



利用长江在航营运船舶 终端数据的测深技术方案*

李学祥^{1,2}, 吕永祥³, 刘 洁³

(1. 武汉理工大学, 湖北 武汉 430063; 2. 长江航道规划设计研究院, 湖北 武汉 430011;
3. 长江航道局, 湖北 武汉 430010)

摘要: 航道水深是表征航道条件、开展航道维护决策、指导船舶航行最重要的航道尺度指标。针对日益增长的航道条件动态监测、航道信息服务需求, 在现有航道水深测量、航道水位改正的基础上, 充分利用长江电子航道图船舶终端系统的功能, 探讨在航营运船舶采集的水深数据的接入、传输、存储、处理、可视化与运用等技术问题。基于长江电子航道图船舶终端, 提出了利用在航营运船舶终端数据的测深技术方案, 并就技术方案的实施给出了建议。该方案的实施有助于提升航道水深的监测能力、拓展航道水深信息来源、降低航道水深信息采集成本、提高航道水深信息服务的时效性。

关键词: 电子航道图; 在航营运船舶; 航道水深; 航道检测

中图分类号: U 675.1 文献标志码: A 文章编号: 1002-4972(2016)01-0093-06

Sounding technology based on terminal data of navigating commercial ships in the Yangtze River

LI Xue-xiang^{1,2}, LYU Yong-xiang³, LIU Jie³

(1. Wuhan University of Technology, Wuhan 430063, China;
2. Changjiang Waterway Planning, Design and Research Institute, Wuhan 430011, China;
3. Changjiang Waterway Bureau, Wuhan 430010, China)

Abstract: The water depth is the most important indicator of waterway dimensions to characterize the navigation condition of waterway, waterway maintenance decision-making, navigation guidance of ships, etc. To fit the demand of dynamic monitoring to the condition and information service of waterway, we propose the technology solution using the dynamic water-deep data resource from navigating commercial ships based on Changjiang ENC's, including the water-depth data access, transmission, storage, processing, visualization, application, etc, which are collected by navigating commercial ships, and based on the analysis of current water-depth data collecting methods of inland waterway and by fully using the functions of the Changjiang ENC's terminal system for ships. Furthermore, we put forward suggestions to help implementing the technology solution. By this scheme, we can improve the monitoring ability for the waterway water-depth, expand the data resource of waterway water-depth, reduce the costs for collecting the waterway water-depth data, and improve the efficiency of waterway water-depth information service.

Keywords: ENC; navigating commercial ships; waterway depth; waterway detection

交通运输部《公路水路交通运输信息化“十二五”发展规划》提出: 建设内河航运综合信息服务系统, 强化航道状况、水位水深、水上水下

施工、交通管制、水文气象等信息服务, 并利用网站、呼叫中心、航行广播、短信平台等多种服务方式在内河干线和重要水网地区为通航船舶提

收稿日期: 2015-10-25
*基金项目: 交通运输部 2013 年信息化重大专项 (2013-364-548-200)
作者简介: 李学祥 (1981—), 男, 博士后, 高级工程师, 从事水路交通信息化、数字航道和智能航道的研究。

供航行信息服务。《全国航道管理与养护发展纲要(2011—2015 年)》提出:要建设航道综合信息服务系统,全国航道逐步实现航道实时动态监测、联网便捷服务。然而,作为我国内河水运的主通道,长江航道受流域降水、干支分汇、江湖响应、枢纽运行、地质运动、引水调度等自然演变及人类活动的双重影响,航道要素种类多、变化频繁,通航条件复杂,严重制约着航道条件动态监测能力提升和航道信息服务水平提高。

