

交通部西部交通建设科技项目

交通编号：

合同编号：2006 328 000 118

单位编号：

密 级：

分 类 号：

湘江航运安全监管技术与应急对策 研究报告 (简本)

承担单位：湖南省航务管理局

参加单位：交通部水运科学研究院

协助单位：武汉理工大学

2009 年 12 月

辑 要

中文题名	湘江航运安全监管技术与应急对策研究		
英文题名	Research On Safety Supervision and Management Techniques and Emergency Response of Xiangjiang River Shipping		
交通编号		项目来源	西部交通建设科技项目
单位编号		合同号	2006 328 000 118
分类号		项目起止年限	2006.9-2009.9
第一完成单位	湖南省航务管理局	密 级	
项目负责人	周志中(局长/教授级高工)	报告撰写人	张鹭(处长/教授级高工)
	陈洲峰(副处长/副研究员)		刘仁煦(副局长/高工)
			高倍力(高工)
项目主要参加人	张 鹭(教授级高工)		
	刘仁煦(高级工程师)		
	高倍力(高级工程师)		
	尹云开(高级工程师)		
	张庆年(教授)		
	任勤雷(工程师)		
	胡伟才(工程师)		
	陈晓安(工程师)		
	曹 波(工程师)		
	李胜全(助理工程师)		
	刘砚(工程师)		
	陈尔健(助理工程师)		
	袁 瑛(高级工程师)		
主题词	湘江、安全监管技术、应急对策、研究		
关键词	分段采集视频图像、关联摄像机握手切换、基于 GPS 的视频自动跟踪、DSP 图像处理技术、模糊理论、点面结合、模糊综合评判、模糊层次分析法		

报告摘要（500 字以内）：

本项目通过湘江航运安全监管技术与应急对策研究，建立了“一个平台、二个系统”，针对内河运输船舶密集程度较高的特点，本项目研究开发了多系统综合管理平台、复杂气象条件下远视距监控系统、内河水运交通安全预警系统，重点监控烟花集装箱和散装化学品船舶等重要船舶，确保监控中心能通过定位系统实时观测到遇难船舶周围状况，进行有效指挥。

本项目主要研究成果及创新点包括：利用信息融合技术实现了多台监控摄像机的握手切换；通过 GPS 信息系统和视频监控的技术融合实现对船舶的自动跟踪、利用先进的 DSP 技术实现了在复杂气象条件下对船舶进行远程监控的功能；将预警理论首次应用于内河航运研究，建立了一套安全预警系统。

该安全监管系统自运行以来，稳定可靠，对促进湘江区域经济的快速健康发展，保障水上人命财产安全，保障湘江航运安全、发挥长江黄金水道作用，加强载运危险品船舶监管、防止船舶污染水域，建设环境友好型社会提供可靠支撑，具有特别重要的意义。该安全监管系统为西部其他地区提供一种可借鉴的模式，推广应用前景广阔。

英文摘要（300 个实词以内）：

The Xiangjiang River shipping safety control technology and emergency response measures are researched, "a platform, two systems" have been established, The project has carefully studied the inland water transport ship features a high intensity, Integrated management platform for multi-system, complex weather conditions Ultra (far)-line-monitoring system, inland water transport traffic safety early warning systems have been developed, The purpose is to focus on monitoring of fireworks container and bulk chemicals, ships, etc. to ensure real-time positioning system monitoring center through the observed status of the victims around the ship, can be effectively command

The project main research results and innovations include:Through information fusion technology of multi-camera handshake switch; Combining GPS information systems and video technology to achieve the ship's auto-tracking, Through advanced DSP technology to achieve remote monitoring the ship in complex weather conditions; Inland water transport to be studied theory through early warning , a Inland safety warning system has been established .

The study of the Xiangjiang River to promote rapid and healthy development of the regional economy, to protect the aquatic life and property safety,and the Xiangjiang River maritime safety,strengthen the supervision of ships carrying dangerous goods,prevent water pollution from ships,to provide reliable support for the construction of environment-friendly society,the research has a special importance significance. The security early warning system provides a reference model for other western regions, It can be applied to other river areas.

