



基于 AIS 的控制河段智能通行指挥系统的设计及实现

李良雄

(长江航道工程建设指挥部, 湖北 武汉 430010)

摘要: 长江上游控制河段普遍具有水面狭窄、水流湍急等特点, 严重影响通航安全, 需要通过信号台指挥船舶安全、有序地通行。依靠人工瞭望和 VHF (甚高频) 通话的方式获知船舶状态, 进行信号揭示和指挥的方法已无法满足高密度通行指挥的需要。以控制河段智能通行指挥系统建设为依托, 围绕系统采用的关键技术、功能设计和实现进行分析, 说明该系统有效地克服了传统被动指挥中的不足, 为提升航道服务质量打下了坚实的技术基础。

关键词: 控制河段; AIS; 专家系统

中图分类号: U 617

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2014)11-0039-05

Design and implementation of intelligent command system for controlled waterway based on AIS

LI Liang-xiong

(Changjiang Waterway Engineering Construction Headquarters, Wuhan 430010, China)

Abstract: The signal stations of the controlled waterway is an indispensable part for commanding water transportation safely and orderly in the upper reaches of the Yangtze River due to the natural drawbacks, such as narrow water and rapid flow. The traditional method which is based on the manual observation and VHF communication can't satisfy the requirement of the high density traffic command. This paper analyzes the key technology, functional design and implementation of the system, which is based on the construction of the intelligent command system for the controlled waterway. It is expounded that the system overcomes effectively the shortcomings of the traditional passive command and lays a solid foundation for developing the channel service quality.

Keywords: controlled waterway; AIS; expert system

随着三峡工程的建成以及历年的疏浚与治理, 长江上游河段水流流速虽有所减缓, 航道条件有所改善, 但从总体而言, 长江上游河段仍处于天然状态, 航行条件仍然较差。同时, 由于长江上游沿江经济的高速发展带来了水运的空前繁荣, 航行在长江上游的船舶密度、船型及营运组织形式都发生了很大变化, 大型船舶不断增加, 通航环境日趋复杂, 对控制河段的通行指挥和助航设施提出了更高的要求^[1-4]。因此, 如何提高控制河

段信号台通行指挥效率和水平, 增强控制河段的主动监控能力, 促进航道部门信息的公众服务能力, 降低航道维护成本, 是一个亟待解决的问题。

控制河段是长江上游航道的一个特殊河段, 其通航效率和安全性能将直接影响整个上游航道的通行能力。以通行船舶 VHF (very high frequency, 甚高频) 电话向信号台报告船位, 信号员再通过 VHF 与船舶联系并进一步通过观察确定实际船位, 最后根据通行规则和船舶实际动态的方式进行揭示^[5-6]已

收稿日期: 2014-09-10

作者简介: 李良雄 (1965—), 男, 成绩优异高级工程师, 从事数字航道工程的项目建设及管理工作。

远远不能满足航运高速发展的实际需求。如何提高船舶在控制河段中的通行安全和通行效率，已成为信号台通行信号揭示和指挥面临的重要问题。

为了彻底改变当前控制河段信号台依靠人工揭示通行信号的落后局面，进一步提高航道局的服务质量和水平，依托长江干线数字航道建设，笔者对控制河段智能通行指挥系统涉及的主要技术进行介绍，并对其主要功能的设计和实现进行详细分析。所设计的指挥系统已在长江上游控制河段得到了应用，有效地提高了通行指挥效率和航道部门的服务水平。

1 相关技术

1.1 AIS

AIS (automatic identification system, 船舶自动识别系统) 是近年来发展起来的一种新型助航设备。其广播信息主要包括船舶动态信息、静态信息、航向相关信息和信息更新率等^[6]，这些信息对于系统的智能自动信号揭示及辅助指挥具有重要意义，能够协助判定上下水、位置、距控制河段距离等。

因其克服了 ARPA (automatic radar plotting aid, 自动标绘仪) 雷达存在的信息量少、不能识别目标属性、测物标精度受限、存在盲区、容易受到干扰、信息处理复杂耗时等问题，近年来得到了广泛应用。AIS 系统主要分为船用 AIS 和岸基 AIS 两种，分别应用于船舶和岸站。其主要由主控单元、GPS 模块、VHF 通信模块和船舶设备接口等 4 个部分组成 (图 1)。其中，主控单元是一个内嵌的微处理系统，是系统的控制中心；GPS 模块提供精确的船舶动态信息和时间基准；VHF 通信机工作在海上/航道 VHF 通信频道，完成 AIS 设备间的数字信息交换；船舶设备接口则保证 AIS 与多种船舶设备相连接。