研究提出合适的技术方案,实现及时采集处理各类航道要素的动静态信息是提升航道条件动态监测能力和提高航道信息服务水平的基础,特别是航道水深信息,是航道尺度的重要指标之一,水深信息的及时掌握既有助于避免船舶搁浅,又可为了解航道淤积变化和碍航情况及时做出航道维护决策提供依据,对船舶安全航行尤为重要^[1]。本研究将航行于某一河段的营运船舶作为一个感知节点,基于长江电子航道图船舶终端,提出了利用在航营运船舶终端数据的测深技术方案,对当前提升航道水深的监测能力、拓展航道水深信息来源、降低航道水深信息采集成本、提高航道水深信息服务的时效性具有重要意义。

1 现状分析及技术背景

当前获取航道水深信息的技术方案主要有两大类:1) 利用单波束、多波束测深系统进行船载移动水深测量。该方法的主要优势是测深数据准确、可靠;劣势是测量成本相对较高,需根据航道条件安排实施,测量工作难以全河段、不间断地进行,在测次之间难以实时反映航道水深变化。2) 利用航道水位的实时遥测遥报数据,默认短期内电子或纸质航道图上的河床地形不变,通过水位改正获得最新的航道水深信息。该方法的主要优势是通过实时的航道水位信息快速反算航道水深信息(航道水位信息的获取相对简单、成熟)。但是航道河床地形始终在变化,特别是对于突变的情况,航道水深信息可能严重失真。目前,受人力、物力、财力等因素的限制,长江干线航道

水深测量执行两个以上水道的长河段 1 年 2 次测量、河床地形变化相对稳定的河段 1 年 3 次测量、河床变化剧烈易于出浅的河段 1 月 1 次测量的标准,与航道养护决策、长江航道综合信息服务对航道水深的时效性要求还有差距^[2]。

在陆路交通领域,基于出租车等社会车辆采集的交通信息进行融合利用已经有成功的案例^[3],在国外也有利用商业船舶进行水深测量试点研究的报道^[4],然而在我国长江等内河尚没有相关的技术方案或试验报道。目前,在营运船舶自身条件方面,通过多年的船舶标准化、大型化、信息化建设,在长江航行的营运船舶的硬件条件得到较大幅度改善,大型船舶已安装了 AIS、定位、航行记录仪、水深仪等辅助助航装置,部分船舶甚至装载有多个简易的水深仪^[5];在长江航道尺度标准方面,长江航道主管单位之一长江航道局在多年航道观测资料分析的基础上,综合考虑航道条件、航运需求、船型特点等因素,研究提出了分年度的长江干线航道维护尺度标准、长江干线航道富余水深标准,包括各河段各月份的最大、最小航道维护尺度标准和富余水深值^[6];在长江电子航道图船舶终端的功能与应用方面,随着长江电子航道图系统的推广应用,仅在 2013 年就已有 30 余艘营运船舶装载有长江电子航道图船舶终端系统,且测试验证显示,通过长江电子航道图船舶终端连接船载测深仪实时采集航道水深的方法是科学可行的(图 1)。

