



湖北省学术著作出版专项资金资助项目
现代航运与物流:安全·绿色·智能技术研究丛书



交通信息及其应用

Traffic Information and Its Application

吴建华 著



武汉理工大学出版社
WUTP Wuhan University of Technology Press



湖北省学术著作出版专项资金资助项目

现代航运与物流：安全·绿色·智能技术研究丛书

交通信息及其应用

吴建华 著

武汉理工大学出版社

内 容 简 介

本书是作者在从事多年交通信息及其应用理论研究与实践的基础上完成的。全书共分8章,主要内容包括交通信息数学模型的建立,交通信息的采集、处理、分析、传输、存储及数据库技术,交通信息的电子海图显示技术,船舶自动识别系统及综合应用平台的开发,交通信息综合应用实例等。既有理论研究成果,也有应用程序验证,并在武汉、汕头、深圳、北极东北航道等多地进行了实际应用,取得了良好的应用效果。本书可以作为高等学校交通运输工程、交通信息工程及控制、导航与信息工程等专业的教材,也可以作为海事管理部门的参考用书,为海事安全保障提供技术指导与借鉴。

图书在版编目(CIP)数据

交通信息及其应用/吴建华著. —武汉: 武汉理工大学出版社, 2017. 12

ISBN 978-7-5629-5673-0

I. ①交… II. ①吴… III. ①交通信息系统-高等学校-教材 IV. ①U495

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 288394 号

项目负责人:陈军东

责任编辑:夏冬琴

责任校对:刘 凯

封面设计:兴和设计

出版发行:武汉理工大学出版社

社 址:武汉市洪山区珞狮路 122 号

邮 编:430070

网 址:<http://www.wutp.com.cn>

经 销:各地新华书店

印 刷:湖北恒泰印务有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:25.25

字 数:624 千字

版 次:2017 年 12 月第 1 版

印 次:2017 年 12 月第 1 次印刷

定 价:96.00 元(精装)

本社购书热线电话:027-87785758 87515778 87515848 87165708(传真)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。

• 版权所有 盗版必究 •

现代航运与物流:安全·绿色·智能技术研究丛书

编审委员会

主任委员:严新平

航运物流与交通规划技术系列主任委员:张培林

内河航运技术系列主任委员:黄立文

船港设备绿色制造技术系列主任委员:袁成清

交通智能化与安全技术系列主任委员:吴超仲

委员(按姓氏笔画为序)

邓健	甘浪雄	田高	白秀琴	刘正林
刘明俊	刘敬贤	刘清	牟军敏	杨亚东
杨学忠	肖汉斌	吴建华	吴超仲	初秀民
张矢宇	张培林	陈宁	周新聪	袁成清
钟鸣	黄立文	黄珍	蒋惠园	蔡薇

秘书长:杨学忠

总责任编辑:陈军东

出版说明

航运与物流作为国家交通运输事业的重要组成部分,在国民经济尤其是沿海及内陆沿河沿江省份的区域经济发展中起着举足轻重的作用。我国是一个航运大国,航运事业在经济社会发展中扮演着重要的角色。然而,我国航运事业的管理水平和技术水平还不高,离建设航运强国的发展目标还有一定的差距。为了研究我国航运交通事业发展中的安全生产、交通运输规划、设备绿色节能设计等技术与管理方面问题,立足于安全生产这一基础前提,从航运物流与社会经济、航运物流与生态环境、航运物流与信息技术等角度用环境生态学、信息学的知识来解决我国水运交通事业绿色化和智能化发展的问题,促进我国航运事业管理水平与技术水平的提升,加快航运强国的建设。因此,武汉理工大学出版社组织了国内外一批从事现代水运交通与物流研究的专家学者编纂了《现代航运与物流:安全·绿色·智能技术研究丛书》。

本丛书第一期拟出版二十多种图书,分为船港设备绿色制造技术、交通智能化与安全技术、航运物流与交通规划技术、内河航运技术等四个系列。本丛书中很多著作的研究对象集中于内河航运物流,尤其是长江水系的内河航运物流。作为我国第一大内河航运水系的长江水系的航运物流,对长江经济带经济发展的促进作用十分明显。2011年年初,国务院发布《关于加快长江等内河水运发展的意见》,提出了内河水运发展目标,即利用10年左右的时间,建成畅通、高效、平安、绿色的现代化内河水运体系,2020年全国内河水路货运量将达到30亿吨以上,拟建成1.9万千米的国家高等级航道。2014年,国家确定加强长江黄金水道建设和发展,正式提出开发长江经济带的战略构想,这是继“西部大开发”“中部崛起”之后的又一个面向中西部地区发展的重要战略。围绕航运与物流开展深层次、全方位的科学研究,加强科研成果的传播与转化,是实现国家中西部发展战略的必然要求。我们也冀望丛书的出版能够提升我国现代航运与物流的技术和管理水平,促进社会经济的发展。