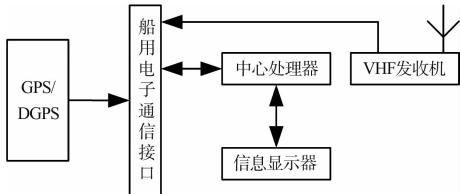


图 1 AIS 的系统组成

1.2 地理信息系统

GIS (geographic information system, 地理信息系统) 是一门关于信息科学、地理学、空间科学与地图学的交叉性学科，是为了采集、存储、检索、分析和显示地理参照数据而建立的计算机化的数据管理系统^[1]。其主要包括地球表面空间要素的位置和属性，与空间要素几何特性有关的空间数据以及提供空间要素信息的属性数据。

简言之，GIS 就是在地理信息的基础上、以可视化方法描述事物属性、管理相关信息的大型集成系统。由于单纯的 GIS 应用具有局限性，所以越来越多的 GIS 与遥感系统、全球定位系统等信息采集系统结合起来使用，并得到了快速的发展。

1.3 专家系统

ES (expert system, 专家系统) 是一种模拟人类专家解决领域问题的计算机智能软件系统，其内部含有大量的某个领域的专家水平的知识与经验，能够运用人类专家的知识和解决问题的方法进行推理和判断，它可以模拟人类专家的决策过程来解决该领域的复杂问题。专家系统是人工智能的一个重要分支，也是人工智能中研究最为活跃和范围最广之一。

一个专家系统应该具有：

- 1) 某个领域的专家级知识水平；
- 2) 可以模拟该领域专家的思维；
- 3) 该领域专家级的解题水平；
- 4) 自学习能力，以便不断更新知识库。

控制河段船舶通行指挥决策专家系统主要由综合数据库、知识库、推理机以及人机接口等组成^[7]，其整体结构如图 2 所示。

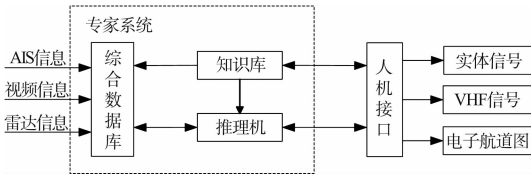


图 2 船舶通行决策专家系统基本结构

2 智能通行指挥系统整体设计

2.1 控制河段概况

长江上游控制河段主要分布于重庆木洞至宜宾合江门之间，全长 420 km，由宜宾、泸州及重庆

航道局的 19 个控制河段和 34 个信号台分别进行管理和维护。由于该区域航道条件不良，船舶只能单行通过，且控制河段上游虽有可供船舶调头的河段但调头位置与下游对驶船舶不能互见^[8]，因此长江航道局在这些地方设置了通行信号台。

信号台主要分为指挥台、预先台和观察台，指挥台的主要职能是根据船舶上下水情况揭示通行信号，指挥船舶单向通过控制河段。预告台和观察台的主要职能是在通行指挥时帮助控制台瞭望超过控制台视野范围内的船舶信息并揭示指挥台所悬示的信号。

但采用传统方式进行信号揭示，通行指挥受信号员业务能力、心情、心理状态等多因素影响，且信号员难以主动掌握船舶准确位置，通行指挥

比较被动，指挥的准确性较差、效率较低尤其是在天气状况恶劣的情况下，更不能有效保证上、下水船舶顺利通行。因此，为了提高指挥效率和准确率，降低工作人员劳动强度，提升信号台的信息化和自动化水平，亟需引入智能控制系统对上、下水船舶进行通行指挥。

2.2 智能通行指挥系统设计

当前控制河段智能通行指挥系统是综合利用 AIS、人工智能、无线通信和机器视觉技术，通过开展基于 AIS 的控制河段船舶动态主动监控、基于人工智能的通行指挥决策专家系统的研究，能实现通行信号自动（手动）揭示、船舶指挥信息的控制管理、多源海量信息保存和热点回溯技术等相关功能，系统工作流程如图 3 所示。

