

多功能航标设计及应用

李锋¹, 王晓峰^{2*}

- (1. 交通运输部东海航海保障中心上海航标处, 上海 201208;
2. 中交上海航道勘察设计研究院有限公司, 上海 200120)

摘要: 目前传统航标通过视觉、无线电和音响等方式为通航船舶进行服务, 但随着长江口水域通航环境不断变化, 通航船舶对航行助航信息的获取需求愈加迫切, 现有航标功能已无法完全满足船舶对航海保障服务的需求。为实现长江口通航船舶获取更为丰富和有效的助航信息, 通过对现有视觉航标进行改造, 在现有航标基础上搭载水文、气象、船舶自动识别系统(AIS)等采集和传输模块, 形成多功能航标, 实现水文、气象等信息实时采集, 以电子围栏技术将各类助航和预警信息直接播发至船台显示, 为长江口水域船舶驾引人员提供更为丰富的数字化安全保障信息, 从而减少水上各类船舶事故的发生。

关键词: 多功能航标; 长江口; 信息播发

中图分类号: U644

文献标志码: A

文章编号: 2095-7874(2024)10-0070-04

doi: 10.7640/zggwjs202410012

Design and application of multi-functional aids to navigation

LI Feng¹, WANG Xiao-feng^{2*}

- (1. Shanghai Aids to Navigation Authority, East China Maritime Safety Administration, Ministry of Transport, Shanghai 201208, China; 2. CCCC Shanghai Waterway Survey and Design Research Institute Co., Ltd., Shanghai, 200120, China)

Abstract: At present, traditional aids to navigation (AtoN) serve navigable ships through visual, radio and audio methods, but with the continuous changes in the navigation environment of the Yangtze River estuary, navigable ships have an increasingly urgent need to obtain navigational information, and the existing navigation AtoN can no longer fully meet the needs of ships for navigation support services. In order to enable navigable ships in the Yangtze River estuary to obtain more abundant and effective navigational aid information, the existing visual AtoN is modified and equipped with collection and transmission modules such as hydrology, meteorology and shipborne automatic identification system (AIS) on the basis of the existing navigation AtoN to form a multi-functional AtoN, which can realize real-time collection of hydrological and meteorological information, and use electronic fencing technology to directly broadcast various navigational aid and early warning information to the ships. To provide more digital safety information for ship piloting personnel in the waters of the Yangtze River estuary and reduce the occurrence of various ship accidents.

Key words: multi-functional aids to navigation (AtoN); the Yangtze River estuary; information dissemination

0 引言

航标通常设置于通航水域或其附近, 用以指示通航水域的尺寸、方向、界限及各种水下或水上障碍, 供船舶定位、导航或其它专用目的^[1]。航标在船舶通航安全保障方面提供了重要支撑。随

着长江口水域工程、邮轮游艇、休闲渔业、海洋文化等新型海洋活动越来越活跃, 长江口通航环境更加趋于复杂, 船舶智能化、高速化、大型化发展给长江口通航安全保障能力提出了更高的要求^[2]。为进一步适应长江口水域通航环境变化和船

收稿日期: 2024-02-25 修回日期: 2024-03-26

作者简介: 李锋 (1982—), 男, 陕西渭南人, 高级工程师, 航标管理专业。

*通讯作者: 王晓峰, E-mail: xiaofengw100@163.com

舶通航安全保障需求, 航标“赋能升级”已成为航海保障服务能力提升和适应需求变化的必然趋势。

多功能航标是提升航海保障服务能力、满足现阶段船舶安全航行需求的解决方案之一。通过在现有视觉航标的基础上, 搭载各类传感采集、AIS、通信和能源等设备, 实时采集船舶安全航行所需辅助信息, 以电子围栏技术为基础, 向周边船舶提供航保信息实时推送, 实现区域智能助航和主动预警功能, 并进一步提升船舶驾引人员航行辅助决策能力。

