

水上交通船舶智能化技术在安全管理中的应用研究

许健, 罗兵

海军工程大学研究生院, 湖北 武汉 430033

DOI: 10.61369/SSSD.2026060043

摘 要 : 随着全球水上交通需求的持续增长, 船舶数量和航运密度不断提升, 传统安全管理模式在应对复杂航行环境、突发风险预警和人为操作误差等方面的局限体现出来。在此背景下, 以人工智能、物联网、大数据为代表的智能化技术正深刻重塑水上交通安全管理理念和实践, 有助于破解传统安全管理模式中人工依赖度高、预警响应滞后、监管覆盖不足等问题。基于此, 本文深入探究水上交通船舶智能化技术在安全管理中的应用, 以供参考。

关 键 词 : 水上交通; 船舶智能化; 安全管理; 智能感知; 风险预警

Research on the Application of Ship Intelligent Technology in Water Transport Safety Management

Xu Jian, Luo Bing

Graduate School of Naval University of Engineering, Wuhan, Hubei 430033

Abstract : With the continuous growth of global water transport demand, the number of ships and shipping density have been increasing. The limitations of traditional safety management models have become apparent in addressing complex navigation environments, sudden risk early warning, and human operational errors. Against this background, intelligent technologies represented by artificial intelligence (AI), the Internet of Things (IoT), and big data are profoundly reshaping the concepts and practices of water transport safety management. These technologies help solve problems in traditional safety management models such as high reliance on manual work, delayed early warning and response, and insufficient regulatory coverage. Based on this, this paper deeply explores the application of ship intelligent technology in water transport safety management for reference.

Keywords : water transport; ship intelligence; safety management; intelligent perception; risk early warning

前言

水上交通的运量相对较大, 成本比较低, 其能耗相对较少, 是连接内陆和沿海、国内与国际的重要交通运输渠道, 在全球供应链与区域经济发展中具有重要的地位。然而, 目前水上交通环境相对恶劣, 容易造成巨大的经济损失和人员伤亡, 可能对水域安全和生态环境造成破坏。而推动航运业的智能化转型, 有助于提升水上交通安全能力, 降低安全事故发生率, 保障航运业的高质量发展。

一、水上交通船舶智能化核心技术及应用场景

(一) 船舶自动识别系统及应用

船舶自动识别系统是水上交通船舶智能化的基础核心技术, 主要由船载 AIS 设备、岸基 AIS 接收设备及数据处理平台组成, 能够自动采集船舶的关键信息, 通过 VHF 频段实时广播, 并接收其他船舶及平台的信息, 实现信息之间的相互交流^[1]。

在安全管理中的应用场景包括如下几方面: 一是船舶避碰预警, AIS 系统能够实时显示周边的船舶航行状态, 并根据电子海图, 自动计算船舶之间的会遇距离, 会遇时间, 当存在碰撞风险后, 及时向船员发出相应的预警提示, 提醒船员调整航向和速

度, 降低碰撞事故发生率。二是岸基监管调度, 海事监管部门通过岸基 AIS 接收设备, 掌握辖区内所有的船舶航行轨迹和停泊位置, 做好精准的监管, 实现对水域内的动态管理^[2]。三是事故的溯源和调查, AIS 系统能够存储船舶近期的航行数据, 如果发生安全事故则可以提取关键的数据信息, 还原船舶的航行轨迹和过程。AIS 系统现阶段已成为船舶必备的安全设备, 我国沿海和内河主要航道的船舶都已安装这一设备, 监管的效率得到提升^[3]。

(二) 智能监控与感知技术及应用

智能监控与感知技术是实现船舶安全实时监测的重要手段, 它涉及到视频监控、红外传感、雷达探测等技术, 能够全方位、全时段对船舶航行的状态、海员的操作行为和相关的信息进行整

合，为安全管理提供数据上的支持。

智能监控与感知技术的应用场景包括如下几方面：一是船舶现场智能监控。包括船舶驾驶台、机舱、甲板等关键部位安装高清视频，实现对船员行为与设备数据的实时监控。这累计数能够精准识别船员的行为，发现疲劳驾驶、玩手机、未穿救生衣等危险行为，当检测到危险行为后发送预警。二是航道环境智能感知。在航道关键路段、桥梁、码头等区域安装雷达监测设备和水文气象传感器，采集航道水深、水流速度、风力等环境的参数，结合电子海图建立航道环境动态监测模型^[6]。三是无人机巡检监管。利用无人机具有机动性强、覆盖面积广、操作便捷的优势，对偏远水域重点航道港口和码头等区域进行巡检。无人机搭载高清摄像头和红外热成像设备，及时识别违规航行的问题，加强监管。四是危险区域的智能化监管。在船舶燃油舱、压载舱等危险区域设置立体感知的电子围栏，对人员进行监管，对未授权人员进入危险区域，系统可以在0.3秒内发出本地声光和驾驶弹窗，有效防范违规进入引发的安全事故。

