

水上交通船舶智能化技术在安全管理中的应用

竺峰平

杭州市交通运输行政执法队 浙江 杭州 311300

摘要: 本文针对水上交通安全管理痛点,探究船舶智能化技术的实践应用,分析智能感知、自动避碰、智能运维、远程监管等核心技术的运行原理与适用场景,梳理技术落地过程中存在的标准不完善、数据互通难、人才储备不足等问题。结合水运行业发展需求,提出针对性改进策略,推动智能化技术与安全管理深度融合,提升水上交通风险防控能力,减少安全事故发生,保障水上航行安全与行业稳健发展。

关键词: 水上交通船舶;智能化技术;安全管理;应用

引言: 水上交通是我国综合运输体系的关键一环,承担着大宗货物运输、跨境航运、旅客运输等重要任务,其安全管控水平直接影响行业发展与公共安全。传统船舶安全管理依靠人工检查检验、经验判断,存在预警滞后、监管盲区、应急迟缓等缺陷,无法满足现代航运高效化、规模化发展需求。随着物联网、大数据、人工智能等技术兴起,船舶智能化成为破解安全难题的核心路径。本文以此为切入点,展开深入研究,为水运安全升级提供思路。

1 相关概念与理论基础

1.1 水上交通安全管理核心内涵

(1) 水上交通安全管控目标与范畴。水上交通安全管控以保障水域通航秩序、防范船舶事故、保护人员生命及财产安全为核心目标,管控范畴覆盖各类通航水域、营运船舶,涵盖航行、停泊、作业全流程,兼顾水域环境保护与生态安全,守住安全生产底线。(2) 传统水上交通安全管理模式短板。传统管理模式依赖人工检查检验、事后处置,存在信息滞后、监管覆盖面不足、风险排查不精准等问题,难以应对复杂水域、大型船舶的管控需求,效率偏低且防控主动性不足,无法适配现代水运发展节奏。(3) 安全管理智能化转型需求。随着水运行业规模化、复杂化发展,传统模式弊端凸显,亟需推进智能化转型,依托现代科技打破信息壁垒,实现全域监控、实时预警、高效处置,提升管控精度与响应速度,筑牢安全防线。

1.2 船舶智能化技术概述

(1) 核心智能技术分类。船舶智能技术主要分为四大类,感知技术负责采集水域、船舶工况数据;通信技术实现数据高速稳定传输;决策技术依托算法分析风险、制定方案;控制技术执行自动操控指令,四大技术相辅相成。(2) 智能船舶系统组成与运行原理。智能船舶由

感知终端、数据处理平台、操控执行模块等组成,通过全方位采集数据,传输至后台分析处理,自动生成航行指令,替代部分人工操作,实现船舶自主航行、智能监控。(3) 关键技术性能与安全适配性要求。相关技术需具备高稳定性、强抗干扰性、超快响应速度,贴合水上航行严苛环境,严格契合安全管控标准,杜绝技术故障引发安全隐患,保障技术应用与安全管控高度适配^[1]。

1.3 智能化技术与安全管理融合理论

(1) 数据驱动安全管控理论。以海量航行、监管数据为核心,通过挖掘数据规律,精准识别安全风险,打破经验式管控局限,实现科学化、精细化、数据化安全管理,让管控决策更有依据。(2) 人机协同安全作业机制。秉持人机互补理念,智能技术承担重复、高危作业,人工负责监督、应急处置与复杂决策,各司其职,提升作业效率,降低人为失误,保障作业全程安全可控。(3) 风险预判与主动防控理论。依托智能算法提前预判潜在安全风险,变事后处置为事前防控,及时发出预警、启动防控措施,从源头遏制事故发生,实现水上交通安全的全周期、主动化管理。

2 船舶智能化技术在水上交通安全管理中的应用

2.1 船舶航行智能监控与预警技术应用

(1) 全天候船舶态势感知技术。全天候船舶态势感知技术是水上智能监控的基础,融合雷达探测、高清视觉识别、北斗定位三大核心技术,打破传统监控局限。雷达可穿透恶劣环境,精准探测各类障碍物;高清视觉系统搭配智能算法,实时捕捉通航状况,分辨船只与障碍物;北斗定位提供高精度位置、航速、航向数据。三者协同,搭建立体感知网络,实现各类水域全天候监控,方便监管方与船员掌握航行环境。(2) 航行风险实时监测与异常预警。依托态势感知数据,系统能实时监测航行风险,自动识别违规行为与危险工况并即时预警。一

