

DOI: 10.16198/j.cnki.1009-640X.2015.06.012

刘怀汉, 曾晖, 周俊安, 等. 内河航道助航系统智能化技术研究现状与展望[J]. 水利水运工程学报, 2015(6): 82-87. (LIU Huai-han, ZENG Hui, ZHOU Jun-an, et al. Present situation and prospect of intelligent navigation system technology for inland waterway[J]. Hydro-Science and Engineering, 2015(6): 82-87.)

内河航道助航系统智能化技术研究现状与展望

刘怀汉¹, 曾晖¹, 周俊安¹, 吕永祥¹, 初秀民²

(1. 长江航道局, 湖北 武汉 430011; 2. 武汉理工大学, 湖北 武汉 430063)

摘要: 智能化是内河航道助航系统发展方向。首先介绍了航标同步闪控制与遥测遥控、无线电航标、虚拟航标等内河航道航标系统智能化设计与实现的关键技术。其次,分析了内河航道通航环境影响因素,总结了内河航道水位、能见度感知与信息服务以及控制河段交通指挥的关键技术,介绍了长江航道助航系统智能化应用情况。最后,在内河航道地形感知、三维电子航道图、助航综合信息服务、助航设施资产管理等方面展望了内河航道助航智能化的发展。

关键词: 内河航道; 助航系统; AIS 航标; 智能化

中图分类号: U644

文献标志码: A

文章编号: 1009-640X(2015)06-0082-06

近年来,随着内河航运的飞速发展,船舶逐步大型化、船舶流量逐年加大,影响通航安全的跨临河建筑物增多,传统的纸质航道图、视觉航标已无法完全满足内河航道助航需求,人工揭示为主的信号台也无法适应控制河段船舶通行指挥的需求,内河助航系统亟需新方法、新技术、新装备提升其效能。电子技术、计算机技术、网络技术、传感技术和无线通信技术的快速发展促进了内河航道现代助航技术的同步发展,使内河航道助航系统被赋予了新的含义,即:为各种内河航道水上活动提供安全信息的设施或系统,其内涵和服务领域都有了很大变化。首先,将助航的服务对象由船舶扩大到各种水上活动;其次,将助航系统提供的信息从助航信息扩大到安全信息。国外现代助航技术的发展和应用领先于国内,早在20世纪90年代,欧盟构建了泛欧统一的内河航运信息服务系统(River Information Services, 简称RIS),该系统将欧洲多个国家不同的内河航运信息服务系统实现了无缝集成与共享,面向各级用户提供比较完善的航运综合信息服务,保障了跨国和跨区域内河航运的高效、经济与安全性,加快了欧洲内河航运业的整体发展^[1]。助航系统实现数字化、信息化和智能化,将船、标和岸连为一体,互联互通,船舶随时随地可以获取标或岸发送的航道、水文、气象和安全信息。基于这一内涵,内河航道助航系统由各种视觉航标、虚拟航标、航道通航环境监测系统和交通指挥系统等组成。我国内河航道助航智能化技术建设开始于“十一五”期间,近期取得快速发展,2009年长江航道局建设了南浏数字航道示范工程,2012年长三角地区内河航道网及京杭运河水系智能航运信息服务物联网应用示范工程开始建设,2015年珠江航运综合信息服务系统工程建设工作正式启动。当前我国内河航道信息化正处于数字航道起步阶段,重点围绕航道要素信息采集、要素信息传输、电子航道图生产制作、航道维护管理与航道要素信息综合服务支撑系统建设以及相关标准规范制定等方面开展研究。随着目前内河航道助航系统向着信息化、网络化和智能化方向发展,其结构越来越复杂,技术含量越来越高,有必要对内河航道助航智能化关键技术进行全面深入的分析和论述,为内河助航智能化系统与装备的开发提供技术指导^[2-3]。

收稿日期: 2015-03-03

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(61273234);交通运输部信息化技术研究资助项目(2013-364-548-200)

作者简介: 刘怀汉(1965—),男,湖北武汉人,教授级高级工程师,主要从事航道工程、水力学与河流动力学方面的研究。

E-mail: LHH1965@126.com

1 内河航标智能化技术

内河航道助航系统中最典型的设施是航标,具有4项功能即定位、危险警告、确认和指示交通。航标按工作原理分类,有视觉航标、无线电航标等。随着计算机技术、AIS技术、卫星导航定位技术和电子海图技术的发展,虚拟航标作为航标前沿技术逐步得到发展和应用。

