



我国内河航道信息化发展现状*

宋成果, 郭涛, 李学祥

(长江航道规划设计研究院, 湖北 武汉 430011)

摘要: 详细介绍我国内河航道及其航运发展概况, 重点梳理长江干线航道、西江航道、京杭运河等我国主要内河航道信息化发展现状, 系统阐述当前内河航道信息化发展中应用的关键技术, 并在以上分析的基础上提出航道信息化发展趋势。现状综合分析结果表明, 我国内河航道信息化建设现阶段整体仍处于向数字化转型的初级阶段。

关键词: 内河航道; 信息化; 航道要素感知; 数据交互

中图分类号: U 611

文献标志码:

文章编号: 1002-4972(2014)12-0020-06

Current situation of development of inland waterway informatization in China

SONG Cheng-guo, GUO Tao, LI Xue-xiang

(Changjiang Waterway Planning, Design and Research Institute, Wuhan 430011, China)

Abstract: This paper introduces the development of the inland waterways and shipping in China, especially in the main inland waterways in China including the trunk waterways of the Yangtze River, Xijiang waterway and the Grand Canal, expounds the key technologies in the development of inland waterway informatization, and puts forward the development trend of inland waterway informatization in China. The research result shows that currently the inland waterway informatization construction is at the initial stage of development in general.

Keywords: inland waterway; informatization; scene of elements of waterway; data interaction

传感器、计算机、卫星定位、实时监测、无线传输等信息技术的发展应用, 大大推进了交通信息化建设。至“十一五”期末, 高速公路已建设收费、监控和通信三大支撑系统, 实现了20个省(区、市)高速公路联网监控, 28个省(区、市)高速公路联网收费^[1]; 铁路已建设铁路运输管理信息系统、客票预订与发售等系统, 涵盖了铁路运输组织、客货营销、经营管理的各主要环节^[2]; 民航也相继建立信息网络系统, 形成了以空管通信网络和商务网络为骨干的两大专用通信网络, 覆盖离港、飞行、到港、市场销售、服务等业务流的各职能环节^[3-4]。信息技术在交通领域的应用, 不仅提高了运输效率、保障了通行安全,

还有助于降低油耗、减少环境污染, 其经济社会效益十分显著。

与交通领域其他行业相比, 内河水运具有运能大、能耗小、成本低、占地少、污染轻的天然优势, 是我国综合交通运输体系的重要组成部分。截至2012年底, 全国内河航道共有通航里程12.50万km, 万吨级及以上泊位369个, 2012年共完成货物吞吐量38.96亿t, 是公路运输货运量的12.2%^[5]。但与高速公路、铁路、民航等行业信息化建设始于20世纪70、80年代不同, 我国内河航道信息化建设起步于21世纪初, 存在起步晚、规模小、投入少等不足, 信息化水平总体相对落后, 水运信息化优势无法得到充分发挥。

收稿日期: 2014-10-06

*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: 宋成果(1988—), 男, 硕士, 助理工程师, 从事水路交通信息化、航道智能化研究。

近几年, 随着内河水运提升为国家战略, 我国内河航道加快了信息化建设, 并取得了一定成效。

1 我国内河航道及其航运概况

我国内河航道资源丰富, 形成了以长江干线、西江航运干线、京杭运河、长江三角洲高等级航道网、珠江三角洲高等级航道网、18 条主要干支流高等级航道组成的“两横一纵两网十八线”内河航道布局^[6]。至 2012 年末, 全国内河等级航道通航里程达到 6.37 万 km, 占总里程的 51.0%, 各等级内河航道通航里程如表 1 所示。

表 1 2012 年我国各等级内河航道通航里程统计 km

航道等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级	VI 级	VII 级
通航里程	1 395	3 014	5 485	8 366	8 160	19 275	18 023

