

# 舰船装备维修保障系统设计研究

臧先峰 闫昭学 赵 成

中国人民解放军 91697 部队 山东 青岛 266500

**摘要:** 随着舰船装备复杂度攀升,其维修保障系统设计愈发关键。本文围绕舰船装备维修保障系统展开设计研究。首先明确系统设计需遵循可靠性、实时性、智能化与信息化原则,以此为指引构建系统架构,涵盖总体架构以及数据采集、处理、决策支持和执行等各层设计。同时,深入探讨了智能故障诊断、远程监控与维修、虚拟现实与仿真、大数据与人工智能等关键技术。最后,对系统未来一体化、智能化、信息化的发展趋势进行分析。旨在为提升舰船装备维修保障水平提供理论支撑与实用方案,保障舰船装备的稳定运行。

**关键词:** 舰船装备; 维修保障系统; 系统设计; 关键技术; 发展趋势

引言: 在海洋战略地位日益凸显的当下,舰船装备作为国家海上力量的核心载体,其作战效能与可靠性至关重要。而高效的维修保障系统是确保舰船装备持续发挥效能的关键因素。传统维修保障模式在应对复杂多变的海洋环境和先进舰船装备时,逐渐暴露出响应速度慢、保障效率低等问题。因此,开展舰船装备维修保障系统设计研究迫在眉睫。通过科学合理的设计,提升系统性能,以适应现代海军建设与发展的需求,增强我国海上作战与防御能力。

## 1 舰船装备维修保障系统设计原则

### 1.1 可靠性原则

可靠性原则是舰船装备维修保障系统设计的基石。舰船长期处于复杂恶劣的海洋环境,面临高盐雾、强腐蚀、高湿度等挑战,且执行任务时对装备稳定性要求极高。维修保障系统必须具备高可靠性,确保在各种工况下都能稳定运行。从硬件层面,要选用质量可靠、抗干扰能力强的设备与元件;软件方面,需进行严格测试,减少故障隐患。同时,系统要具备冗余设计,当部分组件出现故障时,能迅速切换至备用模块,保障维修保障工作不中断,为舰船装备可靠运行提供坚实支撑。

### 1.2 实时性原则

实时性原则对于舰船装备维修保障系统至关重要。舰船在执行任务过程中,装备状态随时可能发生变化,若不能及时获取并处理这些信息,小故障可能迅速演变成大灾难。系统需实时采集装备运行数据,如温度、压力、振动等参数,并快速传输至处理中心。数据处理层要在短时间内分析数据,判断装备健康状况,及时发出预警。决策支持层根据分析结果迅速制定维修方案,执行层快速响应实施维修。

### 1.3 智能化原则

智能化原则是舰船装备维修保障系统适应现代战争和科技发展的必然选择。随着舰船装备日益复杂,传统维修保障方式难以满足需求。智能化系统可借助智能算法和先进技术,实现故障自动诊断、维修方案智能生成等功能。智能故障诊断技术能通过分析装备运行数据,精准定位故障部位和原因,提高诊断效率和准确性。

### 1.4 信息化原则

信息化原则贯穿舰船装备维修保障系统设计的全过程。信息化是实现维修保障高效协同、精准决策的基础。通过构建信息化平台,实现装备信息、维修资源信息、人员信息等的集成与共享。数据采集层将装备运行数据实时传输至信息化平台,为后续处理和分析提供数据基础。数据处理层利用信息技术对海量数据进行挖掘和分析,提取有价值的信息<sup>[1]</sup>。

## 2 舰船装备维修保障系统架构设计

### 2.1 系统总体架构

舰船装备维修保障系统总体架构是一个多层次、协同运作的有机整体。它以实现高效、精准的维修保障为目标,涵盖数据采集、处理、决策支持和执行等多个关键环节。从纵向看,分为数据采集层、数据处理层、决策支持层和执行层,各层职责明确又相互关联。数据采集层负责实时获取装备运行数据;数据处理层对采集的数据进行清洗、分析和挖掘;决策支持层依据处理后的数据生成维修决策;执行层则落实具体维修任务。从横向看,系统还与舰船其他系统以及外部维修资源网络进行信息交互,实现资源共享与协同保障。这种架构设计充分考虑了舰船装备维修保障的复杂性和多样性,能够适应不同类型装备、不同任务场景下的维修需求,确保系统具备高可靠性、高实时性和高智能化水平,为舰船装备的稳定运行提供坚实保障。