目 录

1 项目概况	1
2 项目研究内容	2
2.1 主要研究内容.....	2
2.1.1 子题一：湘江水上安全监管关键技术开发研究.....	2
2.1.2 子题二：复杂气象条件下远视距监控系统技术研究.....	3
2.1.3 子题三：内河水陆交通安全预警系统及应急对策研究.....	3
2.2 关键技术问题	4
2.2.1 子题一：湘江水上安全监管关键技术开发研究.....	4
2.2.2 子题二：复杂气象条件下远视距监控系统技术研究.....	4
2.2.3 子题三：内河水陆交通安全预警系统及应急对策研究.....	5
3 实施方案	6
3.1 子题一：湘江水上安全监管关键技术开发研究.....	6
3.2 子题二：复杂气象条件下远视距监控系统技术研究.....	6
3.3 子题三：内河水陆交通安全预警系统及应急对策研究.....	7
4 主要技术经济指标	8
5 依托工程与科研结合情况	9
6 主要研究成果及创新点	9
6.1 实现船舶监管多台监控摄像机的握手切换.....	10
6.2 通过 GPS 信息和视频监控的融合，实现对船舶的自动跟踪	10
6.3 采用先进的 DSP 图像处理技术实现了远距离全自动高清晰成像	11
6.4 首次将预警理论应用于湖南内河航运，建立了一套安全预警系统.....	13
7 项目的经济、社会、环境效益及推广应用前景	13

1 项目概况

湖南省的工业布局是以长株潭为中心，以京广铁路沿线为重点的非均衡布局，为湖南省重点发展的“一点一线”，三市的GDP占全省的三分之一以上，湘江作为长江的主要支流，是湖南省水运主通道，随着湘江航运建设的实施，通航标准将大幅度提高，同时，随着城市建设的发展，跨江桥梁的数量不断增加。在航道、港口条件不断完善的同时，船舶数量及货运量将大大增加，这将大大增加船舶碰撞、搁浅、船舶污染等事故隐患。为了提高水上交通安全监管、控制能力迫切需要建立一个综合管理信息平台。

《湘江航运安全监管技术与应急对策研究》提出了区域连续实时跟踪监视和搜救现场综合监控指挥的理念，重点在结合内河水上下建筑物较多、密度较大，航道水深受限、滩险较多，以及针对内河运输船舶相对海洋运输船舶而言密集程度较高的特点，研究开发多系统综合管理平台、复杂气象条件下远视距监控系统、内河水运交通安全预警系统，实现监控中心结合地理信息系统及船舶定位系统实时监控船舶航行航道附近的状况，有效监控航行船舶情况，重点监控危险品船舶、客船以及集装箱等重要船舶。特别是当上述船舶以及定制监控的船舶在通过主要滩险、重要桥梁、大型水上水下建筑物、重点水域时实施自动侍服的、全过程的、可视的、可调控的安全监控和调度管理，并在出现异常情况下，确保监控中心通过定位系统实时观测到遇难船舶周围状况，进行有效指挥，尽可能地实现快速搜救，以减少水域污染对保护环保生态的影响，减少对人民生命财产造成的损失、减少重要货物财产损失对国家经济造成的危害。

2 项目研究内容

2.1 主要研究内容

2.1.1 子题一：湘江水上安全监管关键技术开发研究

①基于 Web（B/S 结构）的 GIS 应用研究

与传统的基于桌面或 C/S 结构的 GIS 相比，Web GIS 具有以下优点：1) 更广泛的访问范围；2) 平台独立性；3) 降低系统成本；4) 更简单的操作；5) 平衡高效的计算负载。

②以无线专网和 CDMA 公网为载体，建立综合信息服务平台，研究信息融合技术，实现协调优化综合处理；

信息融合包括信息关联性处理，相关性处理和综合处理。将多种途径获取的信息进行关联处理，识别同一险情不同方式发出的报警信息，避免报警信息的遗漏和反应迟缓。根据遇险船舶、遇险人员、遇险位置、遇险性质、发展趋势和搜救资源等信息进行相关性处理，确定或推定其相互之间的关系。利用信息融合在结构上与神经网络有极强相似性的特点，通过神经网络方法对信息进行综合，对遇险者目前所处的状态得出精确判断，以及对其遇险的特征、性质和险情的发展趋势进行全面及时的评估和处理。

③多系统一体化综合监管技术研究

多系统一体化综合监管技术主要是将 GIS、GPS、CCTV 分散管理实现集中化管理，由于不同系统有不同的管理模式和数据格式以及控制协议，要将这三个系统有机的结合，必须深入研究三个系统之间的

