

内河运输工程系列丛书

NEIHE DIANZIJIANGTU
YU XINXI XITONG YANJIU YU SHIJIAN

内河电子江图 与信息系统研究 与实践

陈伟 编著



武汉理工大学出版社

内河运输工程系列丛书

内河电子江图 与信息系统研究与实践

陈 伟 编著

• 武 汉 •

图书在版编目(CIP)数据

内河电子江图与信息系统研究与实践/陈伟编著. —武汉理工大学出版社, 2001. 6

ISBN 7-5629-1689-6

I. 内… I. 陈… III. 内河运输-技术管理-研究 IV. U69

武汉理工大学出版社出版发行

(武昌珞狮路122号 邮编:430070)

武汉市科普教育印刷厂印刷

*

开本:850×1168 1/32 印张:8 字数:208千字

2001年6月第1版 2001年6月第1次印刷

印数:1—1100册 定价:20.00元

(本书如有印装质量问题, 请向承印厂调换)

《内河运输工程系列丛书》编委会

主任委员:

严新平 武汉理工大学教授、副校长

委员:(以姓氏笔划为序)

王建国 南京油运公司人教处处长

田东明 中国船级社武汉分社副总经理

齐传新 武汉理工大学航运学院教授

朱国伟 武汉理工大学能源与动力学院教授

陈伟 武汉理工大学信息工程学院副院长

李勇 武汉理工大学航运学院院长

李玉连 南京航运学校校长

邱振良 武汉理工大学航运学院教授

杨建国 武汉理工大学能源与动力学院院长

沈稀杰 重庆交通学校副校长

钟儒昆 武汉海事局副局长

胡继山 南京油运公司副总经理

袁宗祥 中国长江海事局副局长

高孝洪 武汉理工大学能源与动力学院教授

高鸣涵 武汉理工大学出版社编审、总编辑

龚道平 武汉长江交通科技股份有限公司安全总监

董家兴 中国长江航运集团职工大学校长

魏志刚 长江航道局高级工程师

秘书长:

马南琦 武汉理工大学能源与动力学院副教授

总责任编辑:

杨学忠 武汉理工大学出版社副编审

出版说明

江河湖泊不仅养育了中华民族,也慷慨地赐予了我们舟楫之利。尽管历史的航船已把我们载入 21 世纪,但回首看,20 世纪 70 年代“万舟竞发”的内河运输的辉煌历史却依然历历在目。今天,由于铁路、公路和航空运输的崛起,使得内河运输“风光不再”。可是,内河运输所具备的节能、低成本和不占用宝贵的土地资源等诸多优点决定了它存在与发展的必然性。毫无疑问,内河运输一定会尽快地走出低谷,重新走向辉煌。

今天的企业竞争就是科技的竞争、人才的竞争和管理水平的竞争。提高企业的科技含量,培养一大批高素质的人才,加强企业的科学管理,是提高内河运输企业竞争力的重要措施。提高内河运输企业的科技含量,就是要不断地采用高新技术,如电子江图、计算机控制与管理等新技术手段,提高船舶营运的安全性和经济性。加强企业的科学管理,就是要不断地提高管理人员的素质,改变管理人员的知识结构,以适应船舶现代化管理的要求,如船舶电气设备的管理、船舶计算机控制系统的维护、船舶计算机管理、高速船舶驾驶技术等。管理出效益,内河运输企业竞争力将会伴随着管理水平的提高而不断得到加强。

鉴于此,我们内河运输工程系列丛书编委会决定,编写并出版一套“内河运输工程系列丛书”,奉献给工作在内河运输企业的各位同仁,藉以推进内河运输工程科学技术的发展,为振兴内河运输事业尽微薄之力。

根据目前的实际情况,我们暂时拟定出版的书籍有:《内河电子江图与信息系统研究与实践》、《内河船舶电气设备的原理与维护》、

《船舶计算机控制》、《船舶计算机管理》、《高速船舶驾驶技术》、《内河引航导论》、《内河船舶主机遥控与维护》、《水体污染与船舶防污》等。其中,《内河电子江图与信息系统研究与实践》和《内河船舶电气设备的原理与维护》将于 2001 年底前正式出版发行。

我们深知,内河运输是一项系统工程,以上所列书目无法涵盖内河运输工程所涉及的方方面面的科学技术的内容,我们欢迎并期待着各位同仁和有识之士加盟我们的行列,献智献力,共同迎接内河运输第二个灿灿的春天!