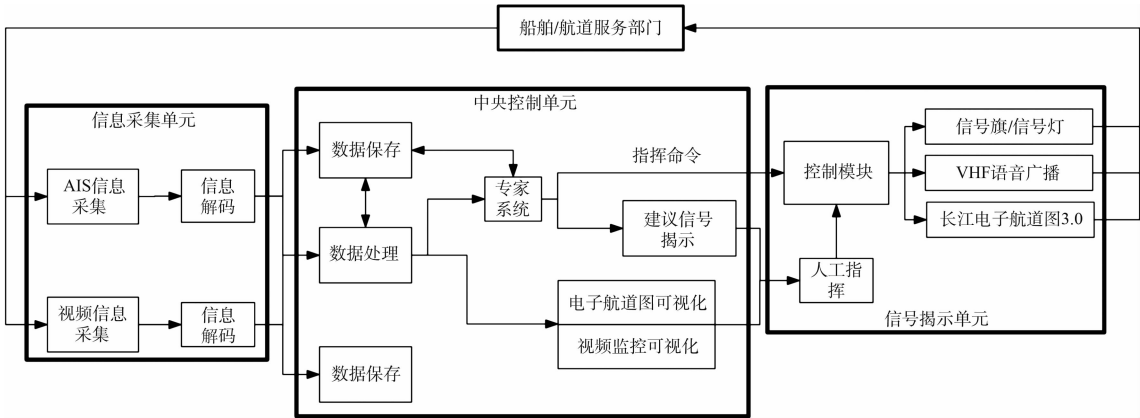


图 3 指挥系统工作流程

从图 3 中可以看出，智能通行指挥系统由中央控制单元、信息采集单元、信号揭示单元和通信单元等 4 个单元组成：

1) 中央控制单元以专家系统为内核，包括专家系统软件和相关数据处理软件。具有综合信息处理、智能辅助决策、控制命令发布、多媒体信息显示等功能，具有友好的可视化操作界面，多种指挥命令发布形式和信息显示方式。

2) 信息采集单元包括 AIS 信息采集模块、视频信息采集模块和音频信息采集模块。其中 AIS 信息采集模块负责与控制区域内的船舶进行数据交换，得到船位、航向、航速等船舶动态信息和必要的静态信息；视频信息采集模块主要完成对控区内船舶的视频监控和解码工作^[9]；音频信息采集模块主要用于记录过往船舶间通话和船舶与

信号台间的通话内容。

3) 信号揭示单元包括 VHF 语音指挥模块、实体信号旗揭示装置和长江电子航道图。语音指挥模块主要包括入区船舶提示、重要地名提示以及利用 TTS 技术通过高频电话向船舶发出点对点指挥命令等功能；实体信号旗揭示装置包括信号旗控制模块、电动机及信号旗。信号旗控制模块根据控制命令驱动电机升降信号旗，同时，通过计算机网络向长江电子航道图系统发布控制河段实时通行信息。

4) 通信单元负责各单元间的数据交流。

3 控制河段智能指挥系统的开发及实现

在充分吸收前文提及的各种先进技术的基础上并根据信号台工作实际的需要，以 C#为主要开发环境并结合 SQL 数据储存等信息技术，成功地

研制了控制河段智能通行指挥系统，其主要通过专家系统自动生成通行指令和规则，实现通行信号的自动揭示。其主要功能如下：

1) 设计并实现了基于 AIS 的控制河段船舶动态主动监控。

在系统实现过程中，主要通过获取 AIS 码文，并计算得到船舶的动、静态监控信息，由此建立船舶动、静态数据库，能够实现对控制河段范围

内的 AIS 船舶动态监控。但由于 AIS 信息滞后的问题，单一地通过已构建数据库的方式并不能够精确显示控制河段内船舶的实时位置，因此基于卡尔曼滤波的控制河段运动船舶轨迹预测算法^[6]被融入到该系统中，并将融合后的结果在长江电子航道图上显示，为及时掌握船舶位置、航向以及航速等基本动态信息奠定了技术基础。软件主界面如图 4 所示。