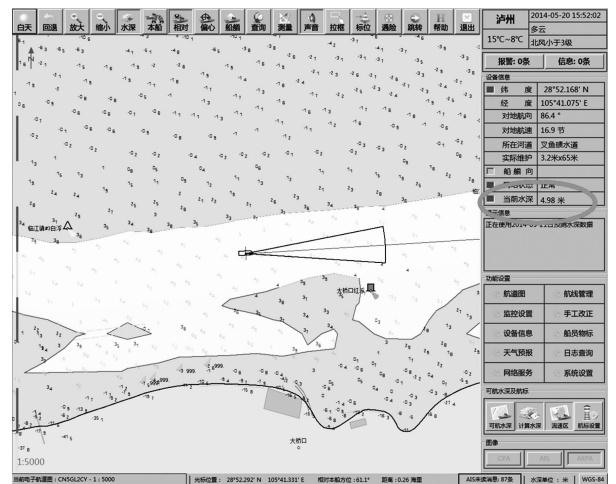


图 1 长江电子航道图船舶终端系统接入测深仪数据

2 利用在航运船舶终端数据资源的测深技术方案

2.1 研究目标及主要技术问题

2.1.1 研究目标

基于“十二五”期长江干线数字航道、长江电子航道图系统建设成果和在航运船舶自带的测深仪等设备, 利用长江沿线公共移动通讯网接入在航运船舶实时采集的航道水深数据, 通过岸端的处理与融合, 结合在航运船舶所在河段的最大、最小航道维护尺度标准和富余水深值, 拓展航道水深测量数据来源, 研判在航运船舶所在水域的河床地形冲淤变化, 实现在航运船舶所在河段实际航道尺度的实时判别与预警。

2.1.2 主要技术问题

1) 在航运船舶静态信息的接入问题 (船名、船号、船舶尺寸、空载吃水、满载吃水以及

- 定位、定姿、测深等设备的安装信息);
- 2) 在航运船舶动态信息的实时接入问题 (船位、测深、姿态、航速、航向、吃水);
- 3) 不同来源在航运船舶动静态信息的实时存储与组织管理问题;
- 4) 实时接收的、不同来源的水深数据质量评价与转换处理问题;
- 5) 基于实时接收、不同来源水深数据的河床地形实时可视化展现问题;
- 6) 基于实时接收、不同来源水深数据的河床地形冲淤变化分析与预警问题。

2.2 总体技术思路

对照拟实现的目标, 结合已有的基础条件, 确立测深总体技术思路 (图 2)。各层次的功能如下:

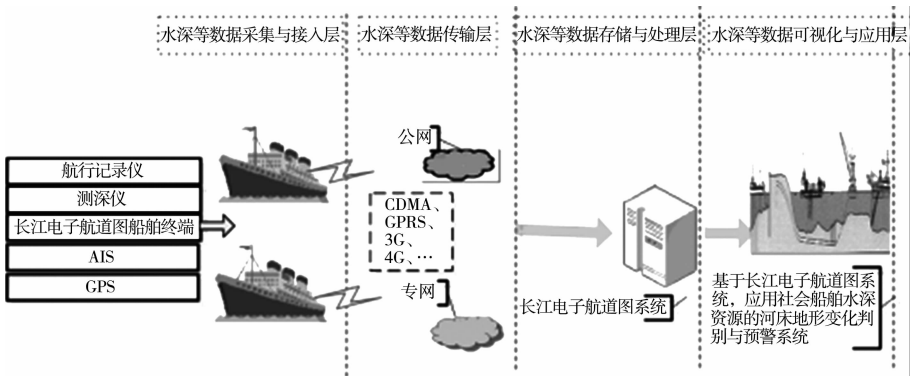


图 2 测深总体技术思路

- 1) 水深等数据采集与接入层。
- 本层主要利用在航运船舶船载的定位、测深、定姿等设备以及长江电子航道图船舶终端等, 通过设备功能扩展与集成, 实时同步采集船位、水深、船舶动吃水、船舶姿态等数据, 并实时接入长江电子航道图船舶终端系统。
- 2) 水深等数据传输层。
- 本层主要利用长江电子航道图船舶终端系统和沿江公共移动通讯网 (将来可以考虑沿江无线传输专网), 经数据编码转换和信号转换后, 实时向岸端发送同步采集船位、水深、船舶动吃水、船舶姿态等数据。
- 3) 水深等数据存储与处理层。

- 本层主要利用岸端的长江电子航道图系统实时接收船端发送的信号, 经信号转换和编码转换后, 提取原始的船位、水深、船舶动吃水、船舶姿态等数据, 并实时存储至长江电子航道图系统数据库 (或单独设计数据库、单独部署) 中, 同时完成水深数据的实时预处理, 形成较为可靠的水深点数据, 并对外提供数据访问的服务接口。
- 4) 水深等数据可视化与应用层。
- 本层主要基于长江电子航道图系统数据及功能服务接口和航道维护尺度、航道预留水深值等基础数据, 利用专业开发的软件系统, 实现基于长江电子航道图底图的营运船舶航行状态实时显

