

文章编号: 1001 - 893X(2012)10 - 1571 - 06

海上遇险搜救综合通信系统的设计与实现^{*}

贺丽阳¹, 陈永剑², 马晓峰², 曾 晖³, 李 伟³, 刘 凯¹

(1. 北京航空航天大学 电子信息工程学院, 北京 100191; 2. 中交水运规划设计院有限公司, 北京 100088;
3. 中华人民共和国海事局, 北京 100736)

摘 要: 为了提高我国海上搜救应急反应的调度、指挥能力, 利用现代通信、计算机、计算机电信合成 (CTI) 等技术, 实现了海上遇险搜救综合通信系统。该系统采用程控调度交换和无线电台适配的方案, 使用无线电台适配器将无线通信转换为有线通信, 再通过程控交换机将各级海上搜救中各类卫星、语音电话、视频系统等异构终端综合互联, 实现有线通信系统与无线通信系统的无缝连接, 从而为值班和搜救指挥人员提供专业、便捷的通信、操作手段, 提高指挥判断的准确性和效率。

关键词: 海上应急搜救; 海上遇险搜救通信系统; 无缝连接; 程控交换; 无线电台适配

中图分类号: TN915.41 **文献标志码:** A doi: 10.3969/j.issn.1001 - 893x.2012.10.003

Design and Implementation of an Integrated Communication System for Maritime Distress Search and Rescue

HE Li-yang¹, CHEN Yong-jian², MA Xiao-feng², ZENG Hui³, LI Wei³, LIU Kai¹

(1. School of Electronics and Information Engineering, Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100191, China; 2. CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd., Beijing 100088, China;
3. Maritime Safety Administration of the People's Republic of China, Beijing 100736, China)

Abstract: In order to improve the dispatch, command and response abilities of Chinese maritime emergency search and rescue, by using modern communication, computer and computer telecommunications integration (CTI) technologies, an integrated communication system for maritime emergency search and rescue is designed and implemented. In the system, programme-controlled switching and radio adapting schemes are adopted, radio adaptor turns wired communication into wireless communication and programme-controlled switch integrates all various satellite terminals, voice telephony, video systems, etc. of maritime search and rescue into one operating seat, to achieve the seamless connection among all wired and wireless communication systems, provide professional and convenient communication methods for searching and rescuing staff, and improve the accuracy and efficiency of command and decision-making.

Key words: maritime emergency search and rescue; maritime distress and rescuing communication systems; seamless connection; programme-controlled switching; radio adapting

1 引 言

全球海上遇险与安全系统 (Global Maritime Dis-

tress and Safety System, GMDSS) 自 1999 年 2 月 1 日正式实施以来, 在遇险报警、现场通信、搜救协调通信、紧急与安全通信等诸多方面起到了重要作用。为了

^{*} 收稿日期: 2012 - 03 - 30; 修回日期: 2012 - 05 - 21
基金项目: 国家科技支撑计划项目 (2009BAG18B02)

Foundation Item: The National Key Technology Research and Development Program of the Ministry of Science and Technology of China (2009BAG18B02)

配合 GMDSS 的实施,1991 年国家计委拨专项经费用于建设中国海上遇险和安全系统工程,涉及国际海事卫星通信系统(INMARSAT)、低极轨道搜救卫星(COSPASSARSAT)报警测位系统、地面无线电通信系统、陆上搜救协调通信网、奈伏泰斯(NAVTEX)系统和船舶报告系统^[1]。目前,我国已经建设完成海上遇险和安全通信系统,以及沟通中国海上搜救协调中心(MRCC)和各直属局海上搜救分中心(MRSC)的海事信息主干网,包括船舶管理系统、船员管理系统、船载客货系统、通航管理系统、船舶交通管理系统(VTS)、船舶自动识别系统(AIS)、船舶报告系统等与海事应急搜救指挥相关的信息系统^[2]。因此,我国海上搜救应急响应及处理能力有了很大程度的提高并取得了显著的成效。

