

水上安全智能管控服务关键技术 与设备研发应用

经济与社会效益分析报告

北海航海保障中心

天津大学

交通运输部水运科学研究所

天津开发区瑞锋科技有限公司

河北省地方海事局

北部湾大学

靖阳（天津）船舶管理咨询有限公司

2022 年 9 月

目录

1 项目背景	1
2 主要技术内容及技术经济指标.....	1
2.1 主要技术内容.....	1
2.2 主要技术性能指标.....	3
3 经济效益和社会效益.....	7
3.1 经济效益	7
3.2 社会效益	8
4 对科技进步的推动作用	9
5 推广应用前景与措施	10

1 项目背景

近年来航道环境不断得到改善，但由于航运船只众多，航道拥塞、船舶碰撞和搁浅等事故依然频发。构建技术先进、手段多样、使用便捷，服务高效、保障有力的航海安全控管与服务体系，提高水域安全态势感知和船岸交互能力，实现航海安全保障和服务智慧化，以保障水上船舶航行安全，减少水上安全事故，是航海保障信息化建设的目标之一。

水上安全智能管控与服务关键技术研发及应用项目，正是在这背景下立项实施的。本项目旨在以信息为引领，通过电子智能装备的创新研发，传统航标数字化改造，大数据综合化信息平台建设，让水域安全控管要素更齐全，安全态势展现更透明，安全助航服务更便捷，遇险感知更智能，搜救指挥更高效，以充分发挥航海保障体系在水路运输中的基础性、先导性、战略性作用，更好地适应“交通强国”、“海洋强国”建设发展的新形势、新要求。

2 主要技术内容及技术经济指标

2.1 主要技术内容

2.1.1 水域安全态势动态感知体系与技术装备研发

水域安全信息感知技术装备是实现水域安全动态监控、科学分析水域安全态势的基础，本项目主要技术内容包括通航环境全要素监测与感知、水上安全业务管理信息感知、助航设施健康状态监控与感知，以及水上船舶、人员安全状况感知。

本项目创新研发了低功耗智能船舶碰撞和姿态监测报

警器，装置采用北斗/GPS 定位、NB-IoT/北斗短信等通信技术，能够长期自动监测与报告船舶船位、航速，船舶超速、危险姿态违规操船行为，装置一旦触发进入船舶碰撞、船身处于危险倾斜姿态或人工按下一键报警按钮，装置自动进入报警通信状态，为水上遇险搜救协调指挥提供近乎实时的遇险报警、遇险后船舶船位、船速、航向、船身倾斜姿态信息。

同时，研发了基于 NB-IoT/AIS 信息的水上自主定位呼救报警器，装置适宜与救生衣配合使用，是一款具有人员跌落、落水自动监测报警及一键人工报警组合报警功能的智能电子装置，装置一旦触发报警状态，能够自动通过 NB-IoT 或 AIS 网络，为水上遇险搜救协调指挥提供近乎实时的人员遇险报警、遇险后人员位置、漂流速度、流向信息。

2.1.2 船舶物联网装置、自组织通信路由等集成创新应用技术的研发

船舶物联网装置采用自组织通信路由控制技术，以卫星通信、4G/5G 等作为船岸通信链路，与船舶 WiFi 无线网络、有线局域网络设备有机结合为一体，将基于 WiFi 技术的船联网与互联网进行智能连接，为船舶营造一个与陆地生产、生活相同的 WiFi 网络应用环境，用于提升船舶数字化设备适用环境，提高船、岸信息交互效率，改善和丰富船员生活质量。

2.1.3 大数据平台研发与应用

用“一张图、一个平台”，实现水域安全态势感知动态化，航行安全管控智能化，安全信息服务精准化，应急指挥

可视化。系统主要技术特点是：将水域航行环境、导航设施运行状态、船舶航行状态、人员、安全管理业务等全部数字化，纳入网格管理，实现水上违规航行及遇险事件智能触发、巡查触发、智能预警、智能调度的全闭环“数智”管理，为打造“全面感知、研判多维、指挥扁平、处置高效”的水域安全控管模式，加快航海安全管控向数字化、精细化、科学化管理转变，提供技术手段。

