脚步，船舶轮机工作人员要学习吸收新

知识、新理念，加强对船舶轮机管理与养护的重视度，理应朝着零碳运维、自主决策方向发展，以此为全球
以此确保这一管理工作更加科学合理。在未来发展中，航运业可持续发展提供帮助。
随着氢燃料、氨燃料等新能源技术应用，船舶轮机管

参考文献

- [1]杨永建. GIS 技术在船舶轮机设备安全管理中的应用[J]. 珠江水运, 2024, (22): 136-138.
- [2]杨永建. 基于 AI 的船舶轮机“人——机”一体化管理系统[J]. 珠江水运, 2024, (21): 123-125.
- [3]张华威. 船舶轮机设备安装及调试中的问题及措施[J]. 船舶物资与市场, 2024, 32(10): 93-95.
- [4]陈义兴. 基于自动化和数字化的船舶轮机技术管理转型研究与分析[J]. 模具制造, 2024, 24(06): 172-174.
- [5]李铭林. 船舶轮机管理和养护策略分析[J]. 船舶物资与市场, 2024, 32(05): 105-107.
- [6]姜泽勤. 探究船舶轮机管理与养护对船舶安全的影响[J]. 水上安全, 2024, (04): 7-9.
- [7]冯书丽. 基于智能传感技术的船舶轮机管系建造的监督管理系统[J]. 舰船科学技术, 2023, 45(22): 218-221.
- [8]沙丙强. 船舶轮机管系及其建造阶段的监督管理策略[J]. 船舶物资与市场, 2023, 31(09): 52-54.
- [9]王璐, 张弛. 轮机管理及船舶安全试航策略分析[J]. 船舶物资与市场, 2022, 30(03): 31-33.

作者简介：武良举，1974-02-06，男，汉，山东省阳谷县，本科，船舶风评风控师，研究方向或从事工作：船舶管理。