组织一套大型的学术著作丛书的出版是一项艰巨复杂的任务,不可能一蹴而就。我们自2012年开始组织策划这套丛书的编写与出版工作,期间多次组织专门的研讨会对选题进行优化,首期确定的四个系列二十余种图书,将于2017年年底之前出版发行。本丛书的出版工作得到了湖北省学术著作出版专项资金项目的资助。本丛书涉猎的研究领域广泛,在这方面的研究成果众多,首期出版的项目不能完全包含所有的研究成果,难免挂一漏万。有鉴于此,我们将丛书设计成一个开放的体系,择机推出后续的出版项目,与读者分享更多的我国现代航运与物流业的优秀学术研究成果,以促进我国交通运输行业的专家学者在这个学术平台上的交流。

现代航运与物流:安全·绿色·智能技术研究丛书编委会
2015年8月

前 言

船舶在航行过程中会涉及通航环境信息、舱室环境信息、船舶航行信息等交通信息。交通信息技术及应用则是利用现代科学技术在交通领域开展的与交通信息有关的科学活动,具体表现在对交通信息的采集、处理、分析、存储及显示过程中运用现代计算机技术、网络技术、移动通信技术、数据库技术、地理信息技术等技术及数学工具,开展交通信息的基础理论研究工作及其在相关领域的应用推广。即将到来的无人船时代更是将船舶航行状态、船舶通信导航信息、船舶驾驶操控等通过信息化技术应用到极致的一种实例。因此,系统传授交通信息及应用知识具有实际应用价值。

笔者在多年积累的对交通信息理论研究和实验应用的基础上完成了本书,书中给出的应用实例基本是作者研发的成果。首先介绍了在交通信息处理中常用的数学工具 MATLAB,并运用此工具建立神经网络模型,在第 7 章船舶自动识别系统及应用平台的应用功能模块中提出了将神经网络模型应用到船舶交通流量的自动统计中。运用 MATLAB 建立相关函数模型,研究了自相关性在 GPS、声相关计程仪、雷达同频干扰抑制中的应用。运用 MATLAB 建立迭代算法模型,并给出了 GPS 测码伪距算法实例。

对于传统的交通信息数据采集传感器设备如卫星接收机、雷达、测深仪、罗经、计程仪、VDR、RFID、无线传感器等,在研究了数据输出协议的基础上,通过计算机与真实设备连接,编程实现了相关数据的采集实验并给出了相应的实例供广大读者学习参考。

研究了对交通信息数据压缩、聚类的处理方法,在分析交通信息传输技术的基础上,在 AIS 综合应用平台上通过网络实现了服务器与客户端之间文本文件传输的测试,建立了 USB-CAN 自定义协议,并给出应用实例,首次提出了利用 AIS 实现汉字传输的方法,在第七章第四节给出了实用实例。

交通信息存储到数据库中保存起来可以为后期的数据分析提供支撑,保存方式有 txt 文本文件、Excel 文件、Access 文件等形式,可供读者根据实际应用选择,本书分别对它们的存储、读取技术进行了详细的讲解并给出了作者自己开发的研究实例。另外系统地讲授了 MySQL 数据库编程技术,该数据库是基于网络服务器和客户端的形式实现远程数据的存取,在开发交通信息系统时非常实用,在 7.5 节中给出了作者开发的应用实例。交通信息显示的最佳平台是电子海图,在电子海图上可以将各种交通信息可视化动态显示,并且放大、缩小操作简单,快速查询方便实用,利用电子海图二次开发技术可以将其集成到交通信息应用系统中作为显示终端,本书将所研究的电子海图应用实例推荐给读者,并在 7.6 节中给出开发实例。

目前在船舶上广泛使用的船舶自动识别系统(AIS),具有信息的传输、采集、解析、存储、显示过程,是交通信息应用系统的典型代表。在本书中详细讲解了作者研发的具有自主知识产权的 AIS 综合应用平台的开发过程,可供读者参考使用。同时基于该综合应用平台,给出了一些作者研发的应用实例。基于 AIS 的船舶交通流的实时感知技术,可以在线观测船舶交通流的分布;AIS 轨迹异常的自动检测与修复算法中,提出了 AIS 异常轨迹的分类方法;AIS 网络性能指标实时监控技术可以实时监控 AIS 网络通信状态等。