1.1 视觉航标

视觉航标,又称目视航标,是直观的助航标志,包括固定式和浮动式。广泛设置于沿海及内河上,是一种最重要、最基本的助航标志。内河视觉航标的智能化技术主要体现在航标灯同步闪控制以及状态的遥测遥控等方面。

1.1.1 航标同步闪控制 航标同步闪控制,是通过调整及改变航标灯光的节奏,形成同步闪烁链,提高航标灯光的醒目度,为夜间船舶提供更加清晰明了的航道界线。自20世纪90年代起,世界各国开始在航标上使用同步闪技术,根据2006年国际航标协会IALA大会统计,目前共有47个国家和地区的航标灯上采用同步闪光装置。目前实现航标灯同步闪光控制采用GPS授时,利用编码器调节时钟,实现多个灯光同步。此项技术对信号传播距离不受限制,抗干扰强,同步误差较小。

1.1.2 航标遥测遥控 航标遥测遥控系统是集GPS、无线通信技术、电子航道图为一体的现代化航标监测管理平台,可实现对航标设备故障的快速定位和及时恢复,并提高航标的发光率和完好率,从而降低航标运行管理费用。航标遥测遥控系统包括:航标遥测遥控监控中心、监控分中心以及数据采集终端。航标遥测遥控监控中心负责从监控分中心采集航标设备运行信息,对数据进行存储、显示、处理、报警,编辑、生成、存档、打印和报送航标管理所需的各类报表。监控分中心负责从航标采集终端采集航标运行信息,对数据进行存储、显示、处理、报警,编辑、生成、存档、打印和报送航标管理所需的各种报表,并按时、按需向监控中心上报航标运行信息。通过监控中心的授权,在监控分中心可以通过图形化人机界面,监视、查询航标运行信息,并可向各航标采集终端发送遥控指令,以检查、控制航标的运行状态。航标采集终端是航标遥测遥控系统的基础数据采集平台,负责采集、控制并发送航标的运行参数,执行监控中心下达的遥控指令。

我国内河主干航道的部分航标已更新换代集成了遥测遥控技术,显示出良好的社会和经济效益,当然,这一技术还不完全成熟,存在一些缺陷,主要是遥测遥控终端工作不稳定、遥测遥控系统的兼容性有待提高、覆盖范围有限和终端制造工艺不够先进等,还需要进一步改进和提高。

1.2 无线电航标

无线电助航系统指利用无线电波传播信号技术进行助航的统称,与传统的视觉航标相比,无线电助航系统覆盖范围更加广泛。目前,在内河航道中典型的无线电助航系统有雷达信标、空间定位系统、AIS航标等。

1.2.1 雷达信标(RACON) 雷达信标是工作在水上雷达频段(9和3GHz)的接收/发射设备,以增强某些雷达目标的搜索和识别。目前内河通常采用频率捷变雷达信标,可以在被触发的频率上响应,进而响应可在每次雷达扫描上再显像。为了避免遮蔽雷达显示屏上的其他特征,响应通常以预定的周期开启和关闭。频率捷变雷达信标也能制作成用户选择型,雷达操作员可选择是否抑制雷达信标响应的显示或者其他雷达反射的显示。

随着内河船舶交通流量逐年增加,船舶意外事故也随之增加。在环境较为恶劣的航道,全球定位等方式并不能精确得到被救助者的准确位置,误差较大,给救助带来了很大困难。雷达应答器的产生及时解决了这个问题,对于保障船员的生命安全起到了积极作用。目前雷达应答器不仅仅局限于急救抢险方面的应用,在船舶助航方面也得到了广泛应用。在航标、船舶上安装雷达应答器,船舶就可以通过雷达及时发现航道上航标和船舶的信息,即使在恶劣天气条件下(如大雾)也可以保障船舶的顺利通行。

1.2.2 内河空间定位系统 利用高精度卫星定位,可以有效提高航标位置准确度,从而使得航道测绘更加精确、航线规划更加合理。同时,高精度位置服务在航标智能化管理方面,使管理部门及时掌握航标的精确工作状态与相关信息,做到及时、有针对性地对航标进行维护与检修,使维护人员从巨大工作量和艰苦的工作环境中解脱出来,提高航标可利用率,降低维护成本,提高管理效率。实现内河助航高精度定位关键是需

