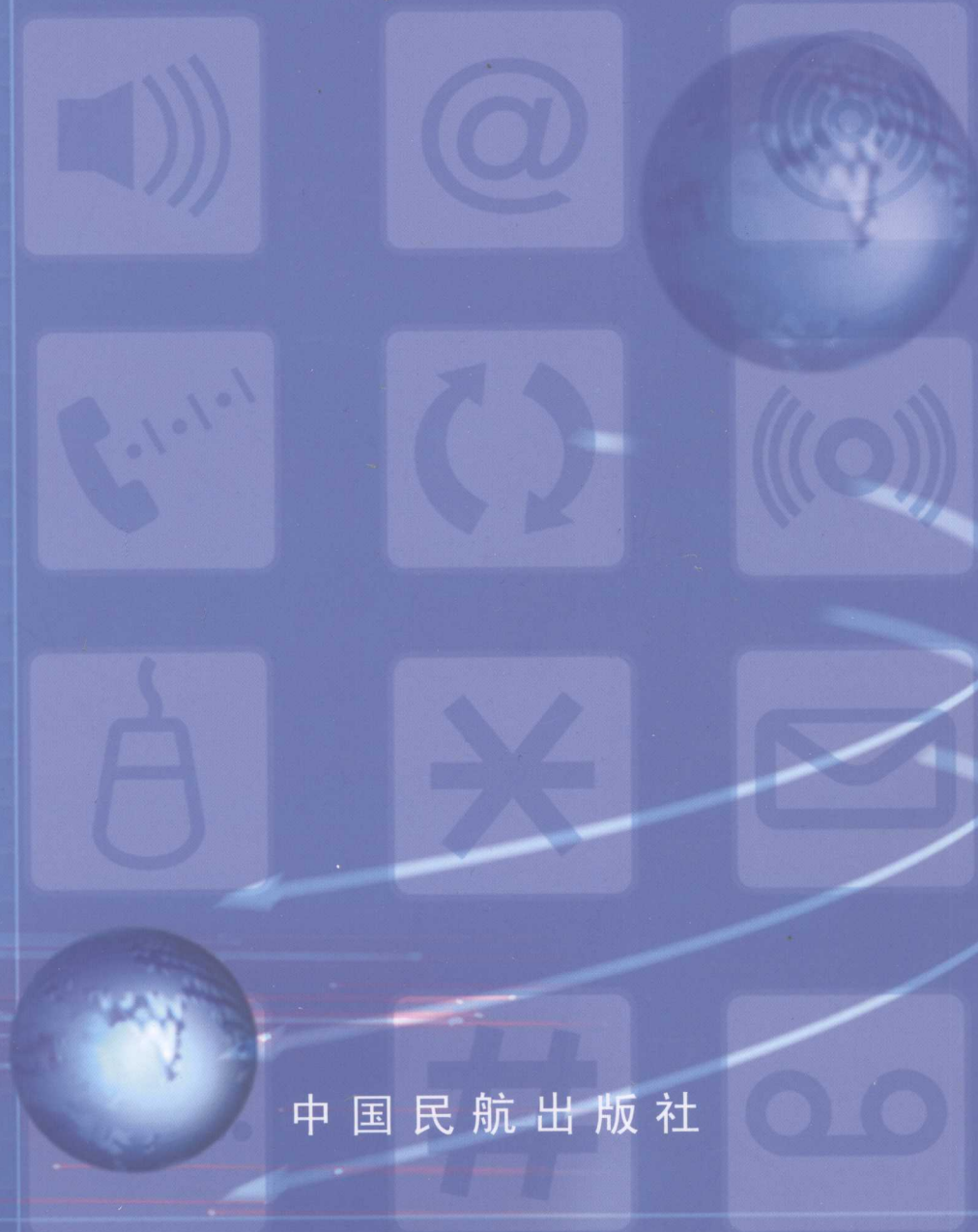


# 智能运输系统研究与实践

——2007年海峡两岸智能运输系统学术研讨会论文集

主 编 孙瑞山



中国民航出版社

MAPE 值, 分析结果如表 5。

智能运输系统研究

# 智能运输系统研究与实践

——2007 年海峡两岸智能运输系统学术研讨会论文集

孙瑞山 主编

编号	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE
N2L3Q4_H	598	72.22	-	-	-	-	-
N2L3Q4_J	999	13.65	-	-	26.79	-	-
N2L3Q2_J	517	10.53	-	-	12.31	-	-
N2L6Q2_K	1948	19.88	-	-	15.88	-	-
N2L3Q4_L	607	10.32	-	-	-	-	-
N2L3Q4_M	516	18.19	-	-	-	-	-
N2L3Q4_N	158	17.94	-	-	-	-	-
N2L3Q4_P	192	24.50	-	-	-	-	-
N2L3Q4_Q	183	55.47	-	-	-	-	-
N2L3Q4_R	190	108.25	-	-	-	-	-
N2L6Q3_M	1150	7.41	9.27	7.05	7.44	-	-
N2L1Q2_U	138	25.07	-	-	-	-	-
N2L3Q2_V	-	-	-	-	-	-	-