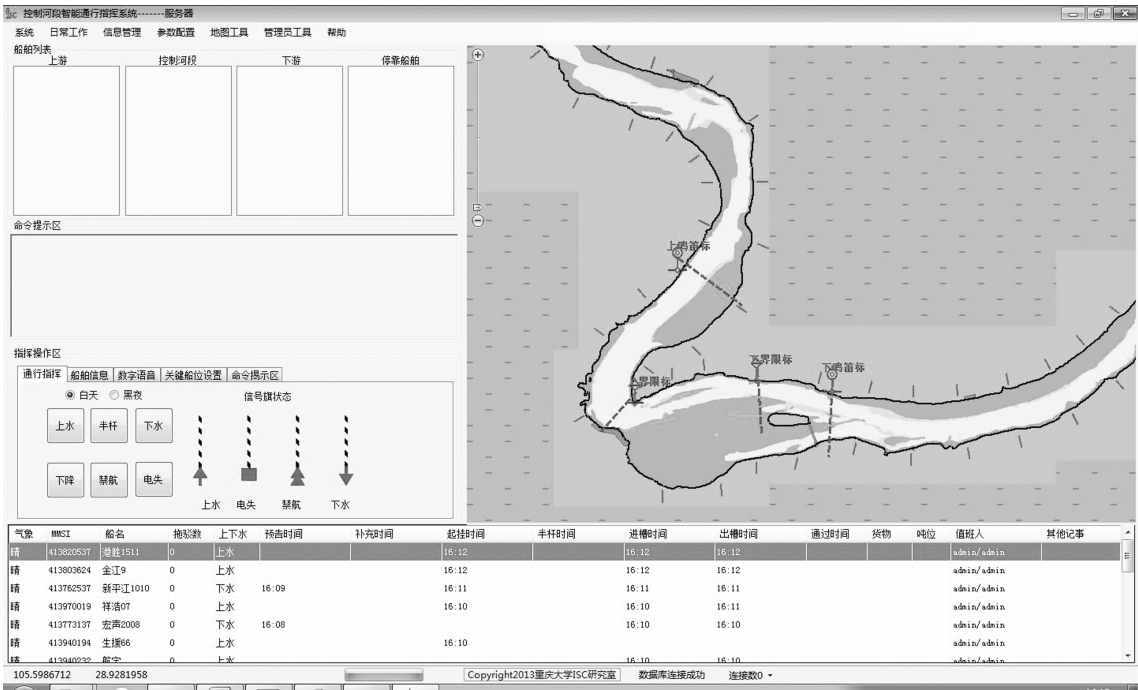


图 4 智能控制指挥系统的主界面

2) 实现了通行信号的多种揭示模式。

专家系统通过实时分析船舶动、静态数据库中的信息，并结合控制河段通行指挥领域的专家水平的知识与经验，构建出船舶通行队列信息，并根据队列信息依次揭示船舶的指挥命令，并分别通过信号旗、互联网向电子航道图等方式揭示通行信号，其结构如图 5 所示。

3) 开发了通行信号揭示及控制子系统。

信号揭示及控制系统主要由信号揭示控制器、信号驱动控制器、传动装置、无线通信模块和电源控制箱组成，实现揭示信号命令生成、传输、识别和信号揭示等功能^[10]，其中信号揭示控制器，主要用于传输专家系统所揭示的信号命令，同时控制 VHF 电话并完成手动信号揭示命令的生成、传输