1 系统架构设计

多功能航标按功能划分视觉功能及数字化功能 2 个部分, 视觉功能由独立运行的一体化航标灯器实现; 数字化功能分为 3 个层面, 包括采集层、处理层及服务层, 见图 1。

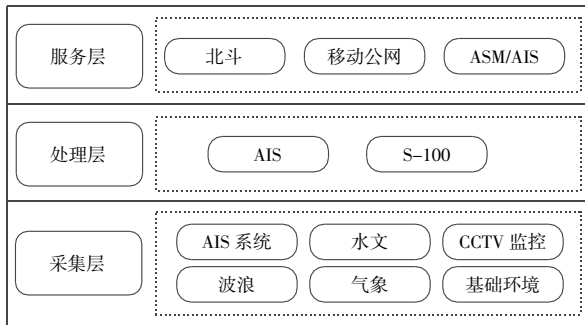


图 1 系统架构

Fig. 1 System architecture

采集层包括各种传感器的搭载集成, 并将采集的各项数据汇聚到处理层; 处理层主要是对采集的数据按照标准格式进行服务封装, 并将封装后的服务信息推送给服务层; 服务层将封装好的水文、气象、航标等标准格式信息传输至中心站软件和广播/点对点发送给附近船舶用户。

2 多功能航标主要功能

1) 视觉助航服务。依托多功能航标视觉航标属性和功能, 利用航标主体和灯器, 为船舶提供传统的视觉助航服务。

2) 无线电导航服务。利用航标所搭载的无线电设施, 一方面发挥 AIS 航标功能, 另一方面可接收附近船舶信息, 实时掌握船舶海上移动通信业务标识(MMSI)和船位信息等船舶动态信息, 为船舶提供海上各类安全信息的数据播发^[3]。

3) 水文气象信息服务。通过在航标上搭载水文、气象等传感器进行实时观测, 通过 AIS 以标准数字化格式直接播发至船台。

4) 海上安全信息(MSI)广播服务。在桥区、浅滩、警戒区、礁石、沉船等交通流复杂和事故易发区域, 以基于 AIS 的多级电子围栏形式播发海上安全信息, 提醒周边船舶注意航行安全。

5) 电子围栏功能。在多功能航标附近划定电子围栏范围, 对电子围栏范围内船舶根据航行态势进行边缘运算处理, 得出船舶的位置和航行状态, 并以寻址 AIS 短报文的形式发送。

3 多功能航标数据流设计

多功能航标可搭载众多设备, 包括: 一体化航标灯器、基于 AIS 智能终端、水文气象采集终端、闭路电视监控系统(CCTV)视频图像采集终端、环境采集终端、智能信息采集终端、北斗遥测遥控终端、能源系统等设备^[4], 其中基于 AIS 智能终端具备特殊应用报文(ASM)航标功能。

所有采集终端, 通过一个 5 芯线缆连接至智能信息采集终端, 由智能信息采集终端进行数据的处理及转发至各通信终端。其中, 水文气象采集终端采用 232 接口通信方式, 传输实时采集的美国信息交换标准代码(ASCII)格式数据; 环境采集终端采用 232 或 485 接口, 传输 ASCII 格式数据; CCTV 视频图像采集终端采用 RJ45 网络接口传输视频码流数据及 JPEG/RAW 格式数据。水文气象等数据封装成 AIS 报文格式, 再发送至 AIS 智能终端(具备 ASM 航标功能), 通过 ASM/AIS 信道传输给航海用户, 也可通过北斗、公网等方式传输给岸基数据中心。CCTV 视频由于数据量较大, 通过公网将数据传输至岸基数据中心。环境信息可通过 4G/5G/LTE/卫星/北斗短报文等通道传输至岸基数据中心。能源系统信息可通过公网/北斗短报文等方式传输至岸基数据中心。多功能航标数据流见图 2。