目前, 我国主要内河等级航道的通航里程分布如表 2 所示。

表 2 我国主要内河等级航道通航里程分布 km

主要内河航道	等级航道 总里程	各等级航道通航里程			
		I 级	II 级	III 级	IV 级
长江干线	2 837.6	1 140.1	1 283.5	384.0	30.0
西江航运干线	854.0		690.0	164.0	
京杭运河	1 025.7		646.5	379.2	
黑龙江	1 861.0		967.0		894.0

随着我国内河航道特别是高等级航道的快速建设, 我国内河航运随之不断发展, 内河货运量持续增加: 2009—2012 年间, 我国内河航道货运量由 15.68 亿 t 提升至 23.02 亿 t, 4 年内增长了 46.8%; 与此同时, 我国内河船舶数量先增后减, 船舶日益大型化: 船舶数量由 16.48 万艘增至 16.58 万艘后又降至 16.52 万艘, 船舶功率与船舶平均净载质量则持续稳定增长。我国内河航道货运及船舶发展情况如图 1 和图 2 所示。

受货运量快速增加、船舶密度增大以及船舶大型化等因素影响, 我国内河航道通过能力有限和通行安全保障难度增大等问题日渐突出。为确保航道安全畅通, 在采用传统航道养护方式的基础上, 急需推进内河航道信息化技术的应用, 以充分挖掘已有航道资源潜力, 充分实现航道信息资源共享。

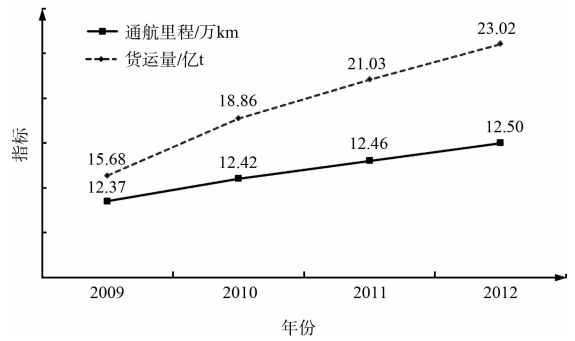


图 1 我国内河航道及货运量历年增长趋势

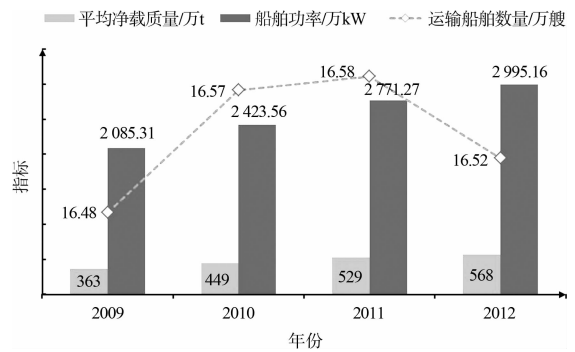


图 2 我国内河船舶发展趋势

2 我国主要内河航道信息化发展现状

国外发达国家内河航道信息化建设较早: 密西西比河在 20 世纪末已开始将智能运输系统、差分全球定位系统等先进的通信和导航技术应用到航道信息采集和分析中, 为航道的规划、建设、管理、养护及服务提供了支持和参考^[7]; 莱茵河在 1940 年后开始逐步实现了信息技术标准的统一, 于 20 世纪 90 年代末期开始了莱茵河导航计划, 实现了 ENC 在船舶雷达显示图像上加载、航段通行信号智能控制以及航道维护管理智能分析决策等内河航运综合信息服务。

与国外发达国家相比, 我国内河航道信息化建设起步晚、发展水平相对落后, 但随着我国内河航道信息化工程建设逐步推进, 以长江黄金水道为代表的内河航道信息化水平不断提升, 在电子航道图系统研发应用等部分领域甚至呈现赶超国外发达国家内河航道信息化水平的趋势。