旦发现超速、偏航、违规逼近等异常,立即发出声光预警,并同步推送至操控台与监管部门。系统还能监测船舶吃水、航行姿态,预判搁浅、侧翻隐患,弥补人工排查的不足,实现风险早预警,推动安全管控从被动补救转为主动防范,降低事故发生率^[2]。(3)恶劣天气、复杂水域安全警示管控。针对恶劣天气与复杂水域,智能技术可实现分级警示、精准管控。系统对接气象水文数据,判定危险等级,对驶入危险区的船只发出警示,提醒船员谨慎航行。在复杂水域划定安全航线,规范船只行驶,防范拥堵、擦碰事故,同时同步危险信息至岸基平台,结合远程提醒与现场管控,守住恶劣工况下的航行安全底线。

2.2 智能避碰与航行决策辅助技术应用

(1)多源信息融合避碰算法应用。多源信息融合避碰算法整合了船舶位置、航速、航向、水域环境、气象条件等各类数据,摒弃单一数据监测的偏差,提升避碰判断的精准度。算法通过高速运算,分析周边船舶的行驶轨迹,预判碰撞风险,区分危险等级,摒弃人工判断迟缓、失误的弊端,精准算出碰撞风险点,给出科学的避让方案,适用于船只密集、航道复杂的水域,从根源上减少船舶碰撞事故,提升航行安全性。(2)自动避障与航线优化管控。在识别航行障碍与碰撞风险后,智能系统能够启动自动避障功能,结合水域通航规则,微调船舶航向、航速,避开障碍物与危险船只。同时,系统结合水文、气象、通航密度等信息,规划最优航行路线,避开拥堵水域、危险航段,缩短航行时长,兼顾安全性与通行效率。自动避障功能全程平稳运行,不会出现人工操作的失误,适配各类复杂通航场景,让船舶行驶更安全、更顺畅。(3)人机协同航行决策与操作干预。智能系统不取代人工操控,而是构建人机协同的管控模式,系统负责自动化监控、风险预判、辅助操控,承担重复性、精准化操作;船员全程监督系统运行,掌握最终操控权。遇到系统无法判定的特殊工况、突发险情时,船员可以立刻接管操控,进行手动干预。这种人机互补的模式,既提升了航行决策的科学性,又守住了安全底线,兼顾智能高效与人工兜底^[3]。

2.3 船舶设备智能运维与故障防控技术应用

(1)船舶关键设备在线监测与诊断。针对发动机、导航设备、通信装置、消防系统等船舶关键设备,智能运维系统搭载各类传感器,实现全天候在线监测,实时采集设备运行温度、转速、压力、电流等参数。系统通过智能诊断算法,分析设备运行状态,分辨轻微故障、严重隐患,精准定位故障部位,打破传统人工检查效率

低、隐患难发现的难题,实现设备状态的透明化管控。(2)故障提前预判与预防性维护。系统依托历史运行数据和实时参数,建立故障预判模型,识别设备老化、磨损、隐性故障等问题,在故障爆发前发出预警,提醒管理人员开展预防性维护。相比于故障发生后的抢修,这种提前预判、主动维护的模式,能避免设备中途停运,减少航行途中的设备故障,降低事故风险,延长设备使用寿命,缩减运维成本^[4]。(3)设备故障应急处置智能辅助。一旦设备突发故障,系统会立刻推送故障详情、处置流程以及应急方案,指导船员快速开展抢修工作,提供规范的操作步骤和避险措施。同时,将故障信息同步至岸基维修中心,方便远程指导和后勤支援,缩短应急处置时间,防止小故障引发大事故,保障船舶在故障状态下能够安全停靠、安全撤离。

2.4 水上交通智能监管与应急救援技术应用

(1)岸基一体化智能监管平台运行。岸基一体化智能监管平台整合了全域船舶监控、数据传输、信息分析、指令下达等功能,打通船、岸、港之间的数据壁垒,实现全域水上交通的集中管控。平台实时汇总所有船舶动态、水域环境、设备状态数据,直观展示通航全貌,实现远程监控、统一调度,提升监管效率,实现水上交通管控的数字化、一体化。(2)船舶违规行为智能识别与管控。平台依托智能识别技术,自动捕捉船舶超速、违规停泊、超载航行、违规作业等各类违规行为,全程自动记录违规证据,省去人工巡查的繁琐。监管人员可以远程下达整改指令,及时制止违规操作,规范水上交通秩序,形成常态化、精准化的违规管控,维护通航秩序^[5]。(3)突发事件智能应急响应与救援调度。发生碰撞、搁浅、漏水等突发事件时,智能系统能自动定位事故地点,评估事故危险等级,快速启动应急响应。平台会统筹周边救援船只、应急设备、救援力量,规划最优救援路线,下达调度指令,同步推送救援方案。同时,持续监测事故现场动态,引导救援工作高效开展,缩短救援时间,减少人员伤亡和财产损失,提升水上应急救援的速度和成功率。