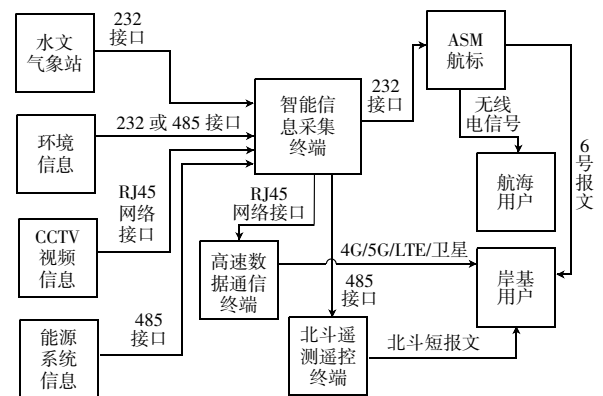


图 2 多功能航标数据流

Fig. 2 Multi-functional AtoN data stream

4 标-船播发设计

鉴于目前船舶通信和显示设施,常用的标-船通信主要通过 AIS 短报文进行数据接收和显示,由于大部分 AIS 船台均依照海船舶[2011]543号《自动识别系统中文编码规则》和 ITU-R M.1371-5 建议书(02/2014)《在 VHF 水上移动频段内使用时分多址的自动识别系统的技术特性》中规定的编码规则,因此,多功能航标中文采用海船舶[2011]543号《自动识别系统中文编码规则》进行 6 号报文播发,英文采用 ITU-R M.1371-5 建议书(02/2014)《在 VHF 水上移动频段内使用时分多址的自动识别系统的技术特性》的国际通用编码(ASCII)明文以 12 号报文播发。

原有的固定接入时分多址(FATDMA)模式只能在保留时隙的水域进行正常信号收发,AIS 信号容易受到水域时隙分配的限制。为避免船舶 AIS 在预定工作时发生时隙冲突,造成通信失败和信息丢失,采用随机时分多址(即 RATDMA)的选址方式^[9],保证多功能航标可以在基站不同强度信号覆盖下均可有效收发信号。

5 服务流程

通过搭载 AIS 设备,时刻侦听船舶 AIS 信号,当发现正确开启 AIS 船舶进入电子围栏范围内时,对预设信息进行播发。

服务流程图见图 3。

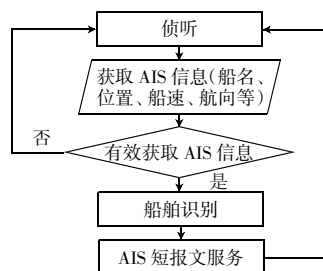


图 3 服务流程图

Fig. 3 Service flow chart

6 应用效果

2022 年底完成了圆圆沙灯船、长江大桥 33 号警戒灯桩和 W88 沉船示位标多功能航标的改造,实现了基于电子围栏的水文、气象和安全信息主动播发和预警功能。

1) 圆圆沙灯船

由于受东海潮汐前进和长江水流的双重影响,位于长江口深水航道、南槽航道和横沙通道交汇处的圆圆沙警戒区内,水域通航船舶密度大,水流流向随时间变化而旋转,通航水文条件十分复杂,给船舶操纵带来了一定的难度。为满足船舶驾引需求,圆圆沙灯船设置流速流向、风速风向、能见度等水文气象传感器,实现数据实时观测和主动播发^[9]。完成电子围栏设置后,若船舶进入电子围栏内,多功能航标通过 6 号或者 12 号 AIS 短报文对进入到相关区域的船舶进行实时气象水文信息的播发,见图 4—图 5。