（三）大数据与人工智能技术及应用

大数据与人工智能技术是推动船舶安全管理精准化、智能化转型的重要驱动力。利用船舶航行数据、设备运行数据、航道环境数据等数据信息，结合机器学习、深度学习等算法，对安全风险进行充分的预警分析和监管。

大数据与人工智能技术应用场景如下：一是安全风险智能预测。构建船舶安全风险预测机制，利用大数据技术对历史航行数据和事故信息进行分析，充分了解船舶在航行过程中可能会遇到的薄弱问题，预测和判断船舶发生事故的概率。针对船舶碰撞事故，结合船舶航行速度、航向和会遇距离等数据，通过机器学习算法，提前向监管部门和船员发出预警，指导主体采取防范措施^[6]。二是分级预警量化输出。依据风险回归算法展开分析，将船舶会遇距离、会遇时间、航权差异等指标转化为直观的风险评级，实现有效预警。三是船舶设备预测性维护。利用大数据技术实时采集船舶主机、舵机、导航设备等关键设备的运行数据，通过人工智能算法分析设备的运行状态，排查故障问题。这种模式能够改变事后维修的模式，降低设备故障所出现的风险，减少维护成本^[6]。

（四）通信与协同监管技术及应用

通信与协同监管技术是实现船舶、岸基、港口多主体协同安全管理的重要支持。涉及到5G通信、卫星通信等技术，能够实现数据的有效传输、共享和交互，提升协同的效率。

通信与协同监管技术及应用场景如下：一是实时数据传输与共享。利用5G通信技术的高速率、低延迟的特点，实现船舶航行数据、设备运行数据、监控数据等信息的有效传输，确保沿岸监管部门、航运企业能够及时掌握船舶的安全状态。与此同时，构建水上交通船舶安全管理大数据平台，整合各主体的数据资源，打破信息孤岛，实现数据的共享和协同。二是多主体协同管控。根据通信技术和大数据平台，构建海事监管部门、航运企业和港口码头，由多主体协同参与，实现对船舶安全管理的全面协同。三是应急协同处置。当发生安全问题时，通过通信技术实现救援

人员、救援设备、船舶、岸基平台之间的通信和协同，快速传递事故信息和救援指令，统筹协调救援资源^[7-9]。

二、优化船舶智能化技术在安全管理中应用的策略

（一）强化核心技术研发，提升技术融合水平

加大核心技术自主研发的投入力度。政府应出台相应的扶持政策，加大对船舶智能化核心技术研发的资金支持和政策引导，鼓励企业、科研机构 and 高校开展产学研合作，聚焦于高端传感器、人工智能算法、自动控制系统等核心技术进行研发，突破技术上的局限，提升核心技术的自主化能力。例如，支持企业研发高精度、高使用价值的船用传感器和视频监控设备，开发具有自主知识产权的人工智能算法和大数据分析平台。

推动技术之间的融合。加强各领域智能化技术的融合应用。统一技术标准和数据接口，实现不同设备、不同系统之间的数据有效衔接。例如，推动AIS系统、智能监控系统、大数据平台、卫星导航系统之间的深度融合，构建一体化的水上交通船舶安全管理智能化平台。加强卫星导航技术和智能航行技术之间的有效融合，优化自动航行系统算法，提升系统在复杂航道环境和条件下的适应能力^[10]。

提升技术针对性和适应性。根据不同水域、不同类型的船舶安全管理需求，开发具有针对性的智能化技术和设备。例如，针对内河浅水区、复杂的航道，开发适用于内河船舶的智能化导航和监控设备。针对极端气候条件，优化智能化设备的运行稳定性和精度，提升技术的适应性。根据船舶的类型和差异，制定个性化的安全管理解决方案，确保技术的有效使用^[11]。

（二）完善管理规定内容，构建管理保障体系

完善法律法规制度。加快针对船舶智能化技术的法律法规的制定，明确智能船舶的航行权限和责任认定的内容，规范船舶智能化技术的应用和推广。例如，明确智能船舶自动航行的适用范围和安全要求，界定船舶发生安全事故的责任主体和责任划分，规范数据采集、传输和共享的行为，确保数据信息的安全性。

构建技术标准体系。构建完善的船舶智能化技术标准体系，明确智能化设备、系统的技术标准和数据格式、接口规范等，确保不同企业研发的设备、系统之间的兼容互通。例如，制定船用智能化设备的质量标准、性能标准、规范设备的生产与检验。制定智能化技术应用的操作规范，指导船员、监管人员规范使用智能化技术和设备^[12-13]。