内河运输工程系列丛书编委会
武汉理工大学出版社
2001 年 7 月

内容提要

本书系统地论述了内河电子江图与信息系统的产生与基本概念、系统构成、设计技术和实现方法。首先从地理信息系统基本概念和方法、电子海图的发展与应用讨论了电子江图与信息系统研究与开发的背景以及所涉及的应用技术,包括电子地图数据库的设计、电子江图的生成与信息显示、基于电子江图模拟引航的计算机技术以及典型河段信息显示与模拟引航的实现。然后介绍了内河船舶综合导航系统的基本概念、系统组成与功能、综合导航系统模块设计思想以及电子江图在内河船舶综合导航系统中的应用前景。

本书技术性强,内容丰富,涉及电子江图应用系统开发与设计的前沿学科领域,包括地理信息系统(GIS)的基本应用、电子海图显示与信息系统(ECDIS)、内河模拟引航的基本理论和建模以及电子江图模拟引航设计思想。本书可作为交通信息工程及控制专业硕士研究生和航海技术专业高年级本科生的教材或参考书,也可供从事内河船舶驾驶理论与实践研究、教学与培训、航运管理部门、数字化长江研究单位和相关计算机应用科学研究人员参考。

序

内河航运是国民经济发展的重要组成部分。随着“九五”期间国家加大对内河航道的整治,航行条件得到了改善。同时,我国对外贸易的持续发展,内地及长江沿线的货物运输,特别是大宗散货及特种货物的运输,利用船舶运输具有运量大、费用低廉并可实现江海直达等特点。

电子与信息技术的发展,传统的驾驶技术和航运管理面临着严峻的挑战。海洋船舶驾驶技术,随着电子海图系统在船舶上逐步普及,电子海图显示与信息系统(ECDIS)被认为是继雷达/ARPA之后在船舶导航方面又一项伟大的技术革命,成为提供综合信息业务的船舶重要辅助决策系统,在保障船舶安全航行和提供全方位的信息服务方面将发挥越来越重要的作用。

我国内河航运技术由于受不同地区以及不同航道条件的限制,驾驶技术的发展在一定程度上滞后于海上。内河船舶驾驶技术长期依靠纸质内河航道航行参考图、雷达航行参考图和驾驶员的经验来保证船舶运输安全和从事运输管理。随着内河航运事业的发展,航道的整治以及新技术、新设备在内河船舶驾驶技术中的应用,特别是海上运输贸易中海船进江和江海直达的需要,新型的船舶导航和信息系统必将促进内河船舶驾驶技术的发展。因此,加强新技术在内河航运方面的研究,利用现代信息技术所提供的强大功能,研究内河电子江图及信息系统实现技术及在交通运输安全与管理方面的应用,对适应现代信息条件下内河船舶驾驶技术的进步是非常有必要的,也是可行的。

本书内容是课题组承担交通部重点科研项目《内河引航实验室建设及其关键技术研究》的成果总结。课题组全体成员经过两年

的努力,在深入研究内河船舶操纵和引航技术的基础上,将近年来发展迅速的 GIS 技术应用于电子江图的开发,探索基于内河电子江图与信息系统的内河模拟引航技术,在内河引航中的应用方面作出了具有开创性的工作,摸索出了一定的经验。希望在此基础上进一步加强研究,充分应用现代信息技术所带来的新成果,为内河航运技术的现代化作出新的努力。