要开发支持高精度位置服务的 GPS/BD 多模芯片,主要包括:射频前端芯片技术和基带芯片技术。

(1)多模多频卫星定位导航射频前端芯片设计。通过对低噪声 RF-CMOS 射频前端电路的深入研究,进一步开发兼容多种定位导航系统的多模射频前端芯片,实现对 GNSS 信号的接收。RF-CMOS 射频芯片,定位于多模接收,其特点是低成本、低功耗、低噪声指数、抗带内及带外干扰,并具有有效抑制片内射频振荡泄漏,兼容多种导航定位制式和频段。

(2)多模多频卫星定位导航基带芯片研究。采用相关协处理器和 ARM/DSP 结合的基带结构。协处理器模块包括:捕获同步模块、相关器跟踪通道模块、控制单元和 IO 接口模块。其中,捕获同步模块用于实现接收机对卫星信号的粗同步;相关跟踪通道用于实现接收机对卫星信号的实时跟踪,以及测量的产生;ARM/DSP 完成捕获、跟踪、用户 PVT 参数解算以及卡尔曼滤波等定位算法的软件处理。

我国已研发出了具有 100%自主知识产权的 GPS/BD 多模基带芯片,实现了导航设备的完全国产化,打破了国外在该技术领域的垄断地位,彻底解决了我国产业安全和保密安全问题,基于该芯片的定位导航技术已在我国内河助航设施中进行了推广应用。

1.2.3 AIS 航标 AIS 航标是将航标与船舶自动识别系统的应用结合起来,基本原理与船用 AIS 基本一致,通过端口以及各类传感器采集航标的位置信息,航标的用电情况、是否移位、灯质等信息,并通过 AIS 通信方式传送到基于电子江图的显示平台,船舶以及岸台就可以及时了解到航标的状态,正确地帮助船舶通航,发挥助航作用。

(1)AIS 航标报文。在 AIS 的 22 种报文中,用于航标的 AIS 报文主要有 AIS 报文 8、AIS 报文 14 和 AIS 报文 21。AIS 报文 8 发送航标附近的环境情况,包括天气环境和航行环境,天气环境主要包括天气、浪、潮汐等,航道环境主要包括航迹、界限、区域等。报文 21 则包含了航标的大部分信息,属于航标的专用报文。AIS 报文 14 表示与航标安全性相关的报文信息,如果航标发生了损坏或者航标发生了异常状况,在发送报文 21 的同时就会发送这条报文^[4]。

(2)AIS 航标的应用。目前,长江沿线船舶已安装 AIS 船舶自动识别系统设备,可进行船舶避碰、船舶监控,但航标上尚未布设 AIS 航标设备。长江航道局在航标遥测遥控终端设备上增加 AIS 航标功能,由 AIS 航标系统平台控制航标遥测遥控终端,打开或关闭 AIS 广播功能,对航道中过往船舶提供航标自身的位置等状态信息,从而提供无线电导航服务,更方便船舶夜航。AIS 航标设计上采用只发不收的工作模式,其载波频率为 161.975 与 162.025 MHz,带宽 25 kHz,频率误差小于 3‰。

1.3 虚拟航标

虚拟航标(Virtual Aid to Navigation)是指物理上不存在,由经授权的助航服务提供部门发布能在导航系统中显示的数字信息物标,是继视觉航标、无线电航标之后国际航标学会认可的,旨在提升和增强航标管理机关的航标助航服务能力的现代化技术手段。在内河航道中通过电子航道图实现虚拟航标。航标业务系统负责管理虚拟航标基础数据,并生成更新记录。电子航道图生成系统同步获取虚拟航标更新数据,并根据《虚拟航标内容及显示规范》编辑、更新、显示、审核相应的虚拟航标数据,最终输出电子航道图产品。

虚拟航标在我国沿海大连、天津和青岛等海域及长江口得到了广泛使用,在长江等内河航道应用比较少。虚拟航标的局限性限制了其推广应用:①船舶必须安装 AIS 设备和电子航道图才能显示;② AIS 网络具有不稳定性;③ 驾驶人员看不到实体航标在心理上会有一种不踏实和不安全感^[5]。

2 内河通航环境助航智能化技术

内河航道通航环境要素包括:水文(流速、流向、水位、流量、流态)、气象(雨雪雾霾、能见度、风力、风向等)以及其他影响航道的要素(交通流等)。水文要素中水位要素的检测目前已经较为成熟,关键是解决水位站布设以及水位数据处理等问题。气象条件包括雨雪雾霾、能见度和风等要素,目前船舶上均装载有测风仪,雨雪雾霾对航行的影响体现在能见度上。因此,需要重点进行山区航道能见度检测。船舶交通流状态监测主要是服务于控制河段船舶交通指挥,需要实时了解控制河段区域船舶航行动态信息。