在 A、B、G、H、I、J、K、L、M、N、O、P、Q、R、S、T、U、V、W、X、Y、Z 等路段，利用常态分配检测多组检测器 (820001) 对路段上游、中游、下游进行检测，检测结果与路段上游、中游、下游检测器检测结果进行比较，对时间之推估有较佳之绩效；除此之外，室排排检测器检测结果彼此间的绩效值都无显著性存在，所以在此次实验的路段上，布设单组检测器并不差，此外，布设三组检测器之绩效反而较差。

表 5 单组检测器与双组检测器对路段性能比较

MAPE	检测器配置	性能比较		有无差异
		MAPE	MAPE	
MAPE	单组 (上游与中游)	17.15	1.96	有
	单组 (中游)	17.50	1.97	无
	单组 (下游)	18.73	1.97	有
	双组 (上游与中游)	17.15	-2.16	有
	双组 (上游、中游与下游)	18.73	-2.16	有
	三组 (上游、中游与下游)	18.73	-3.01	有

中国民航出版社

图书在版编目 (CIP)数据

智能运输系统研究与实践：2007年海峡两岸智能运输系统学术研讨会论文集/孙瑞山主编. —北京：中国民航出版社，2007.8

ISBN 978-7-80110-804-3

- I. 智…  
II. 孙…  
III. 公路运输 - 交通运输管理 - 自动化系统 - 中国 - 学术会议 - 文集  
IV. U491-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 116074 号

责任编辑：姚祖梁

智能运输系统研究与实践

——2007年海峡两岸智能运输系统学术研讨会论文集

孙瑞山 主编

- 
- 出版 中国民航出版社 (010) 64290477  
社址 北京市朝阳区光熙门北里甲 31 号楼 (100028)  
排版 中国民航出版社照排室  
印刷 长城印刷有限公司  
发行 中国民航出版社 新华书店  
开本 880 × 1230 1/16  
印张 17.5  
字数 550 千字  
册数 200 册  
版本 2007 年 9 月第 1 版 2007 年 9 月第 1 次印刷
- 
- 书号 ISBN 978-7-80110-804-3/V · 295  
定价 80.00 元

(如有印装错误，本社负责调换)

# 2007年海峡两岸智能运输系统学术研讨会

**主办单位** 中国民航大学 逢甲大学 武汉理工大学 淡江大学  
**承办单位** 中国民航大学  
**支持单位** 同济大学 吉林大学 东南大学 中南大学 台湾大学 北京交通大学 西南交通大学 华南理工大学 上海海事大学 台湾中央大学 台湾中华大学 哈尔滨工业大学 南京航空航天大学 鼎汉工程顾问公司 国家智能交通系统工程技术研究中心 中国人工智能学会智能交通专业委员会 中国交通运输协会青年科技工作者委员会 《交通与计算机》杂志社

## 会议学术委员会

**主席:** 徐肖豪 中国民航大学 副校长、教授  
严新平 武汉理工大学 副校长、教授  
温杰华 逢甲大学交通工程与管理学系 副教授

## 委员: (依姓氏笔画为序)

王笑京 国家 ITS 工程技术研究中心 主任、研究员  
王 炜 东南大学交通学院 院长、教授  
王殿海 吉林大学交通学院 教授  
左洪福 南京航空航天大学民航学院 副院长、教授  
叶名山 逢甲大学交通工程与管理系所 副教授

孙瑞山 中国民航大学民航安全科学研究所所长、教授

李杰 华中科技大学 教授

李克聪 逢甲大学交通工程与管理系所 副教授

林良泰 逢甲大学交通工程与管理系所 副教授

林大杰 逢甲大学交通工程与管理系所 助理教授

杨兆升 吉林大学 ITS 研究与开发中心 教授

杨晓光 同济大学 ITS 研究中心主任、教授

陈治亚 中南大学 副校长、教授

张台毅 清华大学自动化系 教授

张献民 中国民航大学交通工程学院 院长、教授

邵春福 北京交通大学交通工程系 主任、教授

苏昭铭 中华大学运输科技与物流管理学系 副教授

周溪召 上海海事大学经济管理学院 副院长、教授

贺国光 天津大学系统工程研究所 教授

胡大瀛 成功大学交通管理科学系 教授

胡守任 淡江大学运输管理学系 助理教授

贺陈旦 台湾中华智能型运输系统协会 理事长

徐建闽 华南理工大学交通学院 教授

彭其渊 西南交通大学交通运输学院 院长、教授

傅新平 武汉理工大学 教授

裴玉龙 哈尔滨工业大学 教授

### 会议筹备委员会

主席：孙瑞山 中国民航大学民航安全科学研究所所长、教授

林大杰 逢甲大学交通工程与管理系所 助理教授

**委 员：**(依姓氏笔画为序)

- 王自刚 《交通与计算机》杂志 执行主编  
王晋元 台湾交通大学运输研究中心 主任  
王浩宁 中国民航大学空中交通管理学院 高工  
欧阳杰 中国民航大学交通学院 副教授  
孙毅刚 中国民航大学航空自动化学院 院长、教授  
刘建新 西南交通大学研究生院 副院长、教授  
刘 霈 逢甲大学交通工程与管理系所 助理教授  
陈世晃 逢甲大学交通工程与管理系所 助理教授  
陈昭华 中华大学运输科技与物流管理学系 系主任  
张胜雄 淡江大学运输管理学系 系主任  
张兆宁 中国民航大学空中交通管理学院 教授  
杨宗璟 逢甲大学交通工程与管理系所 系主任  
吴超仲 武汉理工大学 ITS 研究中心 副教授  
罗孝贤 淡江大学运输管理学系 副教授  
魏健宏 成功大学交通管理科学系 教授