2.1 长江干线航道

长江干线航道上起云南省水富港, 下至上海市的入海口, 全长约 2 838 km, 是我国东西水运交通的“黄金水道”。长江干线航道信息化建设引

领我国内河航道信息化发展方向。

长江干线航道大规模信息化建设起步于21世纪初,至今已围绕航道信息化基础设施、航道测量基础设施及装备、电子航道图系统、数字航道等先后开展了多项重大信息化建设工程。目前,长江干线航道正按照“十二五”期确立的“一主六分七中心、一图一站三平台”的总体框架有序推进数字航道工程建设^[8]。现阶段信息化建设取得的主要成果有:

1) 航道信息采集设施设备。

已实现航标遥测遥控系统、水位遥测遥报站点、视频监控终端系统、可视距离测报系统、多波束测深系统以及航道维护船舶导航监控终端系统的建设,并构建了覆盖6个区域航道局和80个航道管理处的数字化测绘体系,初步形成了“长江航道局——二级单位—航道管理处—航道维护船舶”的四级网络骨架。

2) 航道养护管理及对外服务。

建设了支撑办公、人事、财务、会务、科研、基建、档案、资讯发布等管理业务信息系统及配套设施;局部河段实现航道远程动态监测和航道养护生产的联网管理;研发了长江电子航道图(3.0版)系统,形成多种航道信息服务方式。

为加快长江航道发展转型升级,长江航道局提出到2015年实现长江航道从传统航道跨入数字航道、智能航道的建设目标^[9],并拟在长江兰家沱至大埠街河段开展智能航道示范工程建设^[10],以建成全面感知、广泛互联、深度融合、智能应用、机制完善和高效服务的智能航道。

2.2 西江航道

西江是珠江水系的重要组成部分,西江航运干线是指南宁至广州航道,是我国内河水运规划“两横一纵两网”主骨架中的一横,对促进沿岸及珠三角地区经济发展有着重要作用。

西江航道信息化主要起步于建国以后,2013年实施数字航道建设工程,逐步构建航道动态监测平台、航道维护管理平台和航道信息服务系统。西江航运干线信息化建设成果主要有:

1) 在航道维护技术方面,航标设置由最初国家设置的标准航标发展到之后的太阳能自动化航标,逐步实现了航标远程监控;

2) 在航道管理技术方面,广西贵梧段航标远程测控、航道水情测控、船舶定位监控和航标运行信息数据库管理的管理技术的运用;

3) 在航道测量及信息化技术方面:引进GPS测量技术和电子测距仪对航道进行测量,贵港至梧州航道航标远程测控系统与航道GIS部分建成并投入应用。

根据西江黄金水道建设规划,西江将重点建设航道数字化、管理信息化的支撑保障系统工程,以提升航道整体通过能力。

2.3 京杭运河

京杭大运河南起杭州,北到北京,途经四省两市,贯通海河、黄河、淮河、长江、钱塘江五大水系,全长约1794 km,其信息化建设以苏北运河和苏南运河为典型代表。

1) 苏北运河(蔺家坝船闸下游引航道—长江六圩口):长404 km,建有10个航运梯级28座大型现代化船闸。苏北运河信息化建设主要起步于“十五”期末,建设成果主要有:①建成了苏北运河全线航道的数字地图;②研发了航道的信息管理系统、航道自动化测量系统、船闸管控一体化系统;③建设了规费征收系统、视频监控系统、办公自动化系统。目前,苏北运河正围绕“一网一库一图”开展信息化建设,将逐步建立全线航道通信网络、建设苏北运河综合数据库、建立集二维与三维于一体、多种地图格式叠加并存的电子航道图,全面推进苏北运河航道现代化建设。

2) 苏南运河(长江谏壁口门—江浙交接鸭子坝):长224 km,是京杭运河上运量最大,密度最高的河段之一。2011年6月苏南运河无锡段依托京杭运河苏南段“四改三”航道整治工程建设了无锡“感知航道”信息化示范工程,该工程在内河航道率先使用物联网技术,构建了航行船舶、航道水下部分、航道运行状态、航道水文信息、