2.1 航道水位感知与预报技术

目前在内河航道的水位采集、模拟、利用方面已经有相关研究成果,在准确揭示沿程水位的变化规律、可视化仿真的水位布设技术、精准捕捉沿程水位的变化等方面需要深化研究,在沿程水位拟合、水位短期预测预报方面的模型需要持续优化,以便能更好适应当前航运快速发展所需的高时效、高可靠、内容丰富的快速便捷式水位信息服务。

2.1.1 内河航道水位感知与信息服务需要解决的关键技术

(1) 航道沿程水位感知点布设技术。内河船舶交通流繁忙,地形结构、水文气象复杂,沿程水沙条件及河道特性差异较大,准确揭示沿程水位变化特点,合理规划河段,准确识别影响水位站点布设的关键因素,制定不同河段水位站点的布设原则。

(2) 航道沿程水位感知技术。在航道水位感知点布设原则与方法的基础上,通过分析国内外现有水位感知技术成果,给出适应各具体河段建设需求的水位感知技术方案。

(3) 航道沿程水位短期预测预报技术。结合河道内水流运动特点及上下游水文数据变化,综合运用数值模拟与历史数据统计分析等方法,提出适合航道信息服务的水位预测预报技术方案,并构建专业预报软件系统,为航道资源利用和船舶配载服务。

(4) 水位信息服务与应用关键技术。基于离散采集的航道水位信息,研发支撑软件系统,完成航道水位数据的快速、准确时空重构。分别构建针对航道维护管理和航道综合信息服务业务的水位信息服务模型,对内实现航道尺度的可靠短期预测、支撑主动式航道疏浚维护决策,对外实现基于电子航道图的实测、预测水位信息服务及航道尺度短期预测预报服务。

2.1.2 实测及预测水位信息的服务应用 通过长江电子航道图向船舶终端用户发布水位实测及预测信息是水位信息利用的一种方式。依托建设的水位站,各区域航道局或采取人工观读(人工水尺)或采取水位遥测遥报(水位自动测报站点)的方式获取对应站点的水位信息录入长江电子航道图水位信息管理系统。长江电子航道图系统将依托长江电子航道图船舶终端向各类船舶用户提供实测及预测水位信息。目前有156个长江电子航道图船舶终端投入应用,涉及36家单位100艘船舶。丰富、高时效、可靠的长江干线航道实测、预测水位信息对船舶安全航行决策至关重要,另外,能帮助用户规划合理的航行线路,实现不同吃水船舶根据水位、水深信息自由选择航行区域,实现深水深用、浅水浅用,在很大程度上将提高船舶的通航效率和通航安全性。

2.2 航道可视距离检测与信息服务

航道能见度(可视距离)是影响船舶航行安全的重要因素之一,能见度自动监测是内河“智能航道”的重要组成部分。在航道可视距离检测与信息服务方面,长江航道局根据长江航道的特点,研发了航道能见度监测系统,并通过长江电子航道图(3.0版)信息服务系统提供长江航道能见度信息服务。船用终端系统可实时从服务器获得可视距离观测站的观测结果并显示,当船舶航行前方一定范围内(此范围值可由用户根据需求进行设置)的可视距离小于规定时,终端以语音告警或文字闪烁告警等方式,提前向用户发出提示,以辅助用户进行合理航行决策。

2.3 控制河段交通指挥

2.3.1 控制河段船舶交通指挥关键技术 控制河段是指因航道狭窄、弯曲、通视条件差等因素,不能满足大型船舶间安全会让的航道。控制河段又称限制性航道,即由于水面狭窄、断面系数小的原因,对船舶航行有明显限制作用的航道,包括运河、通航渠道、狭窄的设闸航道、水网地区的狭窄航道,以及具有上述特征的险滩航道等。为保障控制河段通航安全,需设置信号台控制船舶航行的水域。尽管目前内河船舶交通控制智能化技术取得一定发展,但内河控制航段船舶交通指挥智能化研究尚处于起步阶段,需解决如下几个方面问题:

(1) 控制河段船舶交通流信息感知方法。有效地感知控制河段船舶交通动态是实施船舶交通组织的前提条件与基础,由于控制河段山区自然环境的限制,AIS等船舶感知方式的工作环境不理想,有必要建立基于岸基的船舶交通流采集系统,并开展控制河段船舶交通流多传感器融合识别方法研究。