## 2.2 数据采集层设计

数据采集层是舰船装备维修保障系统的基础,其设计关乎整个系统数据的质量和有效性。该层通过多种类型的传感器,如温度传感器、压力传感器、振动传感器等,实时、精准地采集舰船装备运行过程中的各类物理参数。同时,利用数据接口技术,采集装备控制系统中的状态信息、操作记录等数据。为确保数据的完整性和准确性,采用分布式采集架构,在装备的关键部位和关键系统布置多个采集节点,实现数据的多源采集。并且,配备数据缓存和预处理模块,对采集到的原始数据进行初步筛选和简单处理,去除明显错误数据和噪声干扰。此外,数据采集层还具备数据传输功能,通过有线或无线通信方式,将采集到的数据快速、稳定地传输至数据处理层,为后续的分析 and 决策提供可靠的数据支持。

## 2.3 数据处理层设计

数据处理层在舰船装备维修保障系统中起着承上启下的关键作用。它接收来自数据采集层的海量原始数据,首先进行数据清洗,去除重复、错误和不完整的数据,提高数据质量。然后运用数据挖掘、机器学习等先进算法,对清洗后的数据进行深度分析,提取与装备健康状态相关的特征信息,如故障特征模式、性能衰退趋势等。通过建立数据模型,对装备的运行状态进行评估和预测,判断装备是否出现故障或潜在故障隐患。同时,数据处理层还具备数据存储和管理功能,采用分布式数据库和大数据存储技术,对海量数据进行高效存储和快速检索,方便后续的数据查询和分析。此外,该层还能将处理后的数据以直观的图表、报告等形式呈现给决策支持层,为维修决策提供科学依据。

## 2.4 决策支持层设计

决策支持层是舰船装备维修保障系统的“智慧大脑”,其设计旨在为维修决策提供科学、合理的方案。该层接收数据处理层传递的装备状态信息和评估结果,结合装备的历史维修数据、维修经验知识库以及相关的技术规范 and 标准,运用智能决策算法,如专家系统、决策树等,对装备的维修需求进行综合分析和判断。根据分析结果,生成多种可行的维修方案,并对每个方案进行评估和优化,考虑维修时间、成本、资源需求等因素,选择最优的维修方案。同时,决策支持层还具备动态调整能力,在维修过程中根据装备状态的实时变化,及时调整维修方案,确保维修工作的有效性和高效性<sup>[2]</sup>。

## 2.5 执行层设计

执行层是舰船装备维修保障系统的最终落实环节,负责将决策支持层生成的维修方案转化为实际的维修行

动。该层由维修人员、维修设备和维修工具等组成。维修人员是执行层的核心,他们具备专业的维修技能和丰富的实践经验,能够按照维修方案的要求,准确、熟练地开展维修工作。维修设备包括各种维修检测仪器、维修加工设备等,为维修工作提供必要的硬件支持。维修工具则涵盖了各类常用工具和专用工具,满足不同维修任务的需求。为提高执行层的效率和协同性,采用信息化管理手段,通过维修任务管理系统对维修任务进行分配、调度和监控,实时掌握维修进度和维修质量。同时,建立维修反馈机制,维修人员及时将维修过程中遇到的问题和维修结果反馈给决策支持层,以便对维修方案进行优化和改进。

## 3 舰船装备维修保障系统关键技术

### 3.1 智能故障诊断技术

智能故障诊断技术是舰船装备维修保障的核心支撑。它借助多种传感器,全方位采集舰船装备运行时的振动、温度、压力等数据。运用先进的信号处理算法,如小波变换、傅里叶变换等,对原始数据进行去噪、特征提取,挖掘数据中隐藏的故障特征信息。接着,利用机器学习算法,像支持向量机、神经网络等构建故障诊断模型。这些模型经过大量历史数据训练,能自动识别装备的正常与异常状态,精准定位故障部位并判断故障类型。与传统诊断方法相比,智能故障诊断技术具有更高的准确性和实时性,可提前发现潜在故障,为维修决策提供可靠依据,有效减少装备故障对舰船任务执行的影响,提升舰船装备的可靠性和可用性。

### 3.2 远程监控与维修技术

远程监控与维修技术为舰船装备维修保障带来极大便利。通过卫星通信、5G等先进通信技术,搭建起稳定的远程通信链路,实现对舰船装备的实时远程监控。监控中心能实时获取装备的运行参数、状态信息等,及时发现异常情况。当装备出现故障时,维修专家无需亲临现场,借助远程视频通信、数据共享等手段,对故障进行远程诊断和分析。同时,利用远程操控技术,可对部分可远程操作的装备部件进行调试和维修,还能指导现场维修人员开展工作。该技术打破了地域限制,提高了维修响应速度,尤其适用于远海作业的舰船,保障装备持续稳定运行。