- 秘 书：**邓 明 中国民航大学科技处  
袁乐平 中国民航大学民航安全科学研究所  
郭珮玲 逢甲大学交通工程与管理系所

# 前 言

随着社会经济的不断发展，越来越多的人在更大范围内以更高的频率参与到交通活动中来，交通量呈现出迅猛增长的态势，给交通运输业带来了巨大压力。与此同时，随着生活水平的不断提高，公众对交通运输提出了更高的要求，构建一个便捷、高效、安全的交通运输体系势在必行。

世界各国各地区投入了大量精力致力于交通基础设施的建设，但改善交通运输系统的呼声仍然高涨，如何解决当前交通状况恶化及其伴随产生的安全事故、环境污染等一系列问题成为了亟待解决的难题。

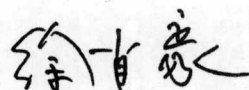
智能运输系统是交通运输领域发展的重要方向，它将先进的信息技术、通信技术、控制技术、传感器技术和系统综合技术集成应用于交通运输系统，为提高交通运输系统的运行效率和安全提供有力的支撑。通过对智能运输系统的深入研究和推广应用，目前困扰我们的问题有望在很大程度上得到解决。

海峡两岸智能运输系统学术研讨会是一个交流 ITS 研究成果、分享 ITS 实践经验的很好平台。研讨会自 2001 年由武汉理工大学和台湾淡江大学发起，至今已成功举办了 6 届，取得了丰硕的成果，为两岸从事 ITS 研究的学者提供了相互交流、相互学习的机会。本届研讨会亦得到两岸学者的积极响应，共收到投稿论文 60 余篇，内容涵盖广泛，基本反映了两岸 ITS 研究的方向。现挑选出其中部分作品出版，以飨读者。

希望借会议的举办及论文集的出版，加深两岸学者之间的交流，有力推进两岸 ITS 的研究和成果转化，为社会创造更大的价值。

由于时间所限，书中难免有不足之处，望各位读者不吝批评指正。

中国民航大学副校长



二〇〇七年八月

(221) 业朴部 融美露 潘静王 袁林部 ..... 我福又股财央集台董元单土平半消管融辛田商

(166) 深知黄 云青静 业远赫 ..... 交福之台平谷期路资能运全交研董 己 RFID 合研

(170) 业英特 页琳取 魏于丑 ..... 得台能系取管融辛 上土瑞器料研壁消管

航空已管管交 分册三第

目 录

(172) 概日衣 甄 林 ..... 交福部策如集息前 IT2 的研分求需干基

(180) 科中黄 范登邱 ..... 交福封靠可平水谷期路直的不号我息前

(182) 解分陆 平潘勤 ..... 得平平水谷期路系面交合总研壁谢云干基

(190) 委素品 ..... 资研本资代入业全航另国中升知外息前

第一部分 基础理论、方法与发展规划

(196) 刚 石 姚静王 魏晓宗 ..... 交福的融回我排用广融另

(205) 魏木支 魏志金 ..... 得台因知路事行广融另的合野集融研干基

水上智能交通系统的体系架构研究 ..... 罗本成 张永光 王世宁(3)

Floyd-Warshall 算法在航班取消决策中的应用 ..... 赵秀丽 朱金福(8)

基于约束编程的车间调度问题建模方法研究 ..... 朱星辉 朱金福 姜涛(13)

智能视频系统在机场运行中的应用探讨 ..... 耿舒波 孙瑞山(17)

免疫进化算法在飞机排班中的应用 ..... 李丽娟 夏洪山(21)

将滚动时域控制应用在机场容量管理中 ..... 杨 侃 徐肖豪(25)

电子客票在民航运输中的发展 ..... 郭淑卿 徐 金(30)

中国国家 ITS 体系逻辑结构粗集知识识别 ..... 蒋朝哲 彭其渊 史开泉 龙小海 徐 芳(33)

基于 BP 网络的民航机场安全预警探讨 ..... 孙瑞山 李 姝(37)

液化土层定量评价技术进展及关键问题 ..... 程国勇 张献民 蔡 靖 张润峰 赵方丹(42)

基于 IEEE802.16a 的 OFDM 系统分析与设计 ..... 钟伦琬(47)

智能型公交车(e-bus)系统规划 ..... 吴健生 李季森 林钦诚 陈彦衡(52)

傅立叶级数于短期交通参数预测之研究 ..... 张堂贤 黄宏仁 陈宝如(57)

智能型车机资通平台于道路电子收费之发展 ..... 毛治国等(64)