书中最后给出了交通信息综合应用实例,作为在系统学习了本书之后,引导读者独立研究交通信息应用系统的范例。船舶安全预警分析技术在借鉴船舶领域概念的基础上,研究通过信息技术将其在电子海图上进行可视化显示;基于 AIS 的风流压差自动预测技术,利用 AIS 接收周围船舶航行信息,通过信息处理,达到预测周围水域风流压差的目的;移动 VTS 技术,为了解决 VTS 存在观测盲区的问题,首次提出使用移动 VTS 技术来解决的方法;航道水深自动监控技术,提出使用 AIS 将观测点的水位传输到观测站监控的方法;基于 AIS 的航道通航安全评估,利用 AIS 传输船舶尺寸、船舶所在处的水深等信息来综合评价船舶的通航能力;GPS 罗经应用技术,详细讲述了作为未来极地航行的航向传感器设备 GPS 罗经的原理。

本书是在课题组多年的科研实践的基础上完成的,既有理论研究成果,同时也开发了软件应用系统,在武汉、汕头、深圳、北极东北航道等多地进行了实际应用,取得了良好的应用效果。本书在撰写过程中得到刘克中、肖进丽等老师的帮助和支持,书中大量实验数据的获取来源于 AIS 综合应用平台,同时本书参考了一些国内外文献,在此一并表示深深的谢意。本书可以作为高等学校交通运输工程、交通信息工程及控制、导航与信息工程等专业的教材,也可以作为海事管理部门的参考用书,为海事安全保障提供技术指导与借鉴。

吴建华

2017 年 4 月

目 录

1 交通信息及其应用概论	(1)
1.1 概述	(1)
1.1.1 交通信息的内涵	(1)
1.1.2 交通信息的研究方向	(2)
1.1.3 交通信息的研究对象	(2)
1.2 交通信息应用技术	(9)
1.2.1 计算机开发平台	(9)
1.2.2 数学工具及系统建模	(14)
1.2.3 信息的采集技术	(16)
1.2.4 信息的处理与分析技术	(17)
1.2.5 信息的存储技术	(18)
1.2.6 信息的显示技术	(18)
1.3 交通信息应用系统	(19)
1.4 交通信息技术的发展	(23)
1.4.1 e-航海概念提出的背景	(23)
1.4.2 e-航海概念的定义	(25)
1.4.3 e-航海概念的一些需要注意与解决的问题	(25)
1.4.4 有关国际组织的“e-航海(e-NAVIGATION)”的实施计划	(26)
1.4.5 各国在“e-航海(e-NAVIGATION)”方面的一些实践情况	(27)
2 交通信息数学模型	(29)
2.1 MATLAB 数学工具	(29)
2.1.1 MATLAB 操作基础	(29)
2.1.2 MATLAB 的基本运算	(33)
2.1.3 MATLAB 编程基础	(35)
2.1.4 MATLAB 多项式计算	(39)
2.1.5 MATLAB 统计函数	(41)
2.1.6 MATLAB 绘图功能	(44)
2.1.7 MATLAB 混合编程	(48)
2.2 神经网络模型	(54)
2.2.1 神经网络工具箱快速入门	(56)
2.2.2 神经网络工具箱中的通用函数	(58)
2.2.3 感知器神经网络函数	(59)
2.2.4 感知器神经网络模型	(60)

2.2.5	感知器神经网络设计实例	(61)
2.3	相关函数	(64)
2.3.1	相关函数的一般知识	(64)
2.3.2	自相关性在 GPS 中的应用	(70)
2.3.3	自相关性在声相关计程仪中的应用	(73)
2.3.4	自相关性在同频干扰抑制中的应用	(75)
2.4	迭代算法	(77)
2.4.1	迭代法的基本算法	(78)
2.4.2	用传统的“二分法”求根号 2 的近似值	(79)
2.4.3	用“牛顿迭代公式”求根号 2 的近似值	(81)
2.4.4	最小二乘法的原理	(83)
2.4.5	曲线拟合最小二乘法的 MATLAB 实现	(84)
2.4.6	线性参数的最小二乘法	(84)
3	交通信息采集	(93)
3.1	卫星接收机数据采集	(94)
3.1.1	现有及在建的卫星定位系统	(95)
3.1.2	GPS 接收机数据采集	(96)
3.1.3	北斗终端信息采集、处理与运用	(101)
3.2	雷达数据采集	(106)
3.3	测深仪数据采集	(114)
3.4	罗经数据采集	(116)
3.5	计程仪数据采集	(118)
3.6	水文、气象数据采集	(120)
3.7	VDR 数据采集	(122)
3.8	RFID 数据采集	(125)
3.8.1	RFID 的基本组成部分	(125)
3.8.2	RFID 技术的工作原理	(126)
3.8.3	RFID 标签的类别	(126)
3.8.4	射频识别标签原理	(127)
3.8.5	RFID 数据采集终端的原理	(128)
3.8.6	RFID 技术的应用	(128)
3.9	无线传感器数据采集	(129)
3.9.1	无线传感器网络的特点	(129)
3.9.2	无线传感器网络结构	(131)
3.9.3	无线传感器网络协议栈	(132)
3.9.4	无线传感器在海事监管方面的应用	(133)