航道两岸设施、航道健康状态等状态感知系统, 实现了苏南运河无锡段全天候、全区域、全过程的及时、动态、准确监控。“感知航道”初步构建了智能航道基础体系, 对其他内河航道信息化建设具有典型示范作用。

2.4 黑龙江水系

黑龙江水系是东北地区综合交通运输网不可缺少的重要组成部分, 主要通航河流有黑龙江、松花江、嫩江和乌苏里江等。黑龙江省航道通航里程 5 495 km, 其中俄界航道 2 593 km, 省界航道 795 km^[11]。“十五”期末, 黑龙江水系开展了黑龙江航务信息管理系统一期、二期工程建设, 经“十一五”期和“十二五”期建设, 其信息化建设取得的成果主要有:

1) 网络数据系统: 以省航务局为中心节点, 构建了省交通运输厅、省航务局、部分直属单位的三级网络体系结构; 构建了 SQL 数据库系统。

2) 应用服务系统: 开发了黑龙江航务管理信息系统、航道生产调度系统, 建立了对外信息服务网站。

根据黑龙江省水路交通信息化 2004—2017 年发展规划, 黑龙江水系将在 2017 年前全面推动电

子政务的建设与发展, 加速建设水路交通信息数据库和水路交通地理信息应用系统, 以充分利用信息化技术挖掘水路运输潜力。

纵观我国主要内河航道信息化发展现状, 现阶段我国主要内河航道已基本构建了航道管理信息系统和航道业务基础数据库系统, 初步实现了电子航道图系统建设, 正逐步推进数字航道建设相关工程, 助航设施维护、航道测量以及电子航道图服务等业务初步实现了信息化。然而, 当前我国内河航道信息化建设仍基本以数据存储、网络传输、航道测量、电子办公等信息化的设备设施配备为主, 仍存在干流与支流、发达地区河段与欠发达地区河段航道信息化发展不平衡问题, 其信息化水平整体上仍处于由传统人工模式向数字化模式转型的起步阶段。

3 内河航道信息化关键技术应用现状

当前我国内河航道信息化主要围绕航标、水位等航道要素信息采集开展, 应用的主要关键技术有航道要素感知技术、航道数据资源交互技术以及航道业务信息化应用技术等。航道信息化数据具体流程如图 3 所示。

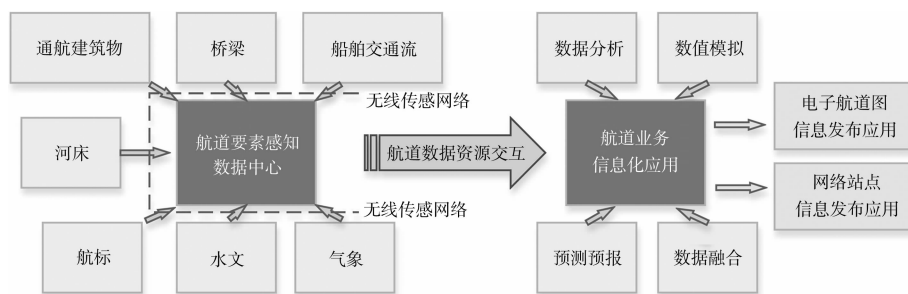


图 3 内河航道信息化数据流

3.1 航道要素感知技术

航道要素包括航道自身要素信息和对航道有影响的环境要素信息^[12], 具体包括河床地形、航道水文、航标、通航建筑、桥梁、船舶交通流以及气象等信息。航道要素感知是航道信息化发展的基础, 其涉及的关键技术主要有:

1) 航标遥测遥控技术: 航标遥测遥控系统是集数据采集存储、无线数据通信、GPS/北斗、以

及无线扩展等功能于一体的遥测遥控平台, 负责航标位移、航标灯状态、航标附属设备状态等工作情况的远程监测与控制。

2) 航道水文感知技术: 航道水文信息主要包括水位、水流速、水流向等信息。我国水文测报信息化发展以水利部门为主, 主要采集水位、流量和雨情等信息。

3) 河床地形测量技术: 河床地形测量技术

主要包括传统光学仪器（水准仪、经纬仪和全站仪等）测量技术、新型仪器（超声波、单波束、多波束）测量技术以及 GPS 数字一体化测量技术。

4) 船舶交通流监测技术：船舶交通流监测技术主要通过应用 CCTV（视频监控系統）、AIS（船舶自动识别系统）、雷达监测等技术实现过往船舶信息的全面动态感知。

3.2 航道数据资源交互技术

航道数据资源包括对内日常管理、维护相关信息和对外服务信息，具体分为组织机构信息、行政许可信息、行政处罚信息、建设项目信息、航道信息、生产计划、航标信息、测量信息、船舶机务信息、财务信息、科技信息等。航道数据资源交互主要通过构建标准、统一的数据库、网络传输体系，实现各类资源的数据共享和信息融合。当前我国内河航道数据资源交互技术应用主要以长江干线数字航道和无锡感知航道为代表，在数字航道、智能航道建设工程中制定了系统的数据存储、交换标准，为其进一步推广应用奠定了基础。总体而言，航道数据资源交互中仍以航道管理日常办公、航道要素信息的数字化为主，其他数据资源信息化程度相对较低，不同类别数据资源交互程度较低。

3.3 航道业务信息化应用技术

航道业务主要包括航道养护业务和航道信息综合服务业务两部分。航道养护主要包括助航设施维护、航道探测与测量、水位（潮位）观测、航道疏浚维护、船舶通行指挥以及航道应急救援等方面内容；航道信息服务则主要依托门户网站和船舶终端两类方式实现。航道业务信息化应用技术不仅对航道要素感知信息进行综合分析，还对数值模拟、预测预报等数据进行深度融合，以提供全面、丰富的信息化应用，其服务途径主要为电子航道图系统和航道信息门户网站。数值模拟技术目前在内河航道河床演变分析研究中应用比较广泛，可提供河床变化、滩槽冲刷等航道信息预测；预测预报技术主要应用在内河沿程中短

期水位预测预报中，通过预测水位信息可进一步预测水深变化情况，进而为船舶合理配载、提前规划航行路线提供科学依据，可有效提升航道利用率。

航道信息化关键技术方面，内河航道信息化进程中采用了航道要素传感技术以及数据资源交互技术以及信息化应用等技术，各类技术的应用是实时采集航道信息、实现资源共享和提升信息管理服务能力的重要保障。但总体而言，信息化技术在应用过程中仍存在不少问题有待解决，主要包括：1) 感知数据的种类有限，精度和时效性不足；2) 数据交互传输网络可靠性、安全性存在不足；3) 业务信息化应用系统稳定性、便捷性仍有待提升。

4 我国内河航道信息化发展趋势

2014年交通运输部工作会议提出加快以“智慧交通”为关键的“四个交通”建设，提出要“以现代化、科学化、信息化、标准化为途径，加快长江等内河航运发展”，我国内河水运现代化、航道信息化建设势在必行。结合我国内河航道信息化及其关键技术发展应用现状分析，新形势下航道信息化发展趋势主要有：

1) 感知航道范围逐步扩展，感知航道要素更全面。

航道要素信息感知是航道信息化的基础。随着感知技术和无线传感功能网络技术的日益成熟，航道要素感知将更准确、可靠、经济，航道感知范围和感知内容也将随之逐步扩展，可全面实现河床、水位、航标、能见度、风速、风向、工作船舶等航道管理和航道服务所需航道要素信息的感知。

2) 数据资源进一步整合、共享。

数据资源是航道信息化的核心。随着我国内河航道现代化建设进程逐步推进，我国主要内河航道已初步实现数据资源的信息化和共享，但整体而言仍存在整合范围有限、数据资源标准不统一、共享程度低等问题，数据资源的整合、共享仍是航道信息化建设的一大内容。

3) 航道管理服务逐步数字化、智能化。

航道管理服务逐步数字化、智能化是航道信息化的目标。我国内河航道将进一步推进电子航道图、门户网站的建设,在深度融合所需航道要素的基础上,切实提升航道对内管理效率和对外服务水平,充分发挥航道信息化优势。

参考文献:

[1] 交通运输部. 公路水路交通运输信息化十二五发展规划[R]. 北京: 交通运输部, 2011.