服务性公路客运路线聪明公交车之示范建置 ..... 唐文斌 王穆衡 曾幸敏 李永骏 孙以浚(69)

第二部分 交通信息系统

物流自动化管理系统研究 ..... 张 凡 杨世凤 宋晓哲 赵继民 陈 浩(81)

ITS 共用信息平台数据处理功能分析 ..... 林 鹰 苏日娜(87)

基于 WSN 的公交车辆信息采集系统的设计与仿真 ..... 潘振兴 刘好德 潘玉琪 滕 蛟(93)

旅游城市风景区停车诱导信息系统规划探讨 ..... 沈家军 王 炜 陈 峻(101)

基于 HMM 的空管指令语音识别研究 ..... 李春利 董冠灵 郭 倩(106)

虚拟驾驶场景道路自动生成系统开发 ..... 周 欢 陈先桥 高 嵩(110)

ITS 共用信息平台的体系框架与实现 ..... 林 鹰 曹守明(115)

基于 J2EE 技术的城市物流公共信息平台研究 ..... 訾海波 过秀成 张海燕 陈学平(121)

广东公众出行服务系统构建研究 ..... 蔡文学 宋立霞(125)

基于 CAD 与 VR 集成技术的道路三维视景仿真系统 ..... 涂圣文(131)

基于数据驱动的民航安全监控与预警系统设计初探 ..... 程 明 孙瑞山 梁文娟(136)

基于蓝牙 Ad Hoc 网络的无线测控系统 ..... 周 文 臧小杰 赵秀锦(141)

台湾高速公路电子收费车道导引指示规划说明 ..... 吴健生 连锡卿 黄裕文(146)

WSN 智能型高速公路信息系统之雏型规划 ..... 林相如 柯明德(150)



商用车智能化车上单元整合模块规划及研发 .....	陈柏君	王穆衡	翁美娟	陈伟业(156)
结合 XML 与 RFID 建构安全运输资源服务平台之研究 .....	杨政业	穆青云	黄映瑞	(166)
智能型预拌混凝土厂车辆管理系统分析 .....	庄子骏	邓淑贞	钟炎地	(170)

### 第三部分 交通管理与控制

基于需求分析的 ITS 信息集成策略研究 .....	林 鹰	苏日娜	(175)		
信息诱导下的道路服务水平可靠性研究 .....	况爱武	黄中祥	(180)		
基于云模型的综合交通系统服务水平评价 .....	傅新平	胡伶俐	(185)		
信息化时代中国民航企业人力资本投资 .....	冯素君	(190)			
民航飞机排班问题的研究综述 .....	宗绍鹏	王锦彪	石 刚(196)		
基于粗糙集理论的民航飞行事故成因分析 .....	金东瑾	史永胜	(200)		
自由式车道变换期望运行轨迹构建 .....	裴玉龙	徐慧智	(205)		
一种间隙接受式车道变换模型 .....	何喜凤	裴玉龙	(209)		
基于多维关联规则的城市交通流状态判别 .....	叶丽萍	翁小雄	(214)		
基于实时客流数据的城乡公交线路调度研究 .....	李 岩	过秀成	王 丁	王 鸽	朱小干(219)
航班起飞等待成本的研究 .....	赵文智	李一鸣	王 鑫	(224)	
台湾地区经营低成本航空之环境分析 .....	张玉君	李 宁	周义华	(228)	
台北市悠游卡服务质量、满意度与忠诚度之研究 .....	陈武正	吴乃玮	(232)		
RFID 在货柜码头作业之应用分析 .....	张蓓琪	沈佩甄	李孟芸	(237)	
提升民航业竞争力之新思维——安全文化与客舱安全绩效之因果模式建构与验证 .....	李开慧	高俪华	(245)		
高速公路旅行时间推估值之调校分析 .....	刘 霏	林大杰	王世杰	洪 店	(250)
号志化干道侦测器布设密度研究 .....	刘士仙	(266)			

### 附录二 参考文献

(18) 袁 莉 月 敏 斌 曹 瑜 宋 凤 曹 林 凡 岩 .....	交通系统管理	18
(87) 林 鹰 .....	ITS 应用平台	87
(93) 魏 毅 魏 玉 燕 彭 祚 斌 兴 林 雷 .....	基于 WSN 的公共交通平	93
(101) 袁 莉 林 王 平 李 洪 .....	城市区域	101
(106) 林 菲 吴 佩 莹 陈 春 平 .....	基于 HMM 的	106
(110) 高 高 林 林 林 龙 周 .....	基于	110
(112) 曹 中 明 林 鹰 .....	ITS 应用平台	112
(121) 李 宇 平 熊 永 波 熊 永 波 熊 永 波 .....	基于 J2EE 技术	121
(123) 曹 玉 宋 李 文 燕 .....	公共交通	123
(131) 文 圣 余 .....	基于 CAD 的	131
(136) 陈 文 荣 山 颖 保 即 群 .....	基于	136
(141) 林 文 斌 杰 小 熊 文 周 .....	基于	141
(146) 文 圣 余 熊 永 波 熊 永 波 .....	台湾	146
(150) 魏 毅 林 林 .....	ITS 应用平台	150