4 交通信息处理、分析与传输	(137)
4.1 轨迹数据压缩综述	(137)
4.1.1 轨迹压缩方法	(138)
4.1.2 压缩轨迹查询	(145)
4.1.3 轨迹管理系统	(146)
4.1.4 基于 AIS 的船舶运动轨迹压缩技术实例	(147)
4.2 时空轨迹聚类方法	(149)
4.2.1 时空轨迹数据	(150)
4.2.2 时空轨迹聚类方法概述	(152)
4.2.3 基于 AIS 船舶轨迹聚类模型及应用	(161)
4.3 雷达回波信息处理技术	(166)
4.3.1 离散系统的卡尔曼滤波方程	(167)
4.3.2 连续系统的离散化	(168)
4.3.3 非线性系统 EKF 算法	(169)
4.3.4 基于卡尔曼滤波的雷达目标跟踪模型	(171)
4.4 信息传输技术	(173)
4.4.1 数据通信传输技术	(173)
4.4.2 文本文件传输技术	(187)
4.4.3 基于 CAN 总线的信息传输技术	(195)
5 交通信息存储与数据库	(216)
5.1 txt 文本文件的存储、读取技术	(216)
5.1.1 txt 文件的读取方法	(216)
5.1.2 txt 文件的存储方法	(217)
5.2 Excel 文件的存储、读取技术	(218)
5.2.1 VB 读写 Excel 表	(218)
5.2.2 Excel 与函数曲线	(221)
5.2.3 VB 与 Excel 及曲线的实例	(223)
5.3 Access 文件的存储、读取技术	(225)
5.4 MySQL 数据库编程	(230)
5.5 MySQL 数据库的管理	(234)
5.5.1 在 MS_DOS 下数据库的启动/关闭	(234)
5.5.2 用户管理	(235)
5.5.3 数据管理	(236)
5.5.4 导入和导出记录	(237)
5.5.5 MySQL 在命令行下导入导出 .sql 文件的方法	(237)
6 电子海图系统及交通信息显示	(239)
6.1 电子海图概述	(239)

6.1.1	电子海图基础知识及发展概况	(239)
6.1.2	电子海图术语与分类	(241)
6.1.3	电子海图应用系统	(244)
6.2	电子海图的国际标准与规定	(245)
6.2.1	IHO 关于 ECDIS 的相关标准	(245)
6.2.2	IMO 和 IEC 关于 ECDIS 的相关标准	(247)
6.3	电子海图的功能与应用	(250)
6.3.1	电子海图的功能	(250)
6.3.2	电子海图的应用	(252)
6.4	电子海图二次开发技术	(254)
6.4.1	MapInfo MapX 编程技术	(254)
6.4.2	空间分析方法应用实例	(270)
6.4.3	虚拟航标显示技术	(275)
7	船舶自动识别系统及应用平台	(283)
7.1	AIS 综合应用平台	(283)
7.2	AIS 信息采集	(285)
7.3	AIS 信息解析	(287)
7.3.1	AIS 基本信息的解码	(287)
7.3.2	AIS 扩展信息的解码	(295)
7.4	AIS 信息传输	(300)
7.4.1	AIS 信息传输机制	(301)
7.4.2	汉字传输技术的实现方法	(301)
7.4.3	AIS 设备之间汉字传输实验	(303)
7.5	AIS 信息存储	(305)
7.5.1	AIS 原始信息的存储	(305)
7.5.2	AIS 信息解析后的存储	(306)
7.6	AIS 信息显示	(310)
7.7	AIS 信息安全	(314)
7.7.1	AIS 外网安全性分析	(314)
7.7.2	AIS 内网安全性分析	(315)
7.7.3	AIS 信息网络安全性的防范	(315)
7.8	应用功能模块	(316)
7.8.1	交通流量自动统计技术	(316)
7.8.2	基于 AIS 的船舶交通流的实时感知技术	(324)
7.8.3	船舶 AIS 轨迹异常的自动检测与修复算法	(331)
7.8.4	AIS 网络性能指标实时监控技术	(340)