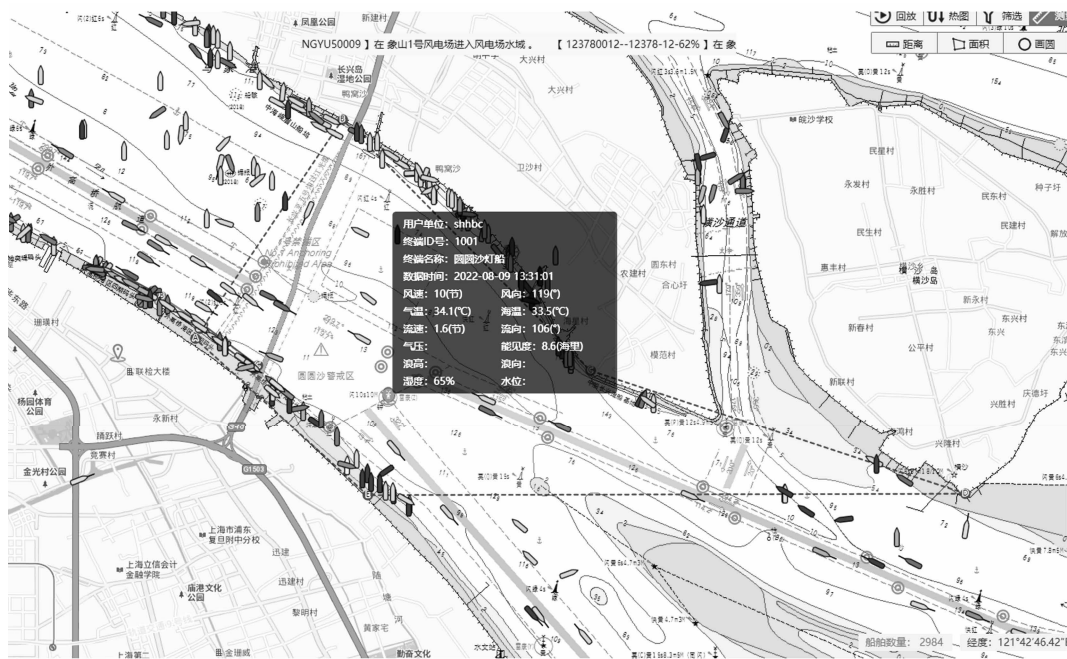


图 4 圆圆沙灯船多功能航标电子围栏设置示意图

Fig. 4 Schematic diagram of the electronic fence setting for the multi-functional AtoN of Yuanyuansha light ship

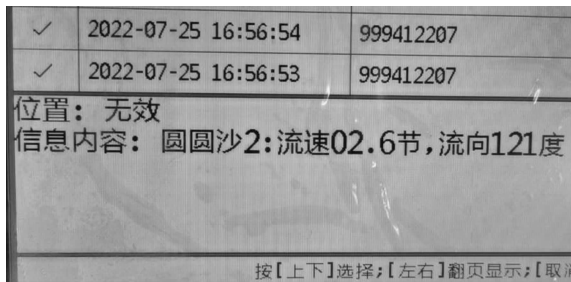


图5 圆圆沙灯船多功能航标主动预警信息船端显示效果

Fig. 5 Display effect of the active warning information on ship end for the multi-functional AtoN of Yuanyuansha light ship

2) 长江大桥 33 号警戒灯桩

北港附近中小型船舶较多, 长江大桥周边水域有浅滩, 且淤积严重, 致使航道轴线发生调整, 不再垂直于桥孔, 船舶航行难度加大。同时, 船舶驾驶员的驾驶水平、水文环境的控制、助航要素的把握, 对通过复杂狭窄的桥孔提出了更高的要求, 因此在长江大桥辅通航孔搭载气象要素, 形成长江大桥 33 号警戒灯桩多功能航标, 利用基于 AIS 的电子围栏向相关船舶寻址播发 AIS 6 号报文(中国籍船舶)或者 AIS 12 号报文(非中国籍船舶)。

完成电子围栏设置后, 若船舶进入电子围栏内, 多功能航标将以 6 号报文或 12 号报文播发, 采用寻址方式向特定船舶播发报文, 报文内容(示例): 东南风 7 级, 注意桥梁。