示（单艘或多艘）、船舶采集水深实时显示（连线图）、船舶航行区域航道维护尺度范围内浅点的实时自动搜索与报警（后续根据业务需要，可考虑拓展开其他业务应用）。

2.3 技术方案

2.3.1 水深等数据采集与接入方案

1) 水深等数据采集。

本研究的核心是要利用在航营运船舶的硬件设备资源，不推荐在在航营运船舶上单独部署额外的航道水深感知设备或进行大规模的改造（否则不利于实施），而是利用在航营运船舶自有的测

深设施（一条船上可能有多套）、定位设备、定姿设备等。因此，航道水深等数据的采集依靠在航营运船舶自有的硬件设备实现。这一项方案的实现不需要建设，只需待接入船舶具备水深仪等基本的设施条件，且能保障正常工作即可。

2) 水深等数据接入。

长江电子航道图船舶终端已具备硬件接口，支持各种型号的水深仪、雷达、罗经等外设设备接入，并且已有相关的软件模块，解析水深仪等传出的串口数据，转换为水深数据、船舶姿态等（图 3）。

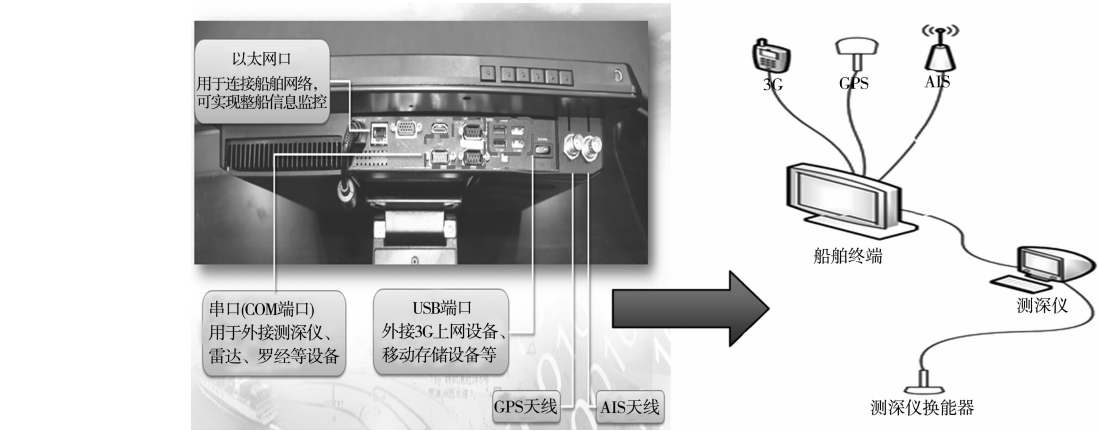


图 3 长江电子航道图船舶终端接入车载测深仪

同时，长江电子航道图船舶终端内嵌有 GPS 定位模块，可以接收 GPS 信号，从而得到终端所在的平面位置数据。因此，水深、位置、时间、船舶动吃水、姿态等动态数据的接入依托长江电子航道图船舶终端实现。多型号测深仪、雷达、罗经等设备的兼容性，长江电子航道图船舶终端配载的定位天线与测深仪的换能器不在同一空间位置，获取原始的定位数据和测深数据在时间上不同步，与岸端交互的报文封装等推荐统一在长江电子航道图船舶终端系统端解决。

2.3.2 水深等数据传输方案

基于水深等数据采集与接入方案，水深、位置、时间、船舶动吃水、姿态等动态数据可以实时接入长江电子航道图船舶终端系统，并完成初步的预处理，而长江电子航道图船舶终端系统已利用沿江的无线公共移动通讯网建立了从船端到