## **第一部分**

### **基础理论、方法与发展规划**



# 水上智能交通系统的体系架构研究

罗本成 张永光 王世宁

(交通部水运科学研究院 北京, 100088)

**【摘要】** 阐述了水上智能交通系统(M-ITS)的本质内涵, 讨论了国内外水上智能交通系统的发展现状, 论述了水上智能交通系统的系统架构, 并对其主要系统构成进行了分析, 展望了未来水上智能交通系统的发展趋势。

**【关键词】** 智能交通系统; 水上运输; 信息技术; 交通运输体系架构

## 1 引言

水上运输是综合运输体系中的重要组成部分, 是水资源合理开发和综合利用的主要内容之一。与其他运输方式相比, 水上运输具有建设投资省、成本低、运量大、占地少、污染小等突出的优势, 最符合可持续发展战略, 得到了世界各国的高度重视。随着现代科技的快速发展, 人们的认识理念和思维方式也在逐渐转变。尤其是进入 21 世纪以来, 现代科技给人类社会带来了巨大的、深远的影响, 以集成化、网络化、标准化、智能化、系统化为标志的水上智能交通系统(Marine Intelligent Transportation System, 简称 M-ITS), 成为水上运输业发展趋势。M-ITS 作为现代水上交通的新概念, 将人一机—环境工程学、系统工程学、控制理论、信息科学等多学科系统综合, 能解决许多基于传统方法难以解决的水上交通问题, 但也需要一个不断发展、不断完善的过程<sup>[1][2]</sup>。

## 2 水上智能交通系统的内涵实质

水上智能交通系统 M-ITS, 是集地理信息系统、现代通信技术、电子海图技术、3S(GIS、GPS、RS) 技术以及智能控制技术于一体开放互动的海上数字交通信息网络系统。M-ITS 是一个全新的技术理念, 并非单纯的技术复合体。其实质就是利用先进的信息技术、通信技术和网络技术, 将所有的航运相关系统整合在一起, 促进与其他运输模式系统有机衔接, 将人一船舶—航道—环境有机统一, 实现监管、服务、控制、决策等一体化功能, 使航运相关实体之间能够实现快速、协同、科学地决策与行动, 促进航运安全、高效、经济、节能和环保, 从而达到“零事故、零延迟(Vision Zero)的理想目标, 如图 1 所示<sup>[2][3]</sup>。

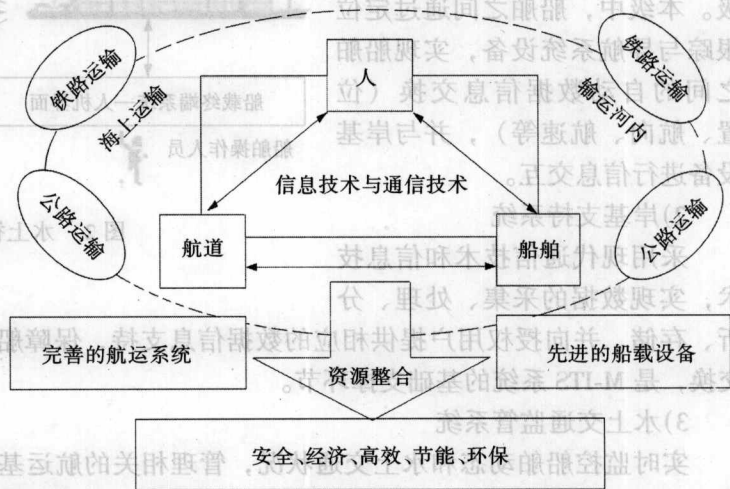


图 1 水上智能交通系统 M-ITS 概念示意图

### 3 国内外的研究现状

围绕水上交通现代化,针对运输效率、运输安全与环境及与其它运输模式有机衔接,是水上智能交通系统的研究重点<sup>[4]</sup>。美国从1993年就开始研究国家智能交通系统(ITS)体系结构,并开展了智能航运信息服务网络系统(Intelligent Waterway System and Waterway Information Network, IWS/WIN)的研究<sup>[2]</sup>,主要从水上运输安全和监管两个方面,系统地研究了网络环境下M-ITS系统架构,并开发了一套相对完善的IWS系统,在水上交通监管与综合信息服务方面发挥了重要作用。在欧洲ITS框架下,欧盟从水上交通安全、监管、服务、物流运行体系等方面,系统地研究了海上智能交通系统架构,促进了海上运输的发展。近年来,欧盟正在积极推进内河航运信息服务(River Information Services),提供河海直达、河海联运的智能信息服务,实现了各国不同的航运信息系统的无缝集成与共享协同<sup>[5]</sup>。此外,日本、加拿大等国也积极开展M-ITS系统的研究,在船舶终端智能化和水上交通智能支持等方面取得了一定的成绩。