8 交通信息综合应用实例	(348)
8.1 实例一 船舶安全预警分析技术	(348)
8.1.1 船舶领域的概念	(348)
8.1.2 船舶预警领域的概念	(349)
8.1.3 危险品船舶的实时监控技术	(349)
8.1.4 船舶安全预警发布技术	(351)
8.2 实例二 基于 AIS 的风流压差自动预测技术	(357)
8.2.1 风流压差的常用测算方法	(357)
8.2.2 航迹向、船首向及船舶位置数据的自动获取	(359)
8.2.3 风流压差在电子海图上的显示	(362)
8.3 实例三 移动 VTS 技术	(364)
8.3.1 系统组成	(365)
8.3.2 移动 VTS 工作原理	(365)
8.3.3 实现方法	(366)
8.4 实例四 航道水深自动监控技术	(368)
8.4.1 水深实时监控系统的构成	(368)
8.4.2 系统的工作原理	(369)
8.4.3 实现方法	(370)
8.5 实例五 基于 AIS 的航道通航安全评估	(372)
8.5.1 影响航道通航能力因素分析	(373)
8.5.2 航道通航评估相关数学模型	(374)
8.5.3 汕尾航道水深与通航能力研究实例	(375)
8.6 实例六 GPS 罗经应用技术	(380)
8.6.1 GPS 罗经概述	(380)
8.6.2 系统组成	(381)
8.6.3 卫星罗经指北原理	(381)
8.6.4 卫星罗经的应用	(384)
参考文献	(388)

1 交通信息及其应用概论

1.1 概述

1.1.1 交通信息的内涵

人们到处在谈论信息,我们越来越多地听到信息这个词语,媒体常说:我们现在进入了一个信息化社会,正在迈向信息高速公路,将要迎接一个信息爆炸的新时代。

那么什么是信息?广义地说,信息就是消息,一切存在都有信息。对人类而言,人的五官生来就是为了获取生存环境中的各种信息,它们是信息的接收器,它们所感知到的一切,都是信息。人类通过读书、欣赏音乐、观察事物、思考问题、交流思想等行为方式来获取信息、处理信息、传输信息、存储信息,这些信息在经过人类大脑思维处理之后,指挥人类采取某种行动,整个过程不断重复下去,就构成了人类社会的各种活动。然而,现代社会环境中很多信息是人类的五官所不能直接获取、接收的。人类通过各种手段,发明了各种现代化工具(传感器)来感知、发现、处理它们。狭义上,人们一般所说的信息多指利用现代科技手段获取的与行为有关的情报。例如人类可以通过互联网获取信息、交流信息、下载存储信息。

“物联网”概念是在“互联网”概念的基础上,将其用户端延伸和扩展到任何物品与物品之间,进行信息交换和通信的一种网络概念。其定义是:通过射频识别(RFID)、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备,按约定的协议,把任何物品与互联网相连接,进行信息交换和通信,以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络概念。如果说“互联网”是一种广义的网络信息平台,则“物联网”是一种狭义的网络信息平台。

交通信息是限定在交通领域的信息,交通信息应用是利用现代科学技术在交通领域开展的与交通信息有关的科学活动。“船联网”概念是在“物联网”概念的基础上,以船舶为用户对象通过网络把船舶互联起来,是一种基于实现航运管理精细化、行业服务全面化、出行体验人性化的目标,融合了物联网技术的智能航运信息服务的网络。相比于“互联网”“物联网”,“船联网”是更加专业的网络信息平台。船舶自动识别系统(Automatic Identification System, AIS)是一种简易版的船联网,是船与船、船与岸之间通过 VHF 交换船舶信息的一种网络系统。

此外,船舶在航行过程中所涉及的航道、航标、桥梁、码头、水文、气象、船舶等影响船舶航行安全的通航环境信息是非常重要的交通信息;船舱内部货物状态、人员位置、温度、有害气体、烟雾等也是影响船舶安全的交通信息要素,无线传感器网络是采集、处理、监控该要素的重要工具,利用无线传感器组成的舱室环境监控系统则是集网络技术、计算机技术、无线电通信技术于一体并将其应用到交通信息处理之中。