与搭建的岸端服务平台的数据交互链路（图 4）。因此，水深等数据传输依靠长江电子航道图船舶终端系统已有的传输模式实现。这一项方案的实现不需要建设，但依赖长江沿线无线公共移动通讯网的性能。



图 4 长江电子航道图船舶终端系统与岸端数据传输链路

2.3.3 水深等数据存储与处理方案

基于水深等数据采集、接入方案和水深等数据传输方案，岸端服务平台可接收船端实时发送的、经预处理后的水深、位置、时间、船舶动吃水、姿态等动态数据。因此，水深、位置、时间、船舶动吃水、姿态等动态数据的存储与处理依托

岸端服务平台实现，并完成以下处理工作：

- 1) 通过岸端服务平台与船端的部分数据交互协议拓展，实时、准确解析出水深、位置、时间、船舶动吃水、姿态等动态数据；
- 2) 建立船舶监控数据库，实时、快速存储水深、位置、时间、船舶动吃水、姿态等动态数据和相关的船舶静态数据；
- 3) 拓展岸端服务平台的功能接口，满足外部应用实时访问各在航营运船舶的水深、位置、时间、船舶动吃水、姿态等动态数据和相关的船舶静态数据的需求。

2.3.4 水深等数据可视化与应用方案

利用搭建的岸端服务平台对外的公共服务数据接口及相关的功能接口，可以实时获取最新的长江电子航道图数据和各在航营运船舶的水深、位置、时间、船舶动吃水、姿态等动态数据及相关的船舶静态数据。因此，水深等数据可视化与应用主要针对河床地形冲淤变化、实时判别与预警的航道业务应用需求，开展相关软件系统的设计、编码实现及应用部署。软件应具有以下的基本功能：

- 1) 长江电子航道图的实时载入（调用长江电子航道图公共服务平台公共服务接口实现）。
- 2) 以长江电子航道图为底图，在航营运船舶的位置、水深及其他动静态信息的实时平面可视化显示（可调用长江电子航道图公共服务平台公共服务接口实现，见图 5）。



图 5 基于长江电子航道图的在航营运船舶
动静态信息可视化示意

- 3) 以在航营运船舶所在航段的航道实测水位和标准航道维护水深为参照物，经处理后的在航营运船舶采集水深线的实时平面可视化显示（可基于 ARCGIS 平台功能进行二次开发，见图 6）。

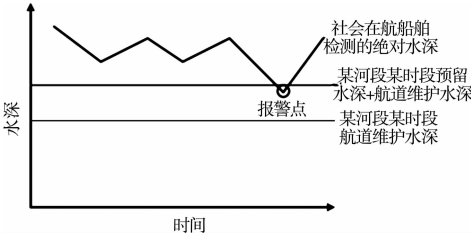


图 6 在航营运船舶检测水深可视化与报警示意

- 4) 以在航营运船舶所在航段的标准航道维护水深和航道水深预留值为参照物，利用航道部门及时勾绘的各航段航道维护范围或者长江电子航道图公共服务平台提供的最大、最小航道维护尺度对应的航道维护范围，通过空间分析实现航道维护范围内的河床地形变化判别与预警（可基于 ARCGIS 平台功能进行二次开发）。

2.4 技术方案实施应重点考虑的因素

- 1) 船载测深仪产品存在多样性，不同的测深仪产品在测深数据精度、测深时空频率、测深数据串口数据格式等方面存在差异。因此，在接入不同类型的在航营运船舶时，必须在接入端统一处理这种因硬件设备与设备接口引起的差异性。
- 2) 目前部分在航营运船舶装载有多套测深系统，如船头、船尾及侧翼，应选择确定测深系统的最佳安装位置或者合理选取其中的一套或者多套同时接入。
- 3) 受风浪、船舶操纵等多方面因素的影响，在航营运船舶的测深数据存在不连续、一定的误差甚至错误。为了保证应用效果，必须对原始的测深数据进行质量评定和粗差处理，否则难以保障应用的准确性。
- 4) 在航营运船舶测深仪测得的水深数据一般是换能器到水底的水深，要转换为航道的绝对水深，还需要考虑换能器到水面的纵向距离，这一般与测深仪的安装位置、船舶动吃水等因素有关。因此，在原始测深数据经粗差处理后，应确定合适的转换规则，在岸端转换为较为可靠的绝对水深。
- 5) 由于测深数据与定位坐标来自不同的检测装置，设备安装空间位置存在差异性，而用于河床冲淤评判需要的是水深点数据。因此，应处理