20世纪90年代,我国引入智能交通系统的概念,并开展了中国ITS体系架构研究。在此基础上,交通部组织开展了水上智能交通系统发展战略研究,以科学的态度规划和指导水上智能交通的发展。相关部门先后进行了内河智能航运系统、海上交通综合信息服务平台、水上智能交通指挥系统、船舶动态数字安全监控系统等相关的研究开发。学术界则是在综合分析现代信息技术的发展趋势,并结合水上交通数字化、信息化发展现状,对M-ITS体系架构进行了理论探讨性研究。总体而言,我国M-ITS尚处于起步阶段,在理论体系、技术装备、管理水平以及认识理念等方面,与发达国家还有较大差距。

### 4 水上智能交通系统的体系结构

从空间层次上而言,M-ITS系统可分为:船舶终端系统、岸基支持系统、水上交通监管系统和水上运输服务系统等四个部分,其中通信网络是系统的纽带与桥梁,如图2所示<sup>[5]</sup>。

#### 1) 船舶终端系统

是M-ITS系统的终端操作级。本级中,船舶之间通过定位跟踪与导航系统设备,实现船舶之间的自动数据信息交换(位置、航向、航速等),并与岸基设备进行信息交互。

#### 2) 岸基支持系统

采用现代通信技术和信息技术,实现数据的采集、处理、分析、存储,并向授权用户提供相应的数据信息支持,保障船—岸之间的实时、有效、可靠地进行信息交换,是M-ITS系统的基础支撑环节。

#### 3) 水上交通监管系统

实时监控船舶动态和水上交通状况,管理相关的航运基础设施,调度组织水上交通,并承担船舶稽查、认证管理等功能。在紧急情况下,快速进行交通救援和处理,指导船舶安全航行,确保交通顺畅。

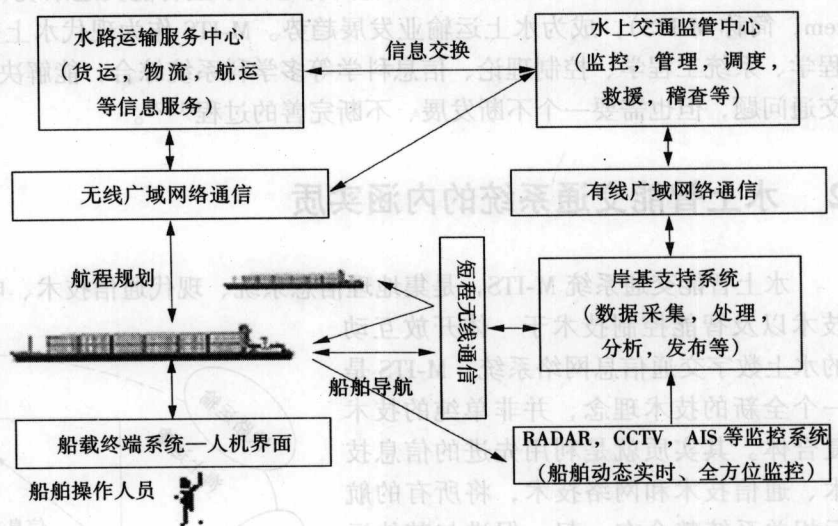


图2 水上智能交通系统M-ITS的构架示意图

#### 4) 水上运输服务系统

基于协同的信息 workflow 和统一服务标准规范, 面向 M-ITS 系统的各级用户 (政府部门、商业用户及社会公众) 提供完善的航运相关的综合服务信息, 包括货物信息、物流信息以及航运信息等。

### 5 水上智能交通系统的体系组成

水上智能交通系统主要体现在: 船舶终端智能化、岸基支持智能化及水上运输服务与监管智能化等三方面。随着科学技术的进一步发展, M-ITS 研究的范围及系统功能还将进一步扩大<sup>[1][4]</sup>。

#### 1) 先进的船舶自动识别系统 (AIS)

AIS 依赖于全球卫星导航系统、导航传感器和数字通讯设备, 采用无线数据交互方式, 自动发送和接受航行安全信息, 包括本船和附近他船的识别号、位置、航向、航速等信息, 为船舶提供一种有效的避碰措施, 支持船舶交通服务系统 VTS, 以便水上交通监管部门实时了解完整的水上交通动态。

#### 2) 先进的船舶导航信息系统

在电子海图 ECDIS 系统的基础上, 通过与船舶导航系统、ARPA 系统、智能定位系统 (Location Intelligence System) 的整合, 构成一种集成式的导航信息系统, 实现多种航行安全相关信息的综合与显示, 包括海图显示、航线设计、舱位显示、危险事件报警、航行记录、海图自动和手工改正、叠加显示雷达图像, 甚至提供辅助操船决策等功能。

#### 3) 先进的船舶自动控制系统

基于现代网络技术、数字监控技术和智能控制技术, 通过各种传感器系统、船载计算机系统和控制执行机构的结合, 构建集控制、监测、报警等于一体的开放式网络化的船舶自动化系统, 从而达到自动导航、自动驾驶、自动应答、自动规避、动态跟踪、航行自动管理、自动记录等目的。

#### 4) 先进的船用专家系统

基于现代计算机技术、人工智能技术和决策支持思想, 将某些专门知识、专家经验进行知识表征, 并形成数据库、知识库、方法库和模型库, 通过数据挖掘、知识推理, 帮助作出种种推理、判断、分析与处理, 提供专家级的辅助决策支持。