中国航海学会内河
船舶驾驶专业委员会 高孝洪
主任委员、博士生导师

2000 年 2 月于武汉

前 言

进入 21 世纪,各发达国家都为最终解决交通问题,以保障交通安全性、运输效率、能源和环境保护以及舒适性等问题,以现代电子信息技术为依托,倾全力进行智能运输系统(ITS)的研究和开发,并已陆续取得了一些研究和应用成果。

智能运输系统是将先进的信息技术、数据通讯技术、电子传感技术、电子控制技术以及计算机处理技术等有效地集成运用于整个运输管理体系,而建立起来的一种在大范围内、全方位发挥作用的,实时、准确、高效的综合运输和管理系统。我国已提出把智能运输系统(ITS)作为未来交通运输领域发展的重要方向和推进国民经济信息化的一项重要任务。

作为交通运输方式之一的内河运输是国民经济发展的重要组成部分,有着极其重要的作用。特别是我国适航河流多,里程长,有着发展内河运输的优越条件。加之我国能源、粮食、原材料产地分布和生产布局又不平衡,内河运输具有不可替代的作用。但内河航运和其他几种运输方式相比,仍是最薄弱的环节,它的优势还没有得到充分的发挥,所以有必要加强对内河航运的开发,加快内河运输业的发展,也尽快实现内河运输的信息化、智能化,提高内河运输的效率和安全性。这就需要有完善的信息系统,来管理内河信息资源,实现内河的智能化、现代化管理。

内河引航是引导船舶在内河水道中安全航行的技术,主要根据航道、水文、气象、航行障碍物、助航标志等情况和有关法规、规章,结合本船的航行与操纵性能,对复杂多变的航行条件及规律进行分析,准确而迅速地判定船位,采取正确的引航措施引导船舶安

全航行。

近年来,随着市场经济的发展和人们时间观念的加强,以及高速公路的飞速发展,陆上交通取代了一部分内河运输。尽管如此,内河运输以其运量大、费用低廉、投资少且能实现水陆联运和江海直达等特点,在交通运输中还是具有不可替代的地位。但是,在这个以发展求生存的社会,内河运输的管理依然很落后,在利用信息技术和现代化管理手段方面还跟不上时代步伐。为实现内河航道各种复杂信息的综合化、数字化管理,首先就需要建立一个保障交通运输安全性的现代化管理信息系统,方便管理和查询。

内河船舶驾驶技术长期依靠纸制内河航道航行参考图、雷达航行参考图和驾驶员的经验来保证船舶运输安全和从事运输管理。随着内河航运事业的发展,航道的整治以及新技术、新设备在内河船舶驾驶技术中的应用,特别是海上运输贸易中海轮进江和江海直达的需要,新型的船舶导航和信息系统对内河船舶驾驶技术必将产生深刻的影响。因此,加强新技术在内河航运方面的研究,利用现代信息技术所提供的强大功能,研究内河电子江图及信息系统实现技术及在交通运输安全与管理方面的应用,对适应现代信息条件下内河船舶驾驶技术是非常有必要的。

同时,利用现代科学技术,特别是 GIS 和计算机网络技术,充分研究内河航运的特点,把基于经验的驾驶技术经过总结和提炼,上升到理论的高度,有必要建立电子江图与信息系统。(1)有利于培养现代技术条件下合格的内河航运驾驶、营运与管理人才;(2)有利于交通基础设施的规划——内河航道的整治和运输环境的改善、交通运输安全性能的提高,特别是提供在对于枯水、中水、洪水不同水位情况下航道的各种信息查询,对指挥抗洪、防洪的决策机构有较好的参考价值;(3)有助于引航人员的驾驶,为驾驶人员提供可视化的地理环境,实现导航系统中引航和模拟方面的应用,成为自动可靠地引导内河航道上船舶航行的重要基础依据。同时,电