协议特点，编写透明连接软件。

2.1.2 子题二：复杂气象条件下远视距监控系统技术研究

①复杂气象、远视距监控技术的研究

常规的监控系统只能监视几百米，遇到雾天，视距将大大缩短，如果要实现全航段的有效监控是不可能的。实现全航段的有效监控并实现透雾功能，有必须研究复杂气象、远视距监控技术。

②研究光照反差正常成像技术

白天一般光照在 10000lux，而夜间只有 0.001lux，因此白天和夜间光照相差在 $10^6\sim 10^8$ 倍左右，通过处理实现理想有效成像是本子题的另一个研究内容。

2.1.3 子题三：内河水交通安全预警系统及应急对策研究

针对湘江航运系统中出现的水上交通事故，分析事故形成的原因，找出规律，建立预警系统。研究的主要内容如下：

- 1) 湘江航运体系的现状和存在的问题
- 2) 湘江航运事故的规律性和成因分析
- 3) 湘江航运安全预警系统指标体系的建立
- 4) 湘江航运安全预警系统模型的建立
- 5) 湘江航运安全预警系统实施的保障措施
- 6) 湘江航运系统应急预案的编制

2.2 关键技术问题

2.2.1 子题一：湘江水上安全监管关键技术开发研究

①研究信息融合理论在航运安全监管信息系统中的应用；

分析研究不同通信手段在湘江流域航运中适应性和可行性，利用现代高新技术实现安全可靠的信息融合，建立快速适用的通信平台是本专题的关键性技术之一。

②GIS、GPS、CCTV 动态诱导协同关键性技术研究

目前，水上交通安全所使用的 GIS、GPS、CCTV 等监管手段都是自成体系，当水运突发事件发生，无法做到有效地配合、协同，亦无法形成强有力的控制、救援和指挥能力，单项的监控手段已无法满足水运安全监管的预警、现场指挥、远程实时监控、全方位协同的需求。为此，本子题将在此方面进行深入研究，研究船舶的 GPS 定位信息与视频摄像头监控点轨迹信息联动，实现切换和旋转视频摄像头自动跟踪和脱离行进中的船舶的关键技术，给决策者提供可控时长和安全搜救的参考依据。开发建立一套综合管理系统平台，满足现代管理多元化的要求，实现真正意义上的动态诱导协同管理。

2.2.2 子题二：复杂气象条件下远视距监控系统技术研究

①远程昼夜成像系统技术研究

昼夜将目标清晰成像是航运事业、船舶监管、应急搜救等需要彻底解决的急迫问题，只有这样才能直观和有效的进行船舶调度指挥和记录船舶运行及相关情况。其关键的技术问题在于扩大视频监控距离，在低照度时也可清晰成像，在有雾能见度较差时也可较完整的成像，且质量稳定，可靠性强、性能高。

②成像信号增强关键性技术研究

目前具备夜间观察目标能力的产品均采用“像增强器”来解决信号放大问题，最多可放大 45000 倍，而美国已经生产第四代、第五代

产品。但此种器件最大缺点是（1）怕光，一旦遇到光照则烧坏；（2）没用的信号也同时放大，因此噪声很明显；（3）白天不能使用，因此结构较复杂，设备体积较大；（4）使用寿命低（一般不超过 5000 小时）。本课题研究关键性技术是要利用“像处理器”来解决信号放大，使画面清晰，满足系统使用要求和提高使用寿命。

2.2.3 子题三：内河水运交通安全预警系统及应急对策研究

（1）内河水运交通安全预警系统研究

①针对湘江航运情况，调查各种水上交通事故、危险品船舶运输事故、港口危险品装卸事故等事故的发生因素、发生过程以及现行的水运交通安全监管模式，对调查结果进行分析，从中找出规律，运用定性与定量相结合的方法建立各影响因素的分析模型。

②根据系统管理原理，依据调查结果建立各种影响因素的分析模型，基于安全、实用、效能、经济的前提，提出湘江航运安全事故预警系统的功能要素、组织原则、运作方式、操作程序等。