[2] 周玉洁. 浅谈铁路信息化建设[J]. 科技咨询, 2010 (19): 20-25.

[3] 民航信息化发展现状与展望[J]. 交通运输系统工程与信息, 2001, 8(3): 258-260.

[4] 彭勃. 助力民航信息化[J]. 中国民用航空, 2013(11): 60-61.

[5] 交通运输部. 公路水路交通运输行业发展统计公报[R].

北京: 交通运输部, 2013.

[6] 交通运输部. 全国内河航道与港口布局规划(2006—2020年)[R]. 北京: 交通运输部, 2007.

[7] 王志全, 缪秋岗. 关于长江航道信息化建设的思考[J]. 天津航海, 2013(4): 36-38.

[8] 交通运输部规划研究院. 长江航道“十二五”建设规划数字航道建设实施方案[R]. 北京: 交通运输部规划研究院, 2011.

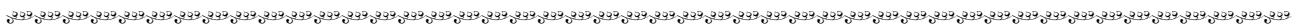
[9] 吕永祥, 何乐, 陈琳, 等. 长江数字航道和智能航道的分析与思考[J]. 交通科技, 2013(2): 161-164.

[10] 熊学斌, 吕永祥. 长江兰家沱一大埠街河段智能航道建设实施方案研究[J]. 水运工程, 2012(11): 161-164.

[11] 王军. 黑龙江省航道信息化建设研究[J]. 黑龙江水利科技, 2012(2): 21-23.

[12] 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.

(本文编辑 郭雪珍)



(上接第 15 页)

技术,为沉排施工质量检测和智能化管理提供可行性实施方案。本文研究的沉排施工检测是基于二维的超声成像信息来进行的,不能完全反映水下沉排施工真实情况,下一步研究中,建议开展基于三维成像技术的水下沉排施工状态监测技术,从而完善沉排施工检测技术在航道整治工程中的应用,推动长江航道整治工程科技创新,促进长江航道整治工程建设又快又好的发展。

参考文献:

[1] 陈晓云, 周冠伦, 刘怀汉. 长江中游航道整治技术研究[J]. 水道港口, 2005(5): 7-14.

[2] 赵建虎, 王爱学, 王晓, 等. 侧扫声纳条带图像分段拼接方法研究[J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2013(9): 1 034-1 038.

[3] 吕永祥. 荆州航道整治工程安全生产管控一体化技术方案[J]. 水运工程, 2014(5): 127-131.

[4] 尹天鹤, 张丰, 刘仁义, 等. 一种基于航迹线文件的声纳图像裂缝处理方法[J]. 武汉大学学报, 2009(3): 37-39.

[5] 孙其博, 刘杰, 黎彝, 等. 物联网: 概念、架构与关键技术研究综述[J]. 北京邮电大学学报, 2010(3): 1-9.

[6] Ehlers, Manfred. Segment based image analysis and image fusion [C]// Florida: ASPRS Annual Conference 2007: Identifying Geospatial Solutions, 2007: 193-204.

[7] Li C, Kao C Y, Gore J, et al. Implicit Active Contours Driven by Local Binary Fitting Energy[C]// Minneapolis: IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2007: 1-7.

[8] Zhang L, Bao P, Wu X L. Multiscale LMMSE-based image denoising with optimal wavelet selection[J]. IEEE Transactions on Circuits and System for Video Technology, 2005, 15(4): 469-481.

[9] Tsai A, Yezzi A, Willsdy A S. Curve evolution implementation of the mumford-shah functional for image segmentation, denoising, interpolation and magnification[J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2001(8): 1 169-1 186.

(本文编辑 武亚庆)