

基于智能化技术的船舶检验与评估系统研究

孙志杰

中国船级社实业有限公司宁波分公司，浙江宁波，315000；

摘要：本文探讨了基于智能化技术的船舶检验与评估系统的发展与应用。随着物联网、大数据、人工智能等技术的快速发展，智能化技术在船舶检验与评估领域展现出巨大潜力。研究旨在提高船舶检验的效率和准确性，降低人为因素导致的误差，保障船舶运营的安全性和可靠性。通过构建智能化检验与评估系统，实现对船舶结构、设备、性能等多方面的实时监测与评估，为船舶管理提供科学依据。研究结果表明，智能化技术的应用能够显著提升船舶检验与评估的水平和效率，推动航运业向智能化、绿色化方向发展。

关键词：智能化技术；船舶检验；评估系统；物联网；大数据

DOI：10.69979/3041-0673.25.06.013

引言

随着全球贸易的持续增长和航运业的快速发展，船舶作为重要的运输工具，其安全性、可靠性和环保性日益受到关注。传统的船舶检验与评估方法主要依赖于人工经验和简单工具，存在效率低、成本高、误差大等问题。随着物联网、大数据、人工智能等智能化技术的不断发展，为船舶检验与评估提供了新的解决方案。本研究旨在探讨基于智能化技术的船舶检验与评估系统的构建与应用，以期提高船舶检验的效率和准确性，保障船舶运营的安全性和可靠性^[1]。

1 智能化技术在船舶检验与评估中的应用背景

1.1 传统船舶检验与评估的局限性凸显

传统船舶检验与评估方法主要依赖于人工经验和简单工具，如目测、敲击、测量等手段。这些方法在船舶工业发展初期能够满足基本需求，但随着船舶规模的不断扩大、结构的日益复杂以及运营环境的多样化，其局限性愈发明显。

从效率方面来看，人工检验需要检验人员逐一对船舶的各个部位进行检查，这不仅耗费大量的时间，而且在检验过程中容易出现遗漏。例如，对于大型集装箱船，其甲板面积广阔，舱室众多，人工检验可能需要数天甚至数周的时间才能完成一次全面的检查，严重影响了船舶的运营效率。同时，人工检验还受到检验人员工作时间和体力的限制，长时间的工作容易导致疲劳，从而降低检验的准确性^[2]。

成本问题也是传统检验方法的一大痛点。人力成本

方面，需要雇佣专业的检验人员，并且随着检验任务的增加，人力成本也会相应提高。设备成本上，简单的检验工具往往无法满足复杂结构的检验需求，而购买先进的检验设备又需要投入大量的资金。此外，由于检验效率低下，船舶在检验期间的停航也会带来经济损失。

误差大是传统检验方法的另一个关键问题。人工检验容易受到检验人员主观因素的影响，不同的检验人员可能对同一问题的判断存在差异。同时，外界环境如光线、噪音等也会对检验结果产生干扰。例如，在光线较暗的舱室内，检验人员可能难以准确发现结构上的微小裂纹。而且，传统方法难以实现对船舶结构、设备、性能等多方面的实时监测与评估，无法及时发现潜在的安全隐患，无法满足现代航运业对船舶安全性和可靠性的高要求。

1.2 智能化技术发展为船舶检验与评估带来变革契机

随着科技的飞速发展，物联网、大数据、人工智能等智能化技术逐渐成熟，为船舶检验与评估带来了新的解决方案。

物联网技术实现了船舶设备之间的互联互通。通过在船舶上部署各种传感器，如温度传感器、湿度传感器、振动传感器、压力传感器等，可以实时采集船舶运行过程中的各种数据，包括船舶结构的应力应变、设备的运行状态、环境参数等。这些传感器就像船舶的“神经末梢”，将采集到的数据通过网络传输到数据中心，实现了对船舶的全方位感知。例如，在船舶的发动机上安装振动传感器，可以实时监测发动机的振动情况，一旦发

现异常振动，就可以及时发出警报，提醒船员进行检查。

大数据技术为海量船舶数据的存储、处理和分析提供了可能。船舶在运行过程中会产生大量的数据，这些数据具有海量、高速、多样等特点。传统的数据处理方法难以应对如此庞大的数据量。而大数据技术可以对这些数据进行高效存储，并通过数据挖掘、机器学习等算法，从海量数据中提取有价值的信息。例如，通过对船舶历史航行数据的分析，可以找出船舶在不同海况下的最佳航行参数，为船舶的节能航行提供依据。

人工智能技术则赋予了船舶检验与评估系统智能分析和预测的能力。通过建立机器学习模型，如深度学习算法、决策树算法等，可以对船舶运行数据进行智能分析。例如，利用深度学习算法对船舶结构的图像数据进行分析，可以准确识别结构上的损伤和缺陷，提高检验的准确性和效率。同时，人工智能技术还可以根据历史数据和实时数据，对船舶设备的故障进行预测，提前制定维护保养计划，降低设备故障的发生率。此外，强化学习算法可以应用于船舶的航行策略优化，根据实时海况和船舶状态，自动调整航行参数，提高船舶的安全性和经济性^[3]。