(2) 控制河段船舶交通组织优化。控制河段影响船舶交通组织的因素非常多,如何确定这些因素与船

舶交通排队服务的关联性,如何通过仿真技术优化控制河段船舶交通组织规则等均需要进一步研究。

(3)控制河段上下水船舶到达规律和服务时间分布模型以及控制河段船舶交通流特性。内河控制河段交通流信息难以采集实测数据,因此需要建立控制河段船舶到达规律和服务时间分布模型,但目前并没有一个具备普遍性与有效性的模型。

(4)控制河段船舶指挥系统开发。信号台所有的工作日志、语音记录、操作记录以及船舶通航情况等还无法实现自动记录及历史追溯,难以采用信息化手段规范信号员的工作行为,无法在出现交通事故后利用历史记录来作为确定肇事船舶的有力证据。因此有必要开发控制河段船舶指挥系统,提高控制河段信号揭示的自动化、智能化和信息化水平,提高航道运行效率,同时减轻指挥人员的负担,保障航道运输的安全与畅通^[6-7]。

2.3.2 控制河段船舶交通指挥智能化系统应用 长江重庆航道莲花背信号台是控制河段智能助航系统试点工程,实现对雷达、AIS、CCTV 等系统整合,在统一电子航道图界面上同时显示各控制航道水域的助航信息,如雷达、AIS、CCTV 通行指挥等的数字信息。控制河段交通指挥用户端系统,可以接受控制台发送的实时信号,并控制揭示装置的运行。

3 结 语

本文分析了内河航标以及通航环境助航系统的关键技术,介绍了 AIS 航标、虚拟航标、水位预测预报系统、能见度监测与服务系统以及控制河段交通智能系统在长江航道助航服务中应用范例,可为内河航道助航服务智能化提供一定技术支持。

尽管内河航道助航智能化取得一定的技术成果,但是随着内河智能航运的发展,内河航道智能化尚需广泛深入地研究,建议从以下几方面着手:

(1)内河航道地形要素快速感知技术。航道地形感知是预测航道尺度的基础。针对内河航道地形要素信息无高效检测装备,研制航道地形要素信息定点原型在线观测平台、基于小型 USV (unmanned surface vessel,无人水面艇)的航道地形综合自动采集系统、基于在航船舶采集信息的航道地形数据挖掘系统,解决航道地形感知传感器信息处理、数据传输以及融合分析等关键技术,开发系列化内河航道地形要素快速感知装备。同时运用数学建模与预测方法实现典型河道地形变化短期预测^[8-9]。

(2)内河三维电子航道图开发。内河电子航道图是实现内河航道助航智能化的基础平台,三维电子航道图技术是发展趋势。需要解决航道要素三维建模、航道场景快速渲染、三维电子航道图更新、基于互联网的三维电子航道图应用、三维电子航道图技术标准等关键技术^[10]。

(3)内河航道助航综合集成服务。内河航道助航综合服务系统是助航智能化技术集中体现,也是内河智能航道建设的重要内容。需要开发电子航道图应用系统开发软件工具库,解决基于电子航道图的船舶安全助航、航行规划、辅助疏浚等智能化应用关键技术,开发基于电子航道图的船舶安全助航智能化系统、船舶航行规划系统、辅助疏浚作业系统,建立基于电子航道图的航道服务综合应用与示范平台^[11]。

(4)内河航道助航设施资产管理智能化技术。内河航道助航设施的科学与维护是实现航道助航智能化的重要保证。需要构建内河航道助航设施管理信息平台,研究助航设施资产管理与维护决策支持方法,探索虚拟仿真技术在助航设施管理中的应用^[12]。

参 考 文 献:

- [1] 张兢, 范军. 欧盟 RIS 对我国内河航运信息化建设的启示[J]. 船海工程, 2010, 39(5): 148-150. (ZHANG Jing, FAN Jun. Enlightenments for the informatization construction of inland shipping by the study of RIS[J]. Ship and Ocean Engineering, 2010, 39(5): 148-150. (in Chinese))
- [2] 中华人民共和国海事局. 国际航标协会助航指南[M]. 北京: 人民交通出版社, 2003. (Maritime Bureau of the People's Republic of China. IALA navigational guide[M]. Beijing: People's Transportation Press, 2003. (in Chinese))