2.1.4 航海安全信息服务

以“互联网”为基础，“物联网+大数据+可视化”为核心，“智能+安全服务”为手段，用更加集成、精细的方式，全面动态感知和管理航海安全信息，并以更加智慧的方式，为水上活动参与者提供航行安全信息服务，将“定制化+提醒服务”技术与北斗短报文、APP、微信、短信、邮件、传真等人机交互渠道相结合，实现航海安全信息推送服务个性化，提醒服务闭环化，将航海安全信息服务由原来单一的电台广播（GMDSS 系统）服务模式，转换成电台广播（GMDSS 系统）、北斗短信、岸基网络多维组合服务模式，为多渠道、多手段、智慧化服务和保障航海安全提供技术支撑。

2.2 主要技术性能指标

（1）通过船舶危险驾驶与遇险智能监控、众筹式航道水深智能监测、船载低功耗智能监测报警、人员落水自动呼救等创新性电子装备与系统的研发，为建立完善、高效、可靠的水域安全态势动态感知体系提供技术装备支撑。船载低功耗智能监测报警性能指标如下表所示：

技术名称	技术规格	技术名称	技术规格
定位			
频点	BDS B1/GPS L1 双模	频率	1559~1577MHz
首次定位时间 TTFF	冷启动: 30S; 热启动: 1S; 重捕获: <1S	定位精度	2.5m CEP (双模, open sky)
测速精度 (RMS)	0.1m/S		
船舶姿态			
姿态检测	横摇角/俯仰角(分辨率 0.1°)	撞击检测	2g~16g (分辨率 0.1g)
通讯			
无线协议	NB-IoT 无线电通讯协议 /北斗短报文	频段	H-FDD Band5
发射功率	23dBm±2dB	通讯机制	移动申报; 航速申报; 遇险申报;
电源			
电源提供	单晶硅太阳能板	太阳能板规格	功率 6W/直流电压 5~9V
电池规格	4.2V/8100mAh	连续工作时间	24 小时*7 (典型)
机械机构			
外壳材质	ABS	防护等级	IP67
工作温度	-25℃ ~ +75℃	外形尺寸	128*68*45mm

(2) 通过船舶物联网装置、自组织通信路由等集成创新应用技术的研发, 将互联网、5G、NB-IoT、WiFi、AIS、北斗卫星短信等现代通信技术, 集成在一个信息通讯网络体

系中，为实现设备与设备、设备与人、人与人之间的互联互通，为建立全天候、全覆盖、多渠道、多手段的航行安全保障信息交互网络提供了技术支撑。

基于 WIFI 连接技术的船舶物联网装置性能指标如下：

A. 通信协议：内置 TCP/IP 和 TLS/SSL 协议栈，支持 http server 等多种协议；支持 STA 接入点模式，AP 访问模式和 Wi-Fi 直连模式；256 位 AES 加密支持 TLS/SSL 安全连接。

B. SPI接口特性：支持主或从模式；支持3线或者4线模式；支持全双工或者半双工；最高通信时钟20MHz；SPI 时钟极性和相位可编程。

C. UART接口特性：支持5, 6, 7或者8位数据位；支持 Even, odd, stick或者没有校验；1位或者2位停止位；波特率 3Mbps。

D. 发射功率和接收灵敏度：发射18.0dBm @1DSSS；接收灵敏度 -95.7 dBm @1DSSS。

E. 外形特性：串口/网口wifi转换器天线、电子器件及1AHr可充电蓄电池密闭在ABS外壳内。

（3）通过“一张图、一个平台”技术，数据多视角展示与透视技术，将水域航行安全常态化管理与应急搜救指挥结合为一体，构建了“控管一体、业务协同、决策科学、过程留痕”的水域安全保障智慧管控体系。航行安全管控与应急搜救指挥平台功能如下：