（2）内河水运交通安全急对策研究

本课题在进行大量的调查研究的基础上，采用定性与定量相结合的研究方法，定性分析影响航运安全的影响因素，针对湖南航运的特点建立评价安全等级所需的指标体系；运用模糊综合评判的方法建立预警系统；应用系统工程、管理学等方法建立湘江航运的应急预案。目前已建立湘江航运安全预警系统，系统软件已经编制完成，并编制了湘江航运溢油事故应急预案、湘江航运火灾事故应急预案、湘江船舶水上触礁搁浅应急预案、湘江水上船舶碰撞事故应急等四个专项预案以及湘江港口危险品装卸事故应急对策。

总之，通过三个子题的研究，其最终目的是打造“湘江航运安全监管技术与应急对策研究”的平台，支持各级管理部门对航运安全和管理综合需求。“湘江航运安全监管技术与应急对策研究”，紧紧围绕水运安全监督管理和防止船舶污染水域这个中心，通过湘江航运

安全监管关键性技术开发研究、复杂气象条件下远视距监控系统技术研究 and 内河水运交通安全预警系统及应急对策研究，在湘江重点水域、重要航段、主要港口全面实现应急管理 with 决策指挥科学化、突发通航安全预警 with 应急反应 and 应急处置快速化的目标。本课题的研究以需求为导向，以应用促发展，统一规划、突出重点、统一标准、资源共享、保障安全、先进实用为目标和任务，通过积极推广和应用现代技术，增强水运交通安全监管工作的科学性、规范性，以带动水运交通安全管理现代化，全面提升水运安全监督管理水平和行政执法能力，实现水运安全监督管理的跨越式发展。

3 实施方案

3.1 子题一：湘江水上安全监管关键技术开发研究

- ①了解湘江水域实地情况，确定无线专网建设规模和建设方式；
- ②利用已有湘江水域测绘数据开发湘江水域地理信息系统；
- ③调查了解现有航道和船舶管理模式，编制软件功能；
- ④调查了解现有重点水域、船舶、GIS 系统与 GPS、视频监控的关联模式及影响因素，建设协调统一的监控系统。

3.2 子题二：复杂气象条件下远视距监控系统技术研究

- ①根据湘江水域试验段实际情况进行合理布点，确保监视距离最大化；
- ②根据生产管理要求，实现综合管理信息大屏显示；
- ③根据各职能管理部门的要求，将管理信息显示系统实现网上多用户管控。

3.3 子题三：内河水陆交通安全预警系统及应急对策研究

在进行大量的调查研究的基础上，采用定性与定量相结合的研究方法：

（1）定性分析影响航运安全的影响因素，针对湖南航运的特点建立评价安全等级所需的指标体系。

（2）运用模糊综合评判的方法建立预警系统。用 Delphi 法（专家打分法）、模糊统计法、二元对比排序法、推理法、模糊分布法等确定各指标的隶属度；用模糊层次分析法等确定指标的权重。