子江图与信息系统对于管理部门,例如船舶调度、安全、事故分析、营运、港口规划、航道管理和环境保护等方面有着更加广泛的用途。

本书内容是课题组承担交通部重点科研项目《内河引航实验室建设及其关键技术研究》的成果总结。第一章提出了基于 GIS 的电子江图与信息系统技术及实现方法。第二章概述了本书的应用基础——地理信息系统的基本原理和方法。第三章介绍了电子海图的发展和应用。第四章讨论了电子江图与信息显示系统的设计以及典型河段电子江图与信息显示的实现。第五章分析和研究了内河模拟引航基础——内河船舶运动数学模型以及基于电子江图模拟引航的计算机软件实现技术。第六章探讨了内河船舶综合导航系统模块设计和电子江图在内河船舶综合导航系统中的应用。

本书在编写过程中,得到了内河船舶驾驶教育界的前辈邱振良教授和齐传新教授的热心鼓励和大力支持,并提出了许多有益的建议。齐传新教授仔细地审阅了编写大纲,并在学会工作百忙之中担任了本书的审校。著名学者、中国航海学会内河船舶驾驶专业委员会主任委员高孝洪教授也热情为本书作序。英国船商公司的张尧博士为本书的编写提供了有益的资料。正是由于这些德高望重的专家教授的热情鼓励,才使本书在基础比较薄弱的环境下得以完成。

本书由陈伟编著。赵鹏编写了第 1 章和第 6 章的部分内容,硕士生刘美生和王志松编写了第 4 章的部分内容,博士生牟军敏编写了第 5 章的主要内容。全书由齐传新教授担任主审。

由于电子江图与信息系统及其在内河航运中的应用是一门正在探索的技术,再加上由于作者水平有限,书中的缺陷和谬误实所难免,恳请读者批评指正。

编著者

2001 年 2 月

目 录

1 绪论	(1)
1.1 概述	(1)
1.2 地图学与电子地图	(2)
1.2.1 地图学概述	(2)
1.2.2 电子地图	(3)
1.3 地理信息系统(GIS)方法	(5)
1.4 电子海图与航海技术	(8)
1.5 基于 GIS 的电子江图与信息系统技术及实现方法	(9)
1.5.1 采用 GIS 系统的必要性	(9)
1.5.2 电子江图与信息系统中的数据库	(10)
1.5.3 电子江图中的目标对象分析	(11)
1.5.4 电子江图的生成与信息显示技术	(12)
1.5.5 基于电子江图与信息系统的模拟操纵技术	(13)
1.6 电子江图与信息系统在内河交通运输安全与管理中的作用	(14)
 2 地理信息系统概述	 (16)
2.1 地理信息系统导论	(16)
2.1.1 地理信息系统的基本概念	(16)
2.1.2 地图与空间信息	(17)
2.1.3 地理信息系统与相关学科的关系	(21)
2.1.4 地理信息系统的发展	(25)
2.2 GIS 的组成及其功能	(26)

2.2.1	地理信息系统的组成	(26)
2.2.2	地理信息系统的功能	(28)
2.3	GIS 的空间数据处理	(32)
2.3.1	空间数据输入	(32)
2.3.2	空间数据压缩编码	(39)
2.4	GIS 的数据组织	(45)
2.4.1	GIS 的数据	(45)
2.4.2	栅格数据	(46)
2.4.3	矢量数据	(47)
2.4.4	矢量与栅格数据转换	(48)
2.5	GIS 的空间数据管理	(51)
2.5.1	数据库的管理	(51)
2.5.2	数据模型	(52)
2.5.3	地理信息系统数据库及其设计	(53)
2.6	空间信息分析的基本方法	(55)
2.6.1	空间信息量算	(56)
2.6.2	空间信息分类	(57)
2.6.3	叠加分析	(59)
2.6.4	网络分析	(60)
2.6.5	缓冲区分析(邻域分析)	(62)
2.6.6	空间统计分析	(63)
2.7	地理信息系统开发与应用	(64)
2.7.1	地理信息系统的开发	(64)
2.7.2	地理信息系统的应用	(65)
2.7.3	地理信息系统实施的几个阶段	(67)
3	电子海图的发展与应用	(73)
3.1	电子海图的作用、制作及沿革	(73)
3.2	定义和基本概念	(76)
3.3	系统功能与基本组成	(79)