3) W88 沉船示位标

W88 沉船示位标位于新桥通道水域中部, 北侧存在浅水区, 南侧为可航水域, 在浅水区与沉船标水域范围内设置电子围栏可以起到引导船舶通航的效果。多功能应急沉船示位标具备视觉助航功能和遥测遥控功能外, 同时还搭载了多链路网络, 如北斗、公网通信、AIS 通信等^[7]。利用多链路网络优势和边缘 AI 运算等技术手段, 为附近船舶播发虚拟 AIS 航标^[8]标注沉船水域和设置电子围栏方式提醒船舶在沉船危险水域注意谨慎驾驶等服务。

7 结语

1) 多功能航标可作为水文、气象搭载平台, 通过对水文、气象等信息进行标准化格式封装, 采用 AIS 短报文方式进行播发, 可直接在船台 AIS 终端进行显示, 是目前直接向船台推送信息的有效方式。

2) 由于长江口水域船舶流量大、交通流复杂、安全风险因素多, 在不同航标类型建设多功能航标, 搭载水文、气象、AIS 等数据采集和播发模块, 利用多级预警的电子围栏模式, 可以有层次地、更立体地播发船舶安全航行所需水文气象信息, 同时可提醒附近船舶所面临的不同风险位置和 risk 隐患, 能够有效地起到预警作用, 为船舶安全航行提供决策依据。

3) 多功能航标在长江口的建设和应用, 可作为航保部门今后发展航海保障服务向数字化、智能化转型的成功案例和经验借鉴。

参考文献:

- [1] 王晓峰, 李维运. 基于 AIS 的航标灯光自适应调节系统设计[J]. 中国港湾建设, 2022, 42(4): 15-18.
WANG Xiao-feng, LI Wei-yun. Design of adaptive adjustment system for beacon light based on AIS[J]. China Harbour Engineering, 2022, 42(4): 15-18.
- [2] 董勇. 运用 AIS 航标的综合水文气象系统[J]. 天津航海, 2015(3): 49-50.
DONG Yong. Integrated hydrometeorological system using AIS beacon[J]. Tianjin Navigation, 2015(3): 49-50.
- [3] 刘波. 航行通(警)告管理工作的现状和发展[J]. 中国水运, 2006(8): 189-191.
LIU Bo. The navigation passes (police) to consider the supervisory work the present situation and the development[J]. China Water Transport, 2006(8): 189-191.
- [4] 蒋玮, 秦艳丹, 王晓峰. 一种集成式多功能 E 航标的研究[J]. 中国港湾建设, 2021, 41(4): 45-48.
JIANG Wei, QIN Yan-dan, WANG Xiao-feng. Research on an integrated multifunctional E-navigation[J]. China Harbour Engineering, 2021, 41(4): 45-48.
- [5] 陈宗恒. AIS 时隙选择策略浅析[J]. 电脑知识与技术, 2013(10): 2423-2425.
CHEN Zong-heng. Analysis of AIS slot selection strategy[J]. Computer Knowledge and Technology, 2013(10): 2423-2425.
- [6] 李锋, 陈建平, 纪晓妍, 等. 上海港长江口深水航道通航效能提升中航海保障技术应用研究[J]. 航海, 2018(3): 61-64.
LI Feng, CHEN Jian-ping, JI Xiao-yan, et al. Application of navigation support technology in the enhancement of navigation efficiency in the deep water channel of Yangtze Estuary of Shanghai Port[J]. Navigation, 2018(3): 61-64.
- [7] 张峰. 多功能航标建设的几点思考[J]. 航海, 2023(4): 45-48.
ZHANG Feng. Some thoughts on the construction of multifunctional aids to navigation[J]. Navigation, 2023(4): 45-48.
- [8] 李维运, 刘畅, 纪晓妍, 等. 基于 VDE-SAT 的虚拟航标及其报文设计[J]. 中国港湾建设, 2021, 41(10): 8-11.
LI Wei-yun, LIU Chang, JI Xiao-yan, et al. Virtual navigation aids and its message design based on VDE-SAT[J]. China Harbour Engineering, 2021, 41(10): 8-11.