#### 5) 先进的数字信息交换系统

基于现代信息技术和通信网络技术, 智能处理船—船、船—岸、岸—岸之间的信息交换, 包括自动实现航海通告的发布、电子海图的更新、底层数据库升级等功能, 构建船—岸一体的水上数字交通网络, 保障船岸之间的数据信息安全、高效、可靠、顺畅地交换。

#### 6) 航运综合信息服务系统

它是水上智能交通系统的信息运作平台, 集合了水上运输服务的实体在运作过程所产生的各种信息。这些信息经处理后, 除提供给政府管理部门外, 还向接受运输服务的对象发布, 使服务对象能够实时了解所需的相关信息。

#### 7) 水上交通监管与应急救援系统

主要完成现有 VTS 中心的各项职能。利用 ARPA、AIS 等设备实时监控水上的所有船舶, 特别是港口、航道等交通敏感区。设置预警区域, 显示报警点的位置及报警内容, 为指挥人员处理突发事件的决策方案提供依据。

### 6 未来水上智能交通系统的发展趋势

随着现代信息技术的发展, 特别是 Internet 技术与高速无线通讯技术的发展, 对未来水上交通将产生积极的影响。未来 M-ITS 系统将以岸基航运网络和船载移动平台为核心, 以立体化通信网络为纽带, 实现网络环境下的信息共享与交换, 如图 3 所示<sup>[6][7]</sup>。

### 1) 岸基航运网站

航运网站是未来 M-ITS 系统信息交换中心, 它将以 Web 方式实时提供各种与航运相关的最新信息, 包括电子海图改正、航线设计、入港指南、物流、电子商务等功能, 为船舶、港航企业、及水上交通监管部门服务, 保障水上交通的安全。

### 2) 船载移动网站

将船舶作为一个移动的高速信息载体, 使其成为一个流动的网络平台。对内采集船舶的各种动态数据, 对外提供基于 Web 的信息查询和广播服务。当船舶需要与外界进行数据交换时, 还可通过标准的 Internet 浏览器实时查询或下载航运网站中相关的航运信息, 为船舶航运安全提供技术保障。

### 3) 立体通信网络

M-ITS 将基于多种通信方式, 构建一个广域的、甚至全球的立体化的水上智能交通信息网络。随着 Internet 和卫星通信技术的高速发展, 船—岸之间的通信将没有通信链路和通讯协议的障碍, 可实现全方位、全天候的高效、畅达、便捷的信息交换。

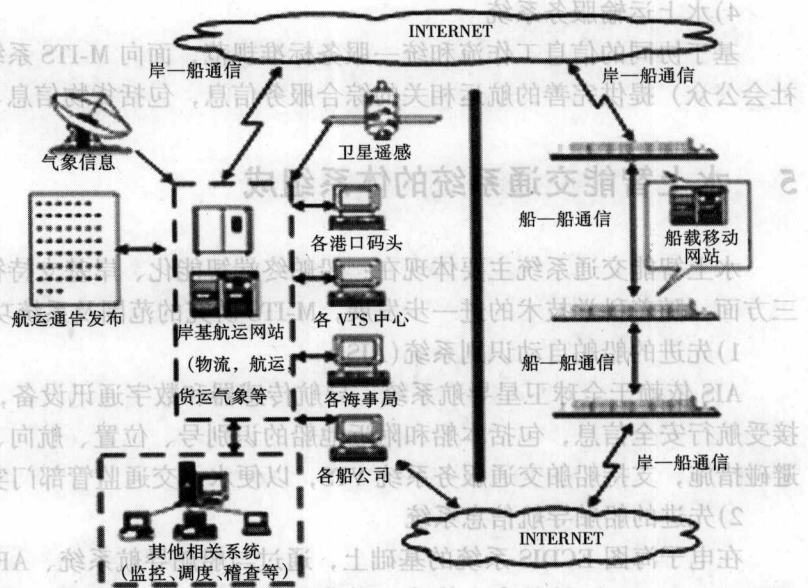


图 3 未来水上智能交通系统 M-ITS 系统示意图

## 7 结束语

随着现代科技的快速发展, 基于本地传感器的各种水上交通监管、服务、保障、管理必然向基于网络的水上智能交通系统 M-ITS 方向发展<sup>[8]</sup>。水上交通的信息化、现代化、智能化成为了水上运输业的未来发展趋势。伴随着经济的全球化和信息化, 社会对航运效率、监管服务水平、航运安全的要求会越来越高, 发展 M-ITS 既是社会经济快速发展的迫切需要, 也是水上运输业发展的实际需求。M-ITS 系统的思路, 展示了未来水上运输信息化、智能化的发展方向, 也是我国水上运输发展的必然选择。如何发展水上智能交通系统, 解决水上运输本身的质量、效率、安全、服务和水路与其他运输方式智能系统衔接等问题, 保障水上航行安全、提高航运效率, 是需要深入研究的课题。