2 基于智能化技术的船舶检验与评估系统构建

2.1 系统总体架构设计

基于智能化技术的船舶检验与评估系统的总体架构设计是一个复杂而精细的过程，它涵盖了从数据采集到最终应用的全流程，旨在实现船舶检验与评估的高效、精准和智能化。该系统的总体架构主要可分为感知层、网络层、平台层和应用层四个部分，各部分相互协作，共同构成一个有机整体。

感知层是整个系统的基础，它负责采集船舶运行过程中的各种数据。在船舶的各个关键部位，如船体结构、发动机、电气设备等，部署大量的传感器。这些传感器种类繁多，包括温度传感器、压力传感器、振动传感器、应变传感器等。温度传感器可以实时监测船舶各部位的温度变化，预防因过热引发的故障；压力传感器能够监测管道和设备的压力情况，确保其在安全范围内运行；振动传感器可以检测发动机等设备的振动状态，及时发现潜在的机械故障；应变传感器则用于监测船体结构的应力应变，评估船体的强度和稳定性。通过这些传感器，能够全面、实时地获取船舶的运行状态信息，为后续的数据处理和分析提供丰富的数据源。

网络层是数据传输的通道，它将感知层采集到的数据准确无误地传输到平台层。由于船舶运行环境复杂，数据传输需要采用多种通信技术相结合的方式。在船舶内部，可以采用有线网络，如以太网，实现高速稳定的数据传输；在船舶与外部平台之间，则可以利用无线网络，如卫星通信、4G/5G 等，确保数据能够实时、可靠地传输到岸上的数据中心。同时，为了保证数据的安全性，网络层还需要采用加密技术，防止数据在传输过程中被窃取或篡改。

平台层是系统的核心，它承担着数据存储、处理和分析的重要任务。在数据存储方面，采用大数据存储技术，能够高效地存储海量的船舶运行数据。数据处理环节则运用数据挖掘、机器学习等算法，对采集到的数据进行清洗、转换和整合，提取有价值的信息。例如，通过对船舶航行数据的分析，可以挖掘出船舶的航行规律和能耗特点；对设备运行数据的分析，能够预测设备的故障发生概率。平台层还可以建立船舶检验与评估模型，根据分析结果对船舶的安全性和可靠性进行评估。

应用层是系统与用户的接口，它根据平台层提供的结果，为船舶管理提供科学依据和决策支持。应用层可以开发多种功能模块，如船舶状态监测模块、故障诊断模块、评估报告生成模块等。船舶管理人员可以通过这些模块实时了解船舶的运行状态，及时发现潜在问题，并采取相应的措施。同时，应用层还可以将评估结果以直观的方式展示给用户，如报表、图表等，方便用户进行决策^[4]。

物联网技术在船舶检验与评估系统中起着至关重要的作用。它实现了船舶设备的互联互通，使得船舶成为一个智能化的整体。通过在船舶上部署各种传感器和设备，形成了一个庞大的物联网网络。这些传感器和设备不仅能够实时采集船舶运行数据，还能够实现设备之间的信息交互和协同工作。例如，当船舶的某个设备出现故障时，相关的传感器可以及时将故障信息传输到其他设备和管理平台，以便及时采取维修措施。此外，物联网技术还可以实现对船舶设备的远程监控和控制，提高了船舶管理的效率和便捷性。

大数据技术是处理和分析海量船舶数据的关键。船舶在运行过程中产生的数据量巨大，传统的数据处理方法无法满足需求。大数据技术可以对这些数据进行高效存储和管理，通过数据挖掘算法，从海量数据中提取有价值的信息。例如，通过对船舶历史航行数据的分析，

可以优化航线规划，提高船舶的运营效率；通过对设备故障数据的分析，可以找出故障发生的规律和原因，制定更加有效的维护保养策略。同时，大数据技术还可以实现对船舶运行状态的实时监测和预警，及时发现潜在的安全隐患。

2.2 系统功能模块设计

基于智能化技术的船舶检验与评估系统包含多个功能模块，各模块相互配合，共同完成船舶检验与评估的任务。

数据采集模块是系统的数据来源，它负责采集船舶运行过程中的各种数据。该模块需要与感知层的各种传感器进行连接，实时获取传感器采集到的数据，并将其传输到平台层。数据采集模块需要具备高效、稳定的数据采集能力，确保数据的准确性和完整性。数据预处理模块对采集到的数据进行清洗、去噪和归一化处理。由于采集到的数据可能存在噪声、缺失值等问题，需要进行预处理才能用于后续的分析。数据预处理模块可以采用滤波算法、插值算法等方法对数据进行处理，提高数据的质量。