- [3] 李国祥,俞建林. 航标遥测遥控系统实现方案的探讨[J]. 水运工程, 2006(8): 74-78. (LI Guo-xiang, YU Jian-lin. On scheme for constructing remote monitoring and measuring system for navigation marks[J]. Port and Waterway Engineering, 2006(8): 74-78. (in Chinese))
- [4] 孙星,吴勇,初秀民,等. 内河航标遥测遥控系统设计[J]. 中国航海, 2011, 34(2): 5-9. (SUN Xing, WU Yong, CHU Xiu-min, et al. Design of tele-metering and remote control system of inland waterway navigation marks[J]. Navigation of China, 2011, 34(2): 5-9. (in Chinese))
- [5] 方晶,吴青,初秀民,等. 基于多功能航标的长江水文信息采集系统研究[J]. 交通信息与安全, 2010, 28(6): 53-56. (FANG Jing, WU Qing, CHU Xiu-min, et al. Development of hydrological information collection system using multi-function navigation mark of the Yangtze River[J]. Journal of Transport Information and Safety, 2010, 28(6): 53-56. (in Chinese))
- [6] 徐峰. 虚拟航标在长江航道中的应用[J]. 水运工程, 2012(3): 119-124. (XU Feng. Application of virtual navigation aids in Yangtze River waterway[J]. Port and Waterway Engineering, 2012(3): 119-124. (in Chinese))
- [7] 毕方全. 信号台信号自动揭示与船舶通行智能辅助指挥系统技术研究[J]. 科技传播, 2011(13): 225-226. (BI Fang-quan. Research on the technology of signal automatic display of signal station and intelligent assistant command system of ship transiting[J]. Science and Technology Spread, 2011(13): 225-226. (in Chinese))
- [8] 严忠贞,严新平,马枫,等. 绿色长江航运智能化信息服务系统及其关键技术研究[J]. 交通信息与安全, 2010(6): 76-80. (YAN Zhong-zhen, YAN Xin-ping, MA Feng, et al. Green Yangtze River intelligent shipping information system and its key technologies[J]. Journal of Transport Information and Safety, 2010(6): 76-80. (in Chinese))
- [9] 白亭颖,朱勇强. e-Navigation 发展研究[J]. 中国海事, 2011(7): 51-55. (BAI Ting-ying, ZHU Yong-qiang. A study of the development of e-navigation[J]. China Maritime, 2011(7): 51-55. (in Chinese))
- [10] 张安民. e-航海中的动态信息服务若干关键技术研究[D]. 武汉: 武汉大学, 2013. (ZHANG An-ming. Research on some key techniques of dynamic information services in e-navigation[D]. Wuhan: Wuhan University, 2013. (in Chinese))
- [11] 郭涛,刘怀汉,王大斌,等. 长江智能航道系统架构与关键技术[J]. 水运工程, 2012(6): 140-145. (GUO Tao, LIU Huai-han, WAN Da-bin, et al. System architecture and key technology research of Yangtze River intelligent waterway[J]. Port and Waterway Engineering, 2012(6): 140-145. (in Chinese))
- [12] 刘怀汉,李学祥,杨品福,等. 长江智能航道技术体系研究[J]. 水运工程, 2014(12): 6-9. (LIU Huai-han, LI Xue-xiang, YANG Pin-fu, et al. System of key technology of Yangtze River intelligent waterway[J]. Port and Waterway Engineering, 2014(12): 6-9. (in Chinese))

Present situation and prospect of intelligent navigation system technology for inland waterway

LIU Huai-han¹, ZENG Hui¹, ZHOU Jun-an¹, LV Yong-xiang¹, CHU Xiu-min²

(1. *Changjiang Waterway Bureau, Wuhan 430011, China*; 2. *Wuhan University of Technology, Wuhan 430063, China*)

Abstract: Intelligence is a development trend of the inland waterway navigation system. Firstly, this paper introduces the key-technologies of the inland waterway intelligent navigation system's design and development in the aspects of buoys synchronous flash and remote controlling, radio beacon, virtual navigation, and so on; secondly, analyses are made on the inland waterway navigation environment factors, a clear summary is given of the key technologies of water level and visibility information services, control of waterway traffic guidance system, and the applications of the Yangtze River waterway intelligent navigation system are briefed. Finally, an introduction is made of the development trend of the inland waterway intelligent navigation system in the future in the aspects of the inland waterway terrain perception, 3D electronic navigation chart, a navigation integrated information service, and navigational facilities asset management.

Key words: inland waterway; intelligent navigation system; AIS buoy; intelligence