定位数据与水深数据（甚至船舶姿态数据）采集的同步性，并确定合适的转换规则，在岸端转换为可供利用的水深点数据。

6) 在航营运船舶行进中需要实时向岸端传送船位、水深等动态数据，应合理确定传输频率、传输链路和传输数据格式，并评估对系统供电、通讯费用、传输网络、定位精度等的要求。

3 结语

1) 利用在航营运船舶感知的动静态数据进行航道水深测量应用在技术上可行的，是常规航道水深测量、航道水位改正方法的有益补充。

2) 针对航道水深等数据的采集、接入、传输、存储、处理、可视化、分析应用等环节的技术问题，借助长江电子航道图船舶终端系统的接口功能，利用在航营运船舶自带的水深、姿态等感知设备和沿江无线公共通讯网，并结合河床地形变化判别与预警的业务需求，对岸端长江电子航道图公共服务平台进行岸端数据库与功能拓展，为实现利用在航营运船舶进行航道水深测量技术应用提供了一套可行的方案，有利于整合船端设备、减少实施的建设及维护成本，并提高航道水深的监测能力、拓展航道水深信息来源、降低航

道水深信息采集成本、提高航道水深信息服务的时效性。

3) 扩大长江电子航道图船舶终端系统试点范围，增加在航营运船舶的安装覆盖度，有利于推动实现基于在航营运船舶终端数据进行航道水深测量的规模化应用。

参考文献：

[1] 吕永祥. 长江干线航道要素状态感知与交互技术分析[J]. 水运工程, 2012(9): 153-158.

[2] 李学祥, 严新平. 基于在航船舶动态信息的长江航道要素感知方法综述[J]. 水运工程, 2014(12): 32-37.

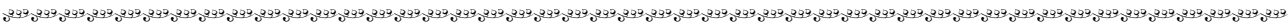
[3] 段宗涛, 康军, 唐蕾, 等. 车联网大数据环境下的交通信息服务协同体系[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2014(2): 108-114.

[4] Meeuwis van Wirdum, Robin Audenaert, Henk Verheij, et al. Pilot wate depth measurements by the commercial fleet[C]. USA: PIANC World Congress San Francisco, 2014.

[5] 张惠荣, 袁章新, 张利中. 船舶动态信息采集与传输关键技术研究[J]. 交通部上海船舶运输科学研究所学报, 2001(12): 82-95.

[6] 长江航道局. 长江电子航道图系统试运行条件下航道维护技术规范[R]. 武汉: 长江航道局, 2014.

(本文编辑 武亚庆)



· 消 息 ·

四航局承建的海口港新海港区开港运营

2015 年 12 月 25 日，四航局承建的海口港新海港区正式开港运营。

此次开港运营的是新海港区一期工程，工程设计变更后合同额为 9.2 亿元，工期 38 个月。主要工程内容包括：10 个万吨级滚装船泊位（由 5 条独立突堤组成），486 m 的顺岸码头及配套客运综合枢纽站工程等。

新海港区工程是海南省和海口市“十二五”期间的重点建设项目。项目建成后，将逐步有序承接海口港秀英港区现有的琼州海峡客滚运输业务，成为海口乃至海南连接广东省主要的路岛运输中心，对深化琼粤两省的经济交流、人文交往和社会合作具有重要意义。

(摘编自 《中国交通建设网》)