A. 监控可视化：基于电子地图 GIS 的助航设施位置标注与数据组合展示；基于电子地图 GIS 的船舶实时位置标注与

数据组合展示；基于电子地图 GIS 的船舶历史轨迹回放与数据组合展示；实时视频信息展示与历史视频资料回放展示。

B. 安全管理智能化: 基于电子地图 GIS 的水域警戒区域的布设于船舶越界报警管理；基于物联网的助航设施运行监控、故障预警信息管理；基于物联网、AIS、北斗短信的水上船舶航速、航行姿态预警，水上事故自动报警与人工报警信息管理；巡检船舶位置监测与管理。

C. 业务协同化: 执法巡逻航线、时间计划与实际执行结果相结合；预警、报警信息处理与接警业务管理相结合；导助航设施运行控制与设备巡检、维修计划相结合。

D. 效能评估数值化: 助航设施运行完好率数值化管理；执法船舶运行里程数值化管理；维保作业计划完成率数值化管理。接警处理成功率数值化管理；险情发生率同比、环比数值化分析。

E. 应用差异化: “用户名+角色+操作”的用户登录管理模式，以保护网络信息安全，具体实现方式为：分辖区的信息展示与操作；分权限的信息展示与操作。

F. 服务智慧化: 业务管理 APP 用户端信息推送与信息查询服务；用户端重要信息的微信推送服务；重要信息的短信推送服务。

（4）以“大数据+网格化+定制化”安全信息服务管理技术为手段，充分利用现代信息交互平台技术，将航海安全管理信息服务、水上搜救指令信息，由广播通告模式，转换成“广播（开环）+精准推送（闭环）”模式，实现了水上航

行安全信息、遇险搜救指令信息多渠道、多手段，即时、精准，智慧服务和发布。

（5）项目研发的软硬件系统服务领域已涵盖海事法院系统、天津海事局、河北、北京地方海事局及天津港航企业，内河轮渡旅游公司，地域范围包括了北方海区、天津海河、北京通州段大运河、雄安新区白洋淀、易水湖、青海湖等水域，系统应用效果反应良好，项目研究成果已具备在全国快速推广应用的条件。

截止目前，本项目共授权发明专利 3 件，使用新型专利 3 件，编制国家标准 1 个，交通运输行业标准 1 个，获软件著作权 7 项，进入实质审查阶段的发明专利 2 件，项目技术具有较高的技术壁垒，拥有多项独创性技术装备，具有天然的先发竞争优势。

3 经济效益和社会效益

3.1 经济效益

3.1.1 直接经济效益

本项目研制的低功耗智能船舶碰撞和姿态监测报警器已在 5400 艘船舶上得到应用，该设备采用太阳能供电，具备船舶姿态采集和碰撞报警监测能力，且安装极其简单，特别适合于封闭湖区水域小型船艇监管。目前每套售价 3000 元，研制完成后销售 6500 套，累计直接经济效益 1950 万元。

本项目研发的基于多源数据分析的航行安全管控与应急搜救指挥平台已经在 25 个场景中进行应用，累计直接经济效益 6350 万元。

以上设备和系统在北方沿海、天津海河、北京通州段大运河、雄安新区白洋淀、潘家口水库、青海湖水域进行了应用，得到用户一致好评，共获得直接经济效益 8300 万元。

3.1.2 间接经济效益

本项目研发的装备和系统实现了 6500 条船舶实时监控，研究成果应用后船舶事故同比减少 80%，损失减少 1.5 亿元以上，为维护水域安全航行秩序，预防和降低水上遇险安全事件发生，发挥了积极作用。