船舶在航行过程中,船舶的船名、呼号、IMO 号、船舶尺寸、船舶类型等静态信息,船位、航速、航向、ROT、CPA、TCPA 等船舶动态信息,船舶吃水、目的港、预计到达时间等航次信

息都是船舶监管、船舶避碰、船舶通航、海事管理等方面需要的重要信息,现代航海领域采用各种先进技术手段获取以上相关信息,为确保船舶航行安全、提高航运经济效益提供技术保障。

本教材讲述的是以通航环境信息、舱室环境信息、船舶航行信息为研究对象,在信息采集、处理、分析、存储及显示过程中,运用现代计算机技术、网络技术、移动通信技术、数据库技术、地理信息技术等技术及数学工具,开展交通信息研究工作的基础理论及其在相关交通领域的应用实例的研究。

1.1.2 交通信息的研究方向

在航海领域研究与交通信息有关的内容通常属于交通信息工程及控制学科范畴,本学科主要利用信息技术探索和解决水路交通运输领域的安全和保障问题,不仅开展交通信息的采集、传输、处理和控制相关理论和技术的研究,同时也注重利用现代信息技术对交通风险、船舶控制、交通管理、航海仿真、海事装备进行研究。根据不同的研究对象开展相应的科学研究。交通信息工程及控制主要包括以下研究方向:

(1)交通信息系统控制:以交通信息为研究对象,重点研究交通信息在水路运输中的科学活动,也是本教材的重点讲述内容。

(2)智能航海与仿真技术:以船舶操作智能化为目标,研究船舶智能避碰、船舶智能管理、船舶智能导航等现代智能技术。以各种航海模拟器为研究对象,研究计算机仿真技术在航海教育中的应用。

(3)船舶控制理论与技术:重点研究船舶操纵、船舶引航理论与技术。

(4)海事管理理论与技术:以安全和管理科学为理论依据研究海事管理理论、技术和海事法律。

(5)交通环境与安全保障:以水上交通环境为背景,以船舶为对象开展安全保障方面的研究。

虽然在交通信息工程及控制领域有不同的研究方向,但是现代科学技术的发展方向是学科交叉、学科渗透、知识融合,所以各个研究方向并没有严格的界限。例如电子海图是实现“智能航海”和“数字航海”的必要工具,电子海图是将各种信息经过梳理、分层处理、智能化处理之后,将其可视化显示并应用于航海之中。

本教材并非深入到某一个研究方向开展交通信息的研究工作,而是以通航环境信息、舱室环境信息、船舶航行信息为对象,重点讲述水上运输领域交通信息的采集、传输、处理、存储、显示与控制的基本理论以及计算机技术、网络传输技术、数据库技术、移动通信技术与信息显示技术及数学工具等在交通运输领域的应用实例。

1.1.3 交通信息的研究对象

交通运输分为水上、陆上、空中等领域,因此研究对象也有船舶、汽车、飞机之分,本教材主要研究的是水上运输范畴,因此研究对象也就锁定为船舶。在船舶航行过程中,确保船舶航行安全以及提高经济效益是人类共同追求的目标,应用现代科学技术开展水路运输安全与保障方面的研究工作是研究人员永恒的追求。因此,在交通信息工程及控制领域以交通信息为研究对象,利用信息技术探索和解决水路交通运输领域的安全和保障问题也就顺理

成章。

人们在交通信息工程及控制领域不仅开展交通信息的采集、传输、处理和控制相关理论和技术研究,同时也注重利用现代信息技术对交通风险、船舶控制、交通管理、航海仿真、海事装备进行研究。

与水路运输安全与保障方面关系密切的交通信息具体分类如下。

1.1.3.1 通航环境信息

通航环境是船舶赖以安全航行、停泊、作业的客观存在的外部环境,通航环境的好坏对船舶交通安全有着巨大的影响。

通航环境,是指船舶、设施在水上航行、停泊、作业所需的条件,包括水面、水下、水上、沿岸等。

从定义上看,通航环境可以理解为船舶在实施具体交通行为的交通活动中所依赖的客观物质世界和各种社会关系的综合体,是对船舶的交通活动产生影响的各种自然因素和社会因素的总称;从船舶交通所依赖的客观条件来看,通航环境具有自然属性和社会属性。其自然属性是指自然界形成的具体通航条件因素;其社会属性则通过通航秩序因素来具体表现。