不过,在上述系统中,现有各种地面通信设备的兼容性较低,难以统一协调、综合使用,操作人员往往只熟练使用其中某个设备,缺少协调操控整个系统的综合素质,从而影响了海上事故应急反应的整体效率。针对这个问题,文献[3]提出了协调性通信的思想,对 GMDSS 地面系统模拟器的研发具有借鉴意义。在文献[4]中,作者提出了船舶信息综合系统的设想,该系统以在船上设一台服务器为核心,把船上所有信息存储在服务器中,其中既包括现有的船舶各种自动化装置运行中的实时数据,这些数据经过一定的处理后存入服务器中。同时把船舶日常管理所需要的各种数据也以数据库的格式存入服务器,实现两种不同数据集成,从而使船舶实现高度信息化,为船舶发展提出了新的目标——信息集成与综合。文献[5]设计了一种基于信息融合技术的航运智能运输系统(MITS),采用智能信息融合技术,对各系统的数据进行智能处理,提供智能决策支持,以提高运输效率、保障航运安全。为了解决这个问题,通过程控交换机的有线接口与公用电话网进行连接,实现有线报警电话的接入。通过无线电台适配器的无线接口与无线电台的手柄连接实现无线转有线,再通过无线电台适配器的有线接口与程控交换机的有线接口连接,最终实现无线系统接入至有线系统。座席系统综合各种数据和语音信息,将原先分散的各种端站、语音电话集成到统一的接入平台上,通过数据、语音、视频控制一体化的操作座席,为指挥人员提供专业、便捷的值班和应急指挥手段。

本文其余部分的安排如下:第 2 部分给出了海上遇险搜救综合通信系统的设计方案;第 3 部分对其主要部分进行了具体设计实现;第 4 部分给出了系统测试结果;第 5 部分总结了全文。

2 海上遇险搜救综合通信系统

2.1 系统结构

目前,各搜救中心使用的通信设备包括有线通信设备、无线通信设备和视频通信设备。其中,有线通信设备包括 12395 专线、110 专线、抗震救灾专线、传真专线、海事卫星电话专线、电传机专线,以及海事局办公电话等。用户单位利用现有有线通信设备实现专线电话报警受理、电传收发、办公电话通信等。无线通信设备包括 MF/HF/VHF 电台及 DSC、SSB/800M/110 电台等。MF/HF/VHF 电台作为主要的无线通信设备,用户单位利用现有 DSC 对 MF/HF/VHF 电台进行选台选频、收发音量调节操作,实现调度值班员对 VHF16 频道报警语音的监听及临时通话、与遇险船只的无线通话、接收 NAVTEX 航情报文、查看 DSC 遇险报文等。此外,用户单位有时会利用 SSB/800M/110 电台进行选定频道的无线通话。视频通信设备包括 CCTV 闭路电视监控系统、无线视频传输系统。用户单位通过现有的 CCTV 闭路电视监控系统进行港口、码头等现场视频监控,通过综合无线视频传输系统和 CCTV 闭路电视监控系统,实现遇险船只现场图像监控。

图 1 所示为本文设计的海上遇险搜救综合通信系统,它综合了 GMDSS 中海事卫星、甚高频(VHF)电台、数选值班台(DSC)、NAVTEX、窄带直接印字电报(NBDP)等设备,既可以实现 12395 专线、搜救值班电话、其他普通电话、传真等有线通信手段的接入,又实现了中频/高频/(MF/HF)、VHF 等无线通信手段的接入,并可以完成 DSC 报文、NBDP 报文和 NAVTEX 报文的接收和解析以及各类语音通信的实时自动录音,提供录音查询、调用,从而实现了海上应急搜救工作的统一调度和指挥。在该通信系统中,用户单位现有的有线、无线通信设备均由 H20-20 交换机提供综合接入接口;由调度台提供多种调度界面,包括语音接警及指挥调度、报文电传调度、传真调度、视频浏览控制等;由传真/录音/报文电传服务器提供传真服务、录音服务,以及传真、录音、报

文电传的数据暂存管理。由第三方应用软件发起语音报警、DSC 遇险报文、传真报警的警情关联申请,由传真/录音/报文电传服务器向第三方应用软件提供相关的数据访问服务。

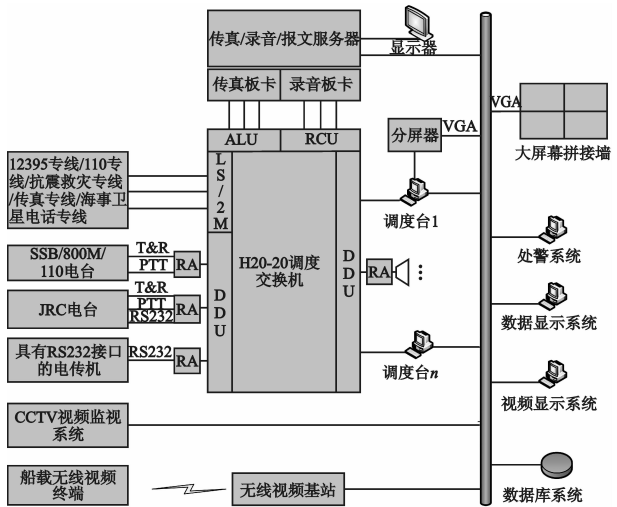


图 1 海上遇险搜救综合通信系统
Fig.1 Integrated communication system for maritime distress and safety