### 3.3 虚拟现实与仿真技术

虚拟现实与仿真技术在舰船装备维修保障中发挥着独特作用。虚拟现实技术创建逼真的三维虚拟环境,让维修人员身临其境地了解舰船装备的结构和运行原理。维修人员可在虚拟环境中进行维修操作训练,熟悉装备

的拆卸、安装流程,提高操作熟练度和技能水平,减少实际操作中的失误。仿真技术则能对舰船装备的运行过程进行模拟,预测装备在不同工况下的性能表现和故障发生概率。通过建立装备仿真模型,开展虚拟实验和测试,提前发现装备设计缺陷和潜在问题,为装备优化改进提供依据。

### 3.4 大数据与人工智能技术

大数据与人工智能技术推动舰船装备维修保障向智能化迈进。大数据技术能够高效收集、存储和管理舰船装备运行产生的海量数据,包括装备基本信息、运行参数、维修记录等。通过数据挖掘和分析,发现数据背后的规律和潜在信息,为装备健康管理和维修决策提供支持。人工智能技术赋予系统智能分析和决策能力,利用机器学习算法自动学习装备运行模式和故障特征,实现故障智能预测和预警。深度学习算法可对复杂故障进行精准诊断和分析。人工智能还能根据装备实时状态和历史数据,智能生成最优维修计划和资源配置方案,合理利用维修保障资源,提高维修保障质量和效率,提升舰船装备整体作战效能<sup>[3]</sup>。

## 4 舰船装备维修保障系统发展趋势

### 4.1 一体化发展趋势

舰船装备维修保障系统的一体化发展是大势所趋。未来,系统将整合故障诊断、维修决策、资源调配、维修执行等全流程环节。各环节不再孤立运作,而是通过统一的数据接口和通信协议紧密相连。数据在系统内高效流通,实现实时共享,使维修保障工作从故障发现到解决形成完整闭环。一体化还能打破不同装备维修保障子系统间的界限,实现多装备协同保障。这不仅能提升维修效率,减少保障时间,还能优化资源配置,避免重复投入,让舰船装备在复杂任务环境中保持高可靠性和持续作战能力。

### 4.2 智能化发展趋势

智能化将为舰船装备维修保障系统带来质的飞跃。借助人工智能、机器学习等技术,系统具备自主感知、分析和决策能力。智能传感器可实时精准采集装备运行

数据,智能算法能快速分析数据,自动识别故障模式、预测故障趋势。决策支持模块依据分析结果,生成科学合理的维修方案。智能维修设备可执行部分维修任务,提高维修精度。智能化还能实现自适应维修,根据装备实际状态动态调整维修策略,降低人为因素干扰,提升维修保障的智能化水平和装备的可用性。

### 4.3 信息化发展趋势

信息化是舰船装备维修保障系统发展的重要支撑。未来,系统将构建全面覆盖的信息化网络,实现装备信息、维修资源、人员信息等的数字化管理。通过高速稳定的通信技术,数据可实时传输与交互,维修人员能远程获取装备状态信息,及时开展维修工作。信息化平台还能整合各类维修知识和经验,形成知识库,为维修决策提供参考。同时,利用大数据分析技术,挖掘数据潜在价值,优化维修流程和资源配置<sup>[4]</sup>。

### 结束语

舰船装备维修保障系统设计研究意义重大且影响深远。通过对系统架构的精心规划以及关键技术的深入钻研,我们构建起一套科学、高效且智能的维修保障体系。这不仅显著提升了舰船装备的可靠性与可用性,确保其在复杂多变的海洋环境中稳定运行,还为海军作战能力的提升提供了坚实支撑。未来,随着科技持续进步,我们需紧跟时代步伐,不断优化系统设计,融合更多前沿技术,进一步提升维修保障的智能化、自动化水平,以更好地适应新形势下舰船装备维修保障的需求,为国家海洋战略的实施贡献力量。

### 参考文献

- [1]张晶,陈浩.舰船装备维修保障系统设计研究[J].计算机光盘软件与应用,2022(10):267-268.
- [2]胡平,顾雪峰,徐海珠.基于Web的舰船装备IETM系统设计与实现[J].舰船电子工程,2022(6):91-94.
- [3]袁冬根,刘哲.军民融合企业航空装备维修保障能力提升的思考[J].现代企业,2020(06):74-75.
- [4]谢凯,杨硕,杨南胜.民用航空飞机维修APS理论及其应用[J].中国质量,2022(09):114-118.