通航环境的自然属性和社会属性构成了通航环境的内容,下面从两个方面介绍通航环境的要素。

1) 通航环境中自然属性的要素

(1) 航道(路)条件

水上交通环境是指船舶运动所处的空间与条件,包括航行水域,以及该水域的自然条件和交通条件。航行水域是船舶运动的场所或空间。从海上交通系统来说,航行水域由港口和航路组成。从地理上讲,航行水域包括江河湖海和海湾、海峡、运河、航道等水域。航路是海洋、江河、湖泊、港湾等水域内供船舶安全航行的通道。航路应具有所要求的充分水深及宽度,并应具备比较好的水文气象条件,航路内一般均设有航标等辅助标志。凡能给船舶提供水上通道的水域,如海湾、海峡、河流、湖泊等都是水道。

航道是水道中具有一定深度、宽度、净空高度和弯曲半径且能供船舶安全航行的水域。航道通常用航标标示。

航道(路)条件中重要的要素有:航道(路)水深、航道宽度、航道的曲率半径。水深是指自由水面距离河床底部表面的垂直高度,航道水深是航道范围内从水面到底部的垂直距离。船舶航行时必须留有足够的富余水深,因此航道水深是考察在某一河段能否安全航行的重要因素之一,其水深值的大小决定吃水不同的船舶航行的危险程度。航道宽度是航道两侧界限之间垂直于航道中心线度量的水平距离。航道宽度大小则是直接影响船舶领域是否受限的最主要因素,尤其在多船会遇时,航道宽度直接影响船舶的安全航行和避让。弯曲航段,其曲率半径的大小决定不同尺度的船舶的航行危险程度。因此航道的曲率半径亦是通航环境的重要因素之一。

(2) 水域的气象条件

气象条件是指能见度、大风和台风等条件。能见度不好对交通效率和交通安全影响最大。雾、雪和暴雨影响船舶操纵、船舶正常航行,甚至可能导致船舶停航。能见度不良时航行最易发生船舶碰撞、搁浅和触礁事故。在大风或台风天气,船舶交通效率和交通安全也同

样会受到影响。

(3) 航行水域水文与地理条件

地形条件决定船舶航行与操纵的空间范围是否受限制以及受限制的程度。这种限制一般表现为水域宽度狭窄、水底不平、水道弯曲大、浅滩礁石等碍航物较多等。水道狭窄船舶易发生岸推、岸吸和浪损,而导致船舶碰撞、触岸、搁浅等事故,从而出现交通拥挤甚至交通堵塞现象。

内河航道的边界条件、河床形态与河床地质条件也会影响船舶正常航行状态。由于河床受水流的长期作用,它必然会形成具有不同演变规律的形态。就平面而言有顺直河段、弯曲河段、分汊河段、游荡性河段(变迁河段);就演变特性而言有稳定的山区河段和变化的平原河段。山区河段具有岸线不规则,河段狭窄、弯曲,河面宽度变化频繁等特点;平原河段河床变化频繁,浅滩、边滩、心滩多且随时间呈现不规则的变化,不仅河床变迁频繁,而且航道水深在随季节变化的同时随滩区的形成和移动而变化,极易形成浅区、槽口。河床的地质情况影响河床的演变,形成不同的航道条件。沙质河床易受水流的影响,经常发生冲淤,变化不明显,但易发生瞬时的改变,如滑坡、岩崩;卵石河床受水流的影响会发生冲淤变形,但速度慢、趋势不明显。河床的地质情况对通航环境影响最大的是障碍物。在狭水道内不仅存在航道狭窄、水流受限的客观环境,而且危险障碍物多。由于岸形限制,或在通航水域附近存在浅滩、礁石、沉船等障碍物,船舶航行水域有效范围会受到很大限制。

水文条件指水深、水流、潮汐、波浪、冰等对船舶交通有影响的各种因素。水深较浅会发生浅水效应而造成船舶速度下降、舵效减小,旋回性变差。水流速度越大,发生船舶交通事故的可能性越大。冰冻严重时会堵塞港口与航道,甚至中止船舶交通。

2) 通航环境中社会属性的要素

(1) 航行水域的交通条件

这里的交通条件是指港口和航道布置和配置的设施设备,水域中的助航标志和设施,交通管理规章和手段等。它是通过人工努力为便利船舶交通而创造的各种硬环境和软环境。航标的主要作用在于标示航道状况。在狭水道航行,船舶往往必须借助于航标的引导。船舶能否安全航行,航标的作用十分重要。因此,航标是否按规范配备,设置的航标是否正常,航标的作用能否充分发挥,都是影响船舶安全航行的重要环境因素。航路是船舶由始发港安全、迅速地驶往目的港所选定的路线。在狭水道航行,船舶在选择航路时起决定作用的因素是安全与否。由于在受限的航道水域航行,航道内船舶密度大,通航环境险恶,因此船舶航路的选择不仅要考虑到船舶是否处于更有利于安全航行的水域范围内,还有港口、码头、防波堤、进出口水道是否很好地利用了地形条件,是否避强风强流也至关重要。