强化数据安全。加强对船舶智能化数据的安全管理，完善数据安全管理制度和防范措施，防范数据泄漏等安全隐患。例如，对敏感数据进行加密处理，采用加密算法保障数据在传输、储存过程中的安全性。建立数据安全应急处置机制，及时应对数据安全事件。加强对数据的使用监管，规范数据采集和使用，保障数据安全与隐私。

优化监管模式。结合船舶智能化技术的应用，优化水上交通船舶安全监管模式，构建精准化、智能化的监管体系。加强海事监管人员的专业培训，提升监管人员对船舶智能化技术、大数据

分析等相关知识的掌握，提高监管人员运用智能化设备和系统开展监管的能力。

（三）注重培养优秀人才，加大资金投入力度

培养复合型人才。构建多元化人才培养体系，培养掌握船舶航行、安全管理等专业知识，又熟悉智能化技术的复合型人才。高校应开设船舶智能化领域的专业、优化课程设置，将船舶专业知识与人工智能、大数据、物联网等智能化技术知识结合，培养专业研发与应用人才。航运企业需加强对现有船员、管理人员的培训，开展智能化技术相关的培训，提升从业人员的智能化技术应用能力。加强产学研合作，鼓励企业、科研机构、高校开展人才交流与合作，构建实践型人才体系^[14-15]。

加大资金上的投入和支持。政府应加大对船舶智能化技术研发、设备安装、系统升级等方面的资金投入，出台政府扶持政策，支持企业开展核心技术研发和智能化技术的应用。航运企业

应提高对船舶智能化技术应用的重视程度，安排资金，加大对智能化设备、系统的采购、安装与维护投入，提升船舶智能化的水平。

三、结语

综上所述，船舶智能化技术作为现代航运业发展的重要趋势，在水上交通船舶安全管理中具有广泛的应用场景和效果。通过船舶自动识别系统、智能监控与感知技术、大数据与人工智能、通信与协同管控技术等核心智能化技术，有助于突破传统安全管理模式中的问题，实现有效监管，减少了运营成本，保障了航运业的安全。未来，船舶智能化技术将成为水上交通船舶安全管理的核心支撑，推动航运业的安全、高效和智能化发展，为区域经济发展提供支持。

参考文献

- [1] 蒋红帅. 智能技术在水上交通中的应用与展望 [J]. 汽车周刊, 2025, (02): 47-49.
- [2] 王小芳, 高东运. 水上交通船舶智能化技术在安全管理中的应用 [J]. 中国航务周刊, 2024, (31): 51-53.
- [3] 徐春. 推动智能船舶发展构建安全水上交通环境 [J]. 中国海事, 2023, (01): 6-8.
- [4] 姚瑶. 智能船舶交通事故所涉不法行为的刑法规制 [J]. 中国海商法研究, 2022, 33(03): 15-24.
- [5] 周伟. 基于智能化船舶领域模型的水上交通流仿真及应用 [D]. 上海海事大学, 2022.
- [6] 于涛, 周怡明. 南京内河水上交综合执法智能化监管的应用探索 [J]. 中国水运, 2022, (03): 73-74.
- [7] 刘佳铭, 李赫. 船舶智能化研究现状及发展趋势 [J]. 机电设备, 2021, 38(04): 49-53.
- [8] 尹先明, 郑永春. 海上船舶交通监管及服务系统的智能化实践应用 [J]. 中国海事, 2021, (03): 55-57.
- [9] 周锋, 张禾, 李宁. 基于港口协同决策的全球水上交通信息管理建设 [J]. 中国水运 (下半月), 2020, 20(22): 34-36.
- [10] 杨鑫. 面向自主航行场景的船舶交通冲突解脱方法研究 [D]. 武汉理工大学, 2020.
- [11] 陈坤. 智慧交通在内河船舶安全管理智能化中的应用 [J]. 中国航务周刊, 2024, (48): 62-64.
- [12] 吴佐政. 船舶智能化趋势下的航行安全技术研究 [J]. 珠江水运, 2024, (16): 112-114.
- [13] 田野. 自动化无人驾驶船舶技术的应用与挑战 [J]. 船舶物资与市场, 2024, 32 (08): 13-15.
- [14] 王小芳, 高东运. 水上交通船舶智能化技术在安全管理中的应用 [J]. 中国航务周刊, 2024, (31): 51-53.
- [15] 赵广柱. 智慧交通在内河船舶安全管理智能化中的应用 [J]. 船电技术, 2024, 44 (06): 36-37.