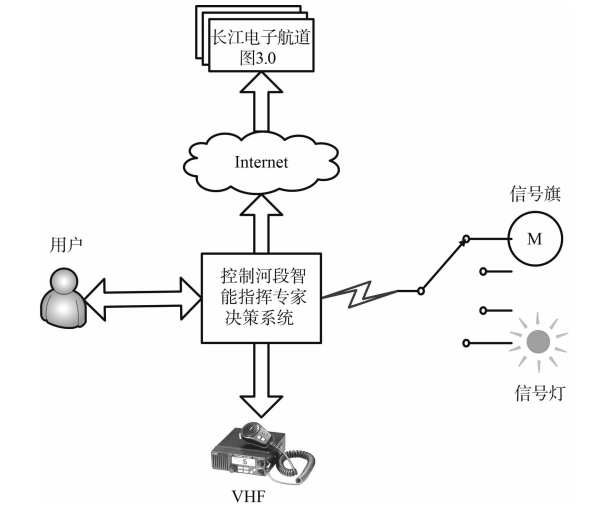


图 5 通行信号自动揭示

和识别等功能；信号驱动控制器主要用于接收信号揭示控制器的控制命令，根据命令传动单元到

达指定位置，并通过无线通信的手段向信号揭示控制器反馈相关状态信息，其框架如图 6 所示。

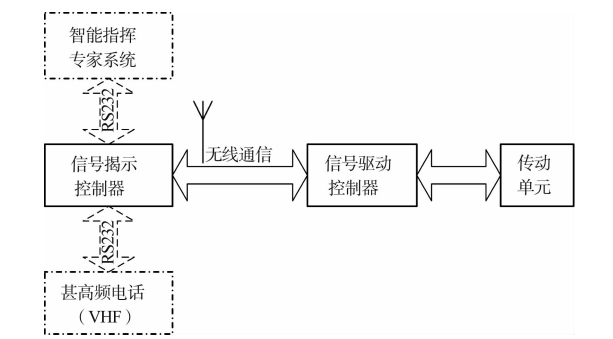


图 6 信号揭示及控制系统框架

4 结语

1) 围绕数字航道建设中“控制河段智能通行指挥系统”的设计与实现中所运用的关键技术，对系统的主要架构和功能进行分析。该系统以 Microsoft Visual Studio 和 Microsoft SQL 为开发平台，以长江电子航道图为可视化平台，其核心是基于 AIS，通过建立专家系统对获取的实时 AIS 信息进行分析判断，形成通行指令，并根据该指令自动进行信号揭示。

2) 系统已成功地在长江上游航道控制河段进行应用，为控制河段通行信号台的自动指挥和无人值守奠定坚实的技术基础。

3) 进一步的工作将从雷达、机器视觉和 AIS 等多源数据融合出发，为控制河段智能通行指挥

系统提供更加丰富和准确的船舶动态信息，提高系统的智能，为智能航道服务。

参考文献：

[1] 毕慧博. 神背嘴信号台智能辅助指挥系统设计与实现[D]. 重庆: 重庆大学, 2012.

[2] 重庆大学, 长江泸州航道局. 控制河段船舶通行智能辅助指挥系统及指挥方法: 中国, CN201110066295. 9[P]. 2011.

[3] 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(211): 225-226.

[4] 钟丽, 靳智, 梁山. 控制河段智能视觉跟踪控制系统设计[J]. 交通科技, 2013(4): 137-139.

[5] 王德军. 控制河段可视化辅助指挥系统设计与实现[D]. 重庆: 重庆大学, 2013.

[6] 赵帅兵, 唐诚, 梁山, 等. 基于改进卡尔曼滤波的控制河段船舶航迹预测[J]. 计算机应用, 2012, 32(11): 3 247-3 250.

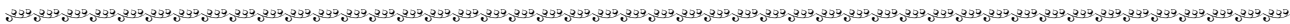
[7] 程伟. 控制河段船舶通行指挥决策专家系统研究与实现[D]. 重庆: 重庆大学, 2014

[8] 柴东. 控制河段船舶视觉监控与违规航行检测方法研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2012.

[9] 靳智, 梁山, 曹芳平. 基于自动识刊系统的长江控制河段船舶视觉伺服跟踪方法[J]. 计算机应用, 2011, 31(12): 3 414-3 421.

[10] 甘少君. 控制河段通行信号自动揭示系统设计与实现[D]. 重庆: 重庆大学, 2013.

(本文编辑 郭雪珍)



· 消 息 ·

振华重工中标 1 000 t 自升式风电安装船项目

10 月 17 日，振华重工成功中标中交三航局 1 000 t 自升式风电安装船设计建造项目，这是振华重工迄今为止承接的最大起重能力的风电安装设备。

该船集大型设备吊装、风电设备打桩、安装于一体，可在水深 40 m 内的泥砂质海域作业。在该项目中，振华重工首次使用了最新研发的新型升降系统，与传统升降系统相比，新系统寿命更长、可靠性更高，适用于各类自升式钻井平台、生活平台、风电安装船等设备。

在风电领域，振华重工目前已成功交付 2 艘专业的风电安装设备，分别为 800 t 风电安装船和 800 t 风电安装平台，投入使用后，性能良好。此外，振华重工还研发出具有完全自主知识产权的双重液压多功能抱桩器，确保在恶劣的海况下高精度完成海上风电机组的吊装与安装作业。该成果打破了国外的技术垄断，为大规模海上风电建设提供了坚实的技术支撑。

(摘编自 《中国交通建设网》)