(2) 水资源综合开发利用带来的制约因素

水资源的综合利用是国家开发、使用水资源,发展流域经济的需要,航运的发展只是水资源综合利用的一个方面,而其他利用水资源的行为必然会对航运发展带来影响。主要有石油开发、捕鱼、水产养殖、建桥、建坝、水力发电、挖砂,以及水上设施建设等。

(3) 通航秩序影响因素

通航秩序涉及在水上航行、停泊、作业的船舶、设施的基本状态。船舶的适航状况、船舶的航路选择及避让行为、船舶交通流的构成、船舶流量、船舶在特殊情况下采取的措施以及船员适任因素等方面,都会对船舶安全航行,以及他船安全产生影响。

水上建筑物(桥、坝、架空电缆、水底电缆)、港口码头、锚地、停泊区、交通管制区等也是通航环境重要的社会属性要素。

1.1.3.2 舱室环境信息

由于海事安全保障的信息源涉及船舶、货物、通航环境等众多要素,存在分布地域面积广、感知对象分散、种类繁多、部分目标动态性强等特点,当前的海事监控方法通常只限于对船舶、航标或货物等少量对象实施监控,无法实现对众多要素进行全方位、立体式、精细化感知。

近年来,越来越多的货物将会以船载的方式在海上和内河上运输,船载的方式在给我们带来便利的同时,也带来了新的安全隐患,船舶载运货物时常发生事故,因此加强对船舶载运货物的监控已经成为一个日益重要的问题。

船舶货物状态数据根据大宗货物类型可以分为集装箱、散杂货和液货。因此,货物状态数据采集根据这3种不同类型货物进行。①集装箱货物状态数据,对集装箱船舶货物状态的动态数据可由电子积载图来明确表示;②散杂货物状态数据,对大宗散货(粮食、化肥、工业原料等),要在货舱安装温度和湿度传感器以监视散状货物状态;③液化气和油品数据,专用液化气船和油船都有本船监控系统,包括油/气舱监控系统、油分浓度监控系统等。通过数据接口获取数据,主要有:各舱室的油/气温度、压力、液位和惰性气体浓度等。

近年来,随着微电子机械系统和低能耗无线网络技术的进步,市面上出现了具有多种功能的小型传感器设备。这些传感器设备可以用于观察周围环境的物理现象,并产生感知数据。无线传感器节点是具备处理器、存储设备、能源供应和无线通信部件的小型低能耗设备。传感器节点配备了传感器设备,例如温度传感器、湿度传感器、光照传感器、酒精传感器和化学传感器等。无线传感器设备要比普通的传感器设备体积小、造价低。

通信和无线网络技术的快速发展为其在船舶舱室监控系统中的应用奠定了基础,以无线网络为基础的智能化分布式系统将成为未来船舶舱室监控的发展方向。采用无线传感器网络与以太网相结合,研制出的一种基于无线传感器网络的船舶舱室监测报警系统已应用于交通信息工程领域。

船舶舱室监测报警系统借助 ZigBee 技术可以进行短距离、低功耗无线通信和 GPRS 网络可以进行远程数据传输的优势,采用簇树网络拓扑结构,对船载货物状态进行实时监控,并将采集到的货物状态数据以及货物周围的环境数据发送到监控中心,监控中心对这些数据进行实时统计。当货物产生异常情况时,货物状态数据可以为监控中心的管理人员提供决策依据并采取相应的措施。

船舶舱室内环境监测是随着现代化技术的发展以及人们对海事安全保障要求的提高而逐渐形成的一种新技术,应用船舶舱室内环境监测系统是为了更好地管理船舶舱室内环境,保障船舶航行安全。船舶舱室监测报警系统主要包括系统安全设置、设备管理、用户管理和各种条件控制,如温度控制、湿度控制等。传统的船舶舱室内环境监测管理模式主要依靠人力,但随着科技的发展,传统的船舶舱室内环境监测系统已不能适应现代化水上运输的需要,所以智能的船舶舱室内环境监测系统应运而生。

除此之外,机舱监测报警系统是轮机自动化方向的一个重要研究内容,它的系统功能是准确可靠地监测机舱内各种动力设备的运行状态及其参数,一旦运行设备发生故障,报警系统自动发出声、光报警信号。船舶机舱自动化系统是集机舱动力系统及其辅助系统的自动