3 水上交通船舶智能化技术在安全管理应用存在的问题与优化对策

3.1 船舶智能化安全应用现存问题

(1)技术层面:系统稳定性与兼容性不足。现阶段船舶智能设备软硬件适配性差,不同厂家生产的感知、通信、控制系统难以互联互通,容易出现数据传输中断、系统卡顿故障。加之水上环境潮湿、颠簸、信号干扰强,设备抗干扰能力薄弱,极端工况下系统失灵概率偏高,影响安全管控实效。(2)管理层面:监管机制与技

术适配滞后。现行水上交通监管模式依旧偏向传统管理,针对智能船舶的监管条例、执法流程不健全,监管手段跟不上技术升级速度。智能设备采集的海量数据未能高效利用,监管存在盲区,数据共享壁垒重重,无法实现全域、全程智能化监管。(3) 人才层面:专业智能运维人员短缺。一线船员、监管人员大多精通传统船舶作业,对智能系统操作、故障排查、数据分析能力不足。既懂船舶航行安全,又掌握智能技术的复合型人才稀缺,人员专业能力跟不上设备升级步伐,制约智能化技术落地应用。

3.2 问题成因分析

(1) 技术标准体系不完善,统一规范缺失。国内船舶智能化技术缺乏全国统一的建设标准、设备参数、安全规范,不同厂家、不同地区研发的技术产品规格不一,没有统一的准入门槛和质量考核标准。这使得各类系统兼容性差,技术质量参差不齐,难以实现全域设备的互联互通,也无法开展统一的安全管控与运维管理。(2) 资金投入不足,技术升级迭代缓慢。智能化技术研发、设备采购、系统搭建、后期运维都需要大额资金支持,而部分航运企业和监管部门资金投入有限,不愿长期投入成本。老旧设备淘汰不及时,新技术、新系统推广缓慢,技术升级迭代滞后,设备故障频发、功能落后,难以适配复杂多变的水上交通安全管控需求。(3) 人员培训体系不健全,数字化素养偏低。行业内缺乏系统化、常态化的智能技术培训体系,培训内容偏向传统航行知识,针对智能设备操作、数据处理、系统运维的培训少之又少。培训方式单一、实操性不足,从业人员没有系统学习智能化技术的渠道,专业技能停滞不前,数字化素养和应急处置能力无法满足智能管控要求。

3.3 智能化安全管理优化对策

(1) 健全技术标准与安全规范体系。国家牵头制定统一的船舶智能化技术标准,规范设备参数、数据格式、接口协议,破除信息孤岛,实现全行业系统互联互通。出台专项安全规范,明确智能技术安全准入门槛、运行准则、

管控要求,建立设备质量检测与安全评估机制,严控技术质量,提升系统稳定性与安全性。(2) 完善智能监管平台,强化数据安全防护。整合各类监控、预警、调度模块,打造一体化岸基智能监管平台,实现全域船舶动态、风险隐患、应急救援一站式管控。加强数据安全防护,搭建加密防护体系,严防数据泄露、篡改、丢失,保障船岸数据传输安全,优化平台运行流程,提升监管响应速度和管控效率。(3) 加强人才培养,提升人机协同作业能力。建立校企合作、在岗培训相结合的人才培养模式,开设智能设备操作、系统运维、数据分析等专项课程,强化实操训练,培育复合型专业人才。定期开展行业人员技能培训,提升从业人员数字化素养和应急处置能力,规范人机协同作业流程,让智能化技术真正落地见效,筑牢水上交通安全防线。

结束语

船舶智能化技术的应用,彻底改变了水上交通传统安全管理模式,实现了从被动处置到主动防控、从局部监管到全域管控的转变,大幅提升了安全管理效率。现阶段,智能化技术推广仍面临诸多阻碍,需要行业、企业、科研机构携手合作,完善技术标准,打通数据壁垒,培养专业人才,优化技术应用场景。未来,要持续深耕技术创新,推进智能设备普及,筑牢水上安全防护网,助力航运事业绿色安全发展。

参考文献

- [1]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.
- [2]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,2023,21(1):64-68.
- [3]吕骞.智慧交通在内河船舶安全管理智能化中的应用[J].建筑技术科学,2024,(9):115-117.
- [4]任原.智能化航行控制技术在船舶安全中的应用[J].水上安全,2023,(14):171-174.
- [5]王世杰.基于物联网技术的船舶智能化管理系统研究[J].珠江水运,2023,(15):215-219.