3.2 社会效益

3.2.1 小型船舶安全态势感知和应急搜救能力

本项目研制的低功耗智能船舶碰撞和姿态监测终端在辽宁海事局、河北海事局、山东海事局、天津地方海事局、河北地方海事局、青海省地方海事局、甘肃省地方海事局、呼伦贝尔地方海事局的管辖水域进行了应用，有效弥补了小型旅游船艇监管能力和手段不足的问题；同时依靠基于多源数据分析的航行安全管控与应急搜救指挥平台能够实时显示相关船舶的实时位置、航速航行、报警等信息，有效提升了对相关船舶的监管能力，对于提升搜救能力、避免船舶碰撞、保障旅游人员的生命财产安全发挥了重要作用。

3.2.2 科学研究、海事监管和海关缉私等行业应用

本项目为开展中国沿海、内河高等级航道、封闭湖区水域船舶风险监测、通航安全评估、海上交通流分析等科学研究开展提供了数据支撑；为船舶事故调查、船舶违规行为调查等提供了技术能力支撑。

3.2.3 航海保障智慧化信息服务水平

本项目以“互联网”为基础，“物联网+大数据+可视化”为核心，“智能+安全服务”为手段，用更加集成、精细的方式，全面动态感知和管理航海安全信息，并以更加智慧的方式，为水上活动参与者提供航行安全信息服务，将“定制化+提醒服务”技术与北斗短报文、APP、微信、短信、邮件、传真等人机交互渠道相结合，实现航海安全信息推送服务个性化，提醒服务闭环化，将航海安全信息服务由原来单一的电台广播（GMDSS 系统）服务模式，转换成电台广播（GMDSS 系统）、北斗短信、岸基网络多维组合服务模式，为多渠道、多手段、智慧化服务和保障航海安全提供技术支撑。

4 对科技进步的推动作用

（1）水上安全管控与保障服务是一项系统性工程，本项目通过电子智能装备研发，传统航行保障服务数字化改造，让水上活动安全态势展示更清晰透明，安全助航服务更及时便捷，遇险事件感知更精准，遇险事件处理全程可视化、可追溯，对于充分发挥航海保障在水路运输中的基础性、先导性、战略性作用，满足交通强国、智能航运的发展形势和新要求，有着重要的现实意义。

（2）本项目研发的智能船舶碰撞和姿态监测终端，性价比高、安装便捷、通用性强，大大提升了行业小型船舶监管能力。

（3）打造了“定制化+提醒服务”的服务模式，实现了航海安全信息推送服务个性化，提醒服务闭环化。

5 推广应用前景与措施

项目针对水上安全智能管控关键技术与设备研发，取得了多项创新性成果，研究工作和创新成果具有奠基性、前瞻性和开创性。据市场调研与统计分析，我国水网密集、封闭水域众多、航道分布复杂，目前在水域安全态势动态感知、船岸通信互联、航海智慧化信息服务方面都较为落后，本项目研究成果应用前景广阔。

一是本项目研发的智能船舶碰撞和姿态监测终端，在 2019 年度到 2022 年度推广应用取得了良好的应用效果。目前国内封闭湖区小型游船数量众多，监管手段少，未来三年预计直接经济效益可达 3000 万元。

二是本项目研发的基于多源数据分析的航行安全管控与应急搜救指挥平台，实现了区域水域航行环境、导航设施运行状态、船舶航行状态、人员、安全管理业务的全闭环“数智”管理。目前系统在 20 多个场景中得到了应用，随着系统的连续稳定运行，平台的边界成本逐步降低，应用优势将进一步凸显，未来三年为内河水安全管理部门和旅游管理公司新推广系统 25 套，预计直接经济效益 5000 元。

三是本项目将航海安全信息服务由原来单一的电台广播（GMDSS 系统）服务模式，转换成电台广播（GMDSS 系统）、北斗短信、岸基网络多维组合服务模式，大大丰富了航海安全信息服务的手段和服务能力。