（3）应用系统工程、管理学等方法建立湘江航运的应急预案。

研究的技术路线如图 3—1：

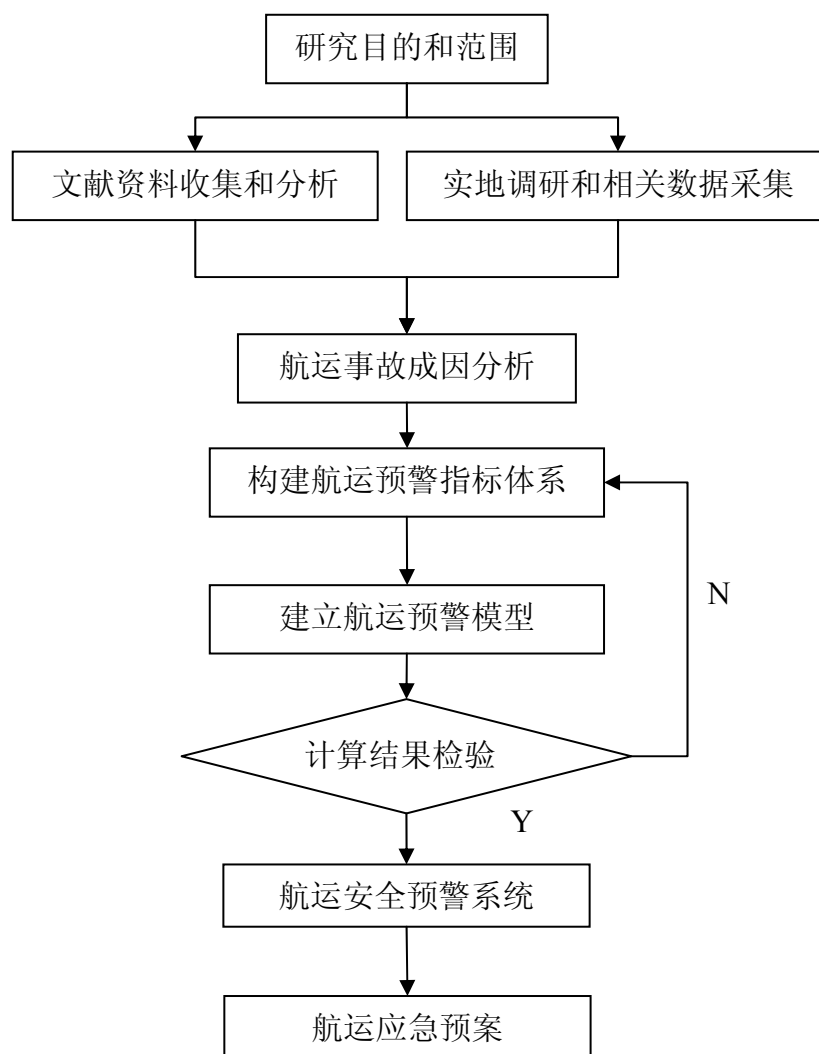


图 3—1 技术路线

4 主要技术经济指标

1) 建立了一个适合湘江航运安全的综合管理平台。该平台具有监控全省辖区湘、资、沅、澧干线，洞庭湖区、大型水库通航水域内和长江干线所有被监控船舶的航行位置、速度、航向等，监控系统还需与海事信息网船检、安监、船舶、船员数据库相连接，提供船舶的识别属性，并可及时下达监控指令，并实现防撞预警、重点水域预警、快速搜救定位、生产调度、事故调查取证、公共信息服务八大功能；

2) 建立了一个复杂气象条件下的远视距监控系统:白天一般光照在 10000lux，而夜间只有 0.001lux 情况下，成像距离为 3~5km；

3) 提交了一个内河水运交通安全预警系统软件；

4) 提交湘江航运事故操作性较强的应急对策；

5) 提交湘江主要港口危险品装卸事故应急对策。

最终提交的研究成果及其形式

1) 一套综合管理软件，实现将 GIS、GPS、CCTV 透明连接；

2) 一套内河水运交通安全预警系统软件；

3) 一套经研究形成的远程视频监控系统；

4) 4 套应急预案；

5) 项目研究报告；

6) 项目研究工作报告；

7) 系统测试报告；

8) 用户使用手册；

9) 应用证明文件。

国内核心期刊发表学术论文 4 篇，一般期刊发表学术论文 4 篇。参加本项目研究具有高级职称的科研人员 15 人，具有中级职称科研

人员 8 人。在完成本项目期间中级晋升高级 2 人，初级晋升中级 3 人。培养博士 3 人，培养硕士 5 人，业务培训 10 人。

5 依托工程与科研结合情况

作为湖南省水上交通（海事）支持保障系统的建设项目，《湖南省水上交通信息系统项目》一期工程建设（总投资 1500 万元）已全面完成，建成了全省水上交通安全信息管理的公共数据交换支撑平台和业务支撑平台，包括省局、市局水上交通安全监督骨干网络、重要水域远程实时视频监控系统、船舶水上交通 GPS 实时监控系统、中央核心数据库、湖南省地方海事局对外公开门户网站以及办公自动化系统、各种业务管理信息系统在内的一整套业务支撑软件平台。

湖南省水上交通（海事）支持保障系统已经通过了施工设计评审，将在 2010 年全面建设，该项目将建设水上安全信息系统工程、水上安全通信监控系统工程，将建成省、市（州）、县三级水上交通安全监督骨干网络，扩充和完善重点水域的实时视频监控，建成覆盖全省主要航段的安全通信系统，推广船舶水上交通 GPS 实时监控系统，完善各种业务信息管理系统，该项目的建成将实现我省水上安全监管、水上救援决策、信息分析处理的现代化、数字化、信息化。