3.3.1	系统功能	(79)
3.3.2	系统组成	(82)
3.4	电子海图的国际规范和标准	(84)
3.5	电子海图与信息显示应用系统	(85)
3.5.1	电子海图应用系统硬件基本组成	(85)
3.5.2	电子海图应用系统软件模块组成	(86)
3.6	电子海图系统应用前景	(89)
4	电子江图显示与信息系统	(94)
4.1	电子江图应用系统基础	(94)
4.1.1	江图的内容与用途	(94)
4.1.2	江图的绘制	(104)
4.1.3	电子江图的生成及其显示原理	(107)
4.1.4	电子江图与电子海图的异同	(114)
4.2	电子江图数据库的分析与设计	(116)
4.2.1	电子江图数据库需求分析	(116)
4.2.2	电子江图数据库逻辑结构设计	(117)
4.2.3	电子江图数据库物理设计	(122)
4.3	电子江图数据库的实现	(128)
4.3.1	电子江图数据库的建库流程	(128)
4.3.2	比例尺、地图投影及坐标系统	(129)
4.3.3	数据库实现方法与步骤	(130)
4.4	电子江图显示与信息系统设计	(138)
4.4.1	系统概述	(138)
4.4.2	系统的开发流程	(139)
4.4.3	电子江图的开发	(140)
4.4.4	数据库的建立	(147)
4.4.5	模拟引航技术	(150)
4.5	典型航段电子江图与信息显示的实现	(152)
4.5.1	系统的主控程序	(152)

4.5.2	系统的主要功能模块	(152)
4.5.3	系统的主要菜单	(153)
4.5.4	系统的程序设计	(157)
5	内河模拟引航基本理论	(173)
5.1	内河航道、助航标志及引航原理	(173)
5.1.1	内河航道	(173)
5.1.2	助航标志	(176)
5.1.3	引航原理	(177)
5.2	雷达模拟引航	(178)
5.3	电子江图模拟引航	(181)
5.4	电子江图模拟引航数学模型	(183)
5.4.1	数学模型概述	(183)
5.4.2	基本模型	(188)
5.4.3	水动力模型	(190)
5.4.4	螺旋桨及主机工作模型	(199)
5.4.5	舵力模型	(203)
5.4.6	多桨舵组合装置水动力模型	(203)
5.4.7	浅水模型	(204)
5.4.8	风中航行模型	(206)
5.4.9	流中航行模型	(207)
5.4.10	数值求解	(207)
5.5	基于电子江图模拟引航的计算机软件实现	(210)
5.5.1	软件实现的总功能(总目标)	(210)
5.5.2	系统原理总框图	(210)
5.5.3	系统软件结构图	(211)
5.5.4	船舶(队)操纵运动数学模型解算	(211)
6	内河船舶综合导航系统	(217)
6.1	综合导航系统概述	(217)

6.2	系统组成与功能	(218)
6.2.1	基于电子海图的综合船桥系统	(218)
6.2.2	内河船舶综合导航系统	(219)
6.3	综合导航系统模块设计	(221)
6.3.1	综合导航系统硬件设计	(221)
6.3.2	综合导航系统软件设计	(222)
6.4	电子江图在内河船舶综合导航系统中的应用 ...	(224)
6.4.1	电子江图的要求	(224)
6.4.2	电子江图中的目标	(225)
6.4.3	电子江图的应用	(228)