### 参 考 文 献

- [1] 张殿业. 论 ITS 的结构体系[J]. 西南交通大学学报, 2000, (2)
- [2] J. Spalding, K. Shea, M. Lewandowski. Intelligent Waterway System and the Waterway Information Network[A]. The Institute of Navigation National Technical Meeting, 2002. 1
- [3] US Department of Transportation. The Future of Transportation Starts Here: Intelligent Transportation Systems[R], FHWA-JPO-98-023, HVH-1/2-98(f7.5M)QE, 1998. 1
- [4] 郭晨. 以智能自动化技术推动水路交通运输发展[J/OL]. <http://www.hrcc.cn/>
- [5] European Commission. Consortium Operational Management Platform River Information Services: COMPRIS Work Packages. 2004. 3
- [6] 徐志刚, 陈洪刚, 周坤芳. 基于网络的海上智能交通系统[A]. 中国航海学会 2003 年度学术交流会论文集[C]. 北京: 中国航海学会, 2003

[7] 赵德鹏, 李一凡, 赵丽宁, 李源惠, 李广儒. 论现代信息技术对未来航海的影响[DB/OL]. 万方数据库数字代科技期刊.

[8] 应士君, 施朝健, 石永辉. 海上智能交通系统实验室开发研究[J], 实验室研究与探索[J]. 2006, (8)

# Marine Intelligent Transportation System and Its Architecture

Luo Bencheng    Zhang Yongguang    Wang Shining

(Waterborne Transportation Institute, Ministry of Communications, Beijing 100088, China)

**Abstract** This paper discusses the most current development of marine intelligent transportation system (M-ITS) in the world, especially focuses on the essence nature of M-ITS and its systematic architecture. By means of investigating sub-systems of M-ITS, future development trend is also addressed in the paper.

**Key Words** Intelligent Transportation System (ITS); Waterborne Transportation; Information & Communication Technology; Transportation Systematic Architecture.



# Floyd-Warshall 算法在航班取消决策中的应用

赵秀丽 朱金福

(南京航空航天大学民航软科学研究所 南京, 210016)

**【摘要】** 取消航班是航空公司日常动态管理中遇到的多约束实时决策问题, 目前采取的做法是哪个航班的资源缺失, 取消哪个航班, 基本上没有进行决策优化。本文基于 Floyd-Warshall 算法, 构造了面向取消航班决策优化的 CFDF 算法 (Canceling Flight Decision's Floyd-Warshall), 使经典的 Floyd-Warshall 算法适合解决取消航班的具体问题。该算法能够在取消航班情况发生时, 决定取消哪些航班, 使总取消成本最低; 最后给出算例, 验证了该算法的可行性及对降低航班取消成本的贡献。

**【关键词】** 不正常航班调度; 航班取消; Floyd-Warshall 算法; 时空网络

## 1 引言

由于天气原因、航空管制、机械故障等原因常会使航班计划无法正常运行, 航班不正常包括航班延误和航班取消。由于飞机缺失, 如飞机故障当天无法修复且没有备用飞机, 以及天气恶劣飞机无法起飞等情况下, 不得不取消航班。取消航班是航空公司最无奈的选择, 但也是时有发生的现象, 如何取消航班或航班串, 使航空公司的损失降到最低, 是航空公司取消航班决策时需要考虑的优化问题。

对于不正常航班恢复问题, 目前国外主要采用时空网技术建模和拉格朗日启发式算法、次梯度优化法求解<sup>[1-5]</sup>, 但能够付诸实际应用的极少, 这主要是由于以下两个方面的原因: ①多专注于从一个模型上反映航班恢复的所有问题, 导致模型过于复杂, 求解困难, 可控性不佳; ②为了简化问题, 假设条件过多, 对实际问题的描述太过抽象。由于缺少实用性好的不正常航班调整算法和软件, 国内外航空公司运行控制中心主要是依靠手工和运控人员的经验来解决航班恢复问题(2005)<sup>[6]</sup>。

纯取消问题的建模相对简单, 以往的研究多合并于延误航班之中, 不仅使模型和算法复杂, 也很少能得到符合实际的实施方案, 并且使简单的取消航班问题复杂化了。Jarrah<sup>[1]</sup> (1993) 将延误和取消策略分别考虑, 对取消航班采用求最小费用流的网络流模型, 但模型的计算一次只能从一个航站开始, 且网络中不同的航站顺序会影响解的结果, 最终方案的稳定性较差。以后的研究以能够合并延误和取消为目的, 把问题复杂化后并没有得出能够为航空公司采用的方法。提供符合航空公司运控实际的航班取消优化模型和算法, 代替目前靠经验决策的人工操作方法, 是本文的研究目的。

基于 Floyd-Warshall 的取消航班决策优化算法(CFDF), 是当取消航班状况发生时, 根据需要一次性给出多种取消方案, 并给出每个方案的总成本、取消航班号、取消时间和地点及优化前的成本对比。该算法从全局角度保证取消成本最低, 减少公司成本损失; 能够在最早时间给出当天的取消航班情况, 及时通知旅客, 使旅客损失最低, 防止赶到机场才得知航班取消信息; 保证航空公司尽早与其他航班协商合并航班事宜, 安排旅客改签; 及时调整机组排班, 减少机组等待造成的资源浪费。