数据分析模块是系统的核心功能模块之一，它负责对处理后的数据进行深度挖掘和分析。该模块可以运用各种数据分析算法，如聚类分析、关联分析、趋势分析等，从数据中提取有价值的信息。例如，通过对船舶能耗数据的分析，可以找出能耗高的原因，提出节能措施。故障诊断模块根据数据分析结果对船舶设备进行故障诊断和预警。该模块可以建立设备故障模型，将实时数据与模型进行比对，判断设备是否出现故障。一旦发现故障，及时发出警报，并提供相应的维修建议。评估报告生成模块根据故障诊断结果和其他分析数据，生成详细的评估报告。评估报告可以包括船舶的安全性评估、可靠性评估、经济性评估等内容，为船舶管理提供科学依据。同时，评估报告还可以以直观的方式展示给用户，方便用户进行决策。

3 基于智能化技术的船舶检验与评估系统应用实例

3.1 智能船舶结构监测系统

智能船舶结构监测系统是基于智能化技术的船舶检验与评估系统的一个重要且极具价值的应用实例。该系统充分利用了先进的传感器技术、数据传输技术以及

数据分析算法，为船舶结构的健康状况提供了实时、精准的监测与评估。

在船舶的关键结构部位，如船体甲板、船侧板、船底等，安装了多种类型的传感器。这些传感器包括应变传感器、加速度传感器和温度传感器等。应变传感器能够精确测量船体结构在航行过程中所承受的应力变化，当船舶遇到恶劣海况或者装载情况发生变化时，船体结构的应力分布会随之改变，应变传感器可以实时捕捉到这些细微的变化。加速度传感器则可以监测船体的振动情况，异常的振动可能是船体结构出现问题的信号。温度传感器能够监测船体结构的温度变化，因为温度的变化可能会影响材料的性能，进而影响船体的强度。

这些传感器采集到的数据通过网络传输到岸上的数据中心或者船舶自身的数据处理单元。在数据中心，利用先进的数据分析算法对采集到的数据进行处理。例如，采用有限元分析方法，结合船舶的结构模型和实际采集到的应力、应变数据，对船体结构的强度进行实时评估。通过建立结构损伤识别模型，利用机器学习算法对传感器数据进行分析，能够及时发现船体结构中的微小损伤，如裂纹、腐蚀等。

3.2 智能船舶设备故障诊断系统

智能船舶设备故障诊断系统也是基于智能化技术的船舶检验与评估系统的重要应用之一。船舶设备众多，包括发动机、发电机、泵、阀门等，这些设备的正常运行对于船舶的安全和效率至关重要。智能船舶设备故障诊断系统能够实现对这些设备的实时监测和故障诊断，提高设备的可靠性和运行效率。

该系统通过在船舶设备上安装各种传感器，如振动传感器、温度传感器、压力传感器等，实时采集设备的运行数据。例如，在发动机上安装振动传感器，可以监测发动机的振动情况，因为发动机的异常振动往往是故障的前兆。温度传感器可以监测发动机的温度，防止发动机过热。压力传感器则可以监测发动机燃油系统、润滑系统等的压力，确保系统的正常运行。

采集到的数据被传输到故障诊断平台，平台利用机器学习算法和专家系统对数据进行分析。机器学习算法可以对设备的历史故障数据进行学习，建立故障模型。当实时数据与故障模型匹配时，就可以判断设备是否出现故障。专家系统则集成了领域专家的知识和经验，能够根据设备的运行数据和故障特征，提供准确的故障诊

断结果和维修建议。

例如，当发动机出现振动异常时，系统可以通过分析振动信号的频率、幅值等特征，判断是发动机的哪个部件出现了问题，如轴承磨损、齿轮故障等。同时，系统还可以根据故障诊断结果，提供详细的维修方案，包括维修步骤、所需工具和备件等。此外，智能船舶设备故障诊断系统还可以对设备的运行状态进行预测，提前发现潜在的故障隐患，实现预防性维护，减少设备的停机时间和维修成本^[5]。

4 结束语

基于智能化技术的船舶检验与评估系统研究对于提高船舶检验的效率和准确性、保障船舶运营的安全性和可靠性具有重要意义。通过构建智能化检验与评估系统，可以实现对船舶结构、设备、性能等多方面的实时监测与评估，为船舶管理提供科学依据。随着物联网、

大数据、人工智能等技术的不断发展，智能化技术在船舶检验与评估领域的应用前景将更加广阔。未来，我们将继续深入研究智能化技术在船舶检验与评估中的应用，推动航运业向智能化、绿色化方向发展。

参考文献

- [1] 彭鑫. 港口船舶大气污染物排放监测技术研究[D]. 湖北: 武汉理工大学, 2021.
- [2] 张秀侠. 内河自主船舶航行安全操纵策略研究[D]. 湖北: 武汉理工大学, 2020.
- [3] 田继辉. 自动化集装箱码头通讯系统的设计与实现[D]. 山东: 中国海洋大学, 2020.

作者简介：孙志杰，1983.06，男，民族：汉族，籍贯：浙江省海宁，学历：本科，职称：工程师，研究方向：船舶工程。