本课题依托湖南省水上交通信息系统建设，课题研究与依托工程吻合。

6 主要研究成果及创新点

本项目通过湘江航运安全监管技术与应急对策研究，建立了“一

个平台、二个系统”，为开发研制的重点，在解决关键技术的过程中，紧密结合适用性与新颖性，项目研究具有创新性，主要研究成果及创新点具体体现在：

6.1 实现船舶监管多台监控摄像机的握手切换

采用了分段采集信息技术和视频动态信息、GPS 动态信息的数据关联处理方法，解决了多台摄像机之间重叠区域内目标交接问题，实现了船舶监管多台监控摄像机的握手切换，具有创新性。

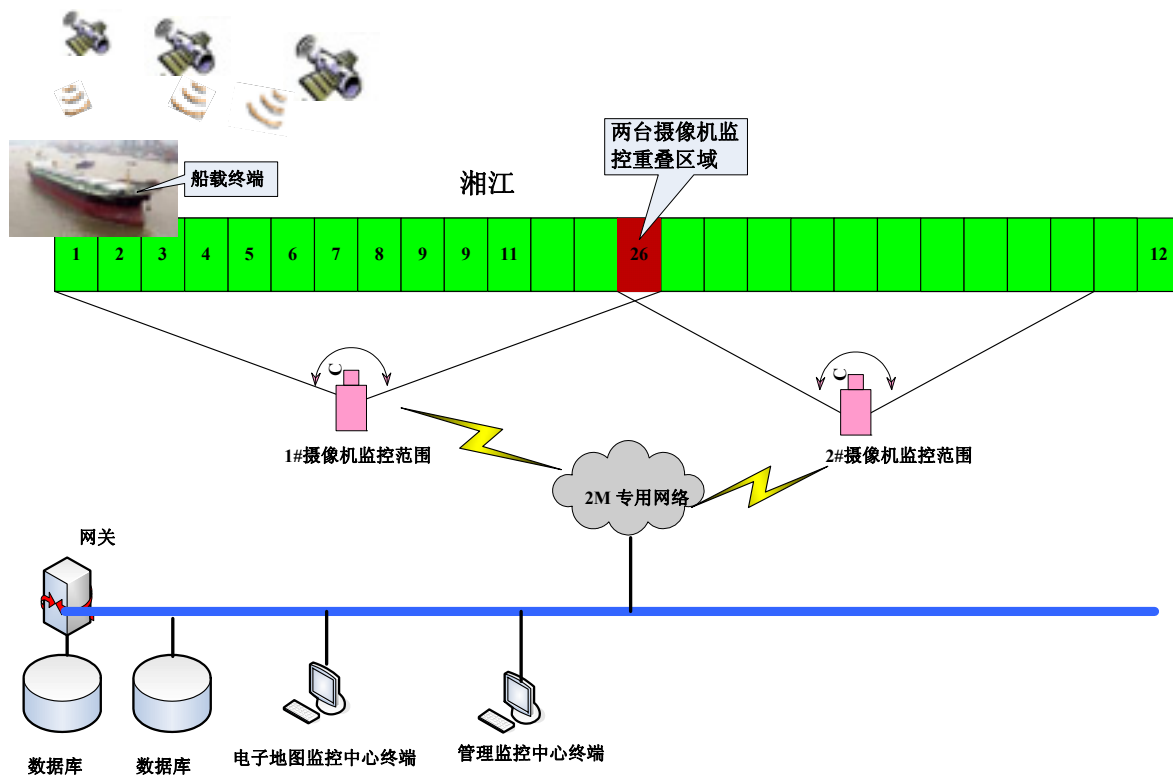


图 6-1 关联摄像机握手原理图

6.2 通过 GPS 信息和视频监控的融合，实现对船舶的自动跟踪

应用模糊理论，使用点面结合方法，开发了先进的图像处理技术，通过 GPS 信息和视频监控的融合，实现对船舶的自动跟踪。

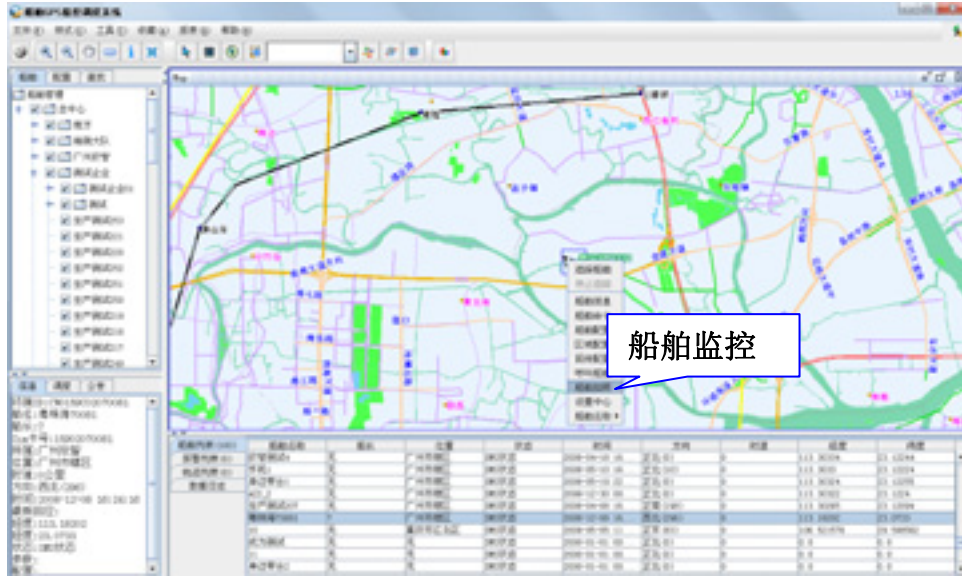


图 6-2 图形显示界面



图 6-3 监控系统显示界面

6.3 采用先进的 DSP 图像处理技术实现了远距离全自动高清晰成像

采用最新的 DSP 图像处理技术，解决了在低照度和能见度较差时的远距离高清晰成像的技术问题，实现了夜间、雾天等复杂气象条件下的船舶安全监管，具有创新性。



图 6-4 在大雾天气距离摄像机 3 公里船舶的图片



图 6-5 船舶红外图片

6.4 首次将预警理论应用于湖南内河航运，建立了一套安全预警系统



图 6—6 安全预警系统软件

7 项目的经济、社会、环境效益及推广应用前景

本项目系统基于计算机智能技术，采用了最先进的无线网络（GPRS/CDMA）通信技术和 GPS 技术结合远距离视频监控设备，对烟花集装箱和散装化学品船舶进行实施监控，确保安全运输，在船舶出现异常情况时，使管理人员在事故发生之前能够迅速采取措施，防患于未然，避免事故损失，提高船舶管理水平和管理效率。

该项目研究开发将整合湘江流域通航安全保障系统，确立保障系统的安全稳定性，无论是从安全航行和航行调度指挥，还是从航运的发展都将建立完善的辅助保障手段，稳定、可靠、快捷是该系统组合的一大特点。它的实现将为湘江流域航运安全 and 生产提供了必要的手段，给管理部门提供了水上救援的决策支持，对提高生产力和湘江的发展进行科学化管理打下良好的基础。

按照建立全方位覆盖、全天候运行、快速反应的现代化内河安全监管系统的要求，建立湘江可持续发展监管与应急反应系统，逐步形成并改善湘江水上交通安全法治环境，达到有效监控，实行规范管理和长效管理。

湖南省水上交通（海事）支持保障系统是我省海事系统“十一五”重要建设项目，总投资 2.8 亿元，目前该项目已完成施工设计。湘江航运安全监管技术与应急对策课题研究成果在该项目的初步设计和施工设计中得到了应用，通过优化设计，充分利用课题研究成果和建设基础，经估算，可节约投资约 2000 万元。

湖南省“十五”期间共发生一般等级以上水上交通事故 195 件、死亡 236 人，给人民生命财产造成了重大的损失。由于各级主管部门对安全生产的重视，2001~2008 年湘江航运安全生产事故得到了有效控制，事故件数、死亡人数逐年下降，重大事故数和碰撞事故数在整体上也呈下降的趋势，但事故造成的直接经济损失逐年上升，2008 年事故直接经济损失达 944.09 万元。按 8 年事故直接经济损失平均每年 423.42 万元计算，采用本课题研究成果后即使降低 50% 的事故，预期就可每年节约 200 万元。如果考虑事故产生的间接影响，本项目研究的经济社会效益每年将远大于 200 万元。

本项目的研究完成，将使湖南省水运安全监管手段、执法力度及执法水平上一个新的台阶，成功的水上交通安全预警、正确的应急对策，对于预防水上事故的发生以及事故发生后的搜救，以减少人民生

命财产损失，确保社会的稳定，促进湖南经济发展，具有重大经济社会效益。