2.2 通信设备和操作终端适配接入

目前通用的适配接入方案是通过一套综合业务平台将不同通信系统进行集成连接,综合业务平台通过有线接口连接有线报警电话,通过无线接口连接无线报警电台。这种方案连接有线报警电话不存在问题,但连接无线电台时会出现电台接口与综合业务平台接口不匹配的问题,主要原因是用户的现有电台存在产品型号、接口类型的差异。另一方面,为了满足日常值班的需要,在值班员桌面上通常摆放着多部 12395 电话机、传真机、110 电话机、VHF 电台、渔业电台等多种类型的终端,多种复杂终端给值班员的操作带来了较大的不便,直接影响到值班员的接触警效率。如何将值班员桌面上的各类终端融合到集成化的值班座席,并实现一键式操作是整个应急通信融合接入、统一指挥调度的综合体现。

如图 2 所示,本文采用程控交换机和无线电台适配器的方案,对有无线报警电话和无线报警电台进行无缝集成融合。这个方案既能满足有线电话的接入,又能适应用户现场各种无线电台的接入,实现了各类操作终端的适配连接。

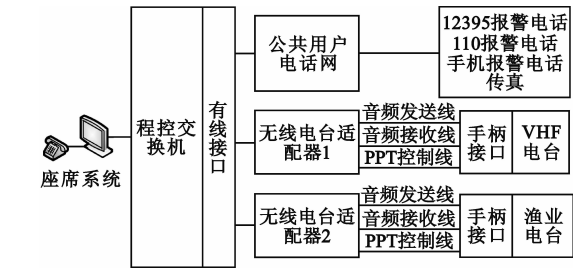


图 2 通信设备和操作终端的适配接入
Fig.2 Integration of communication equipment and operating terminals

3 系统各主要部分的设计与实现

海上遇险搜救综合通信系统利用程控调度交换机 H20-20 和无线电台适配器来实现有线通信系统与无线通信系统的无缝集成融合,并具有报文接收和解析、GMDSS 系统接入、语音通信自动录音的能力。下面详细介绍各部分的设计实现过程。

3.1 H20-20 交换机

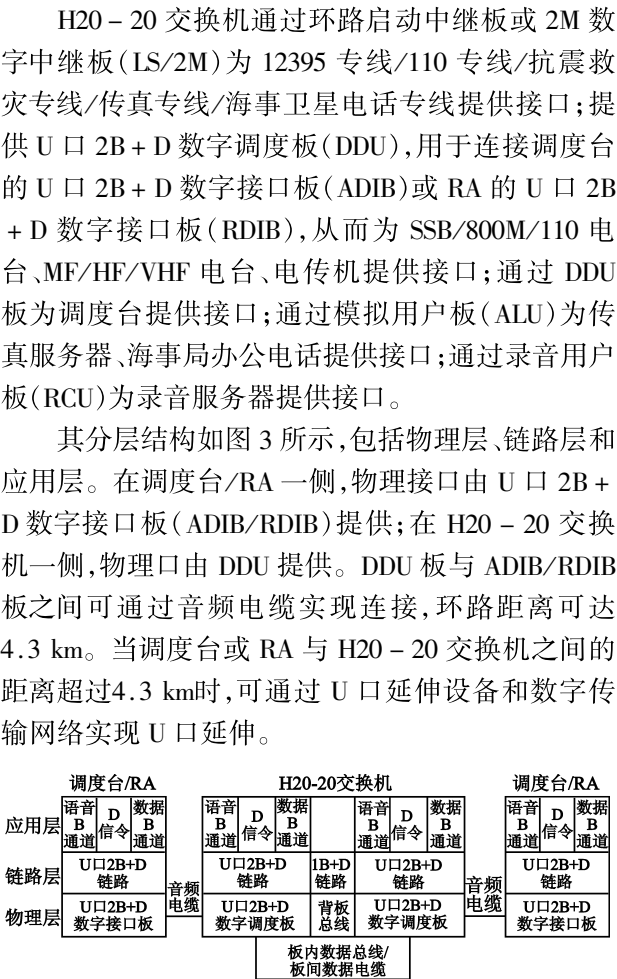


图 3 2B+D 数字用户通信技术
Fig.3 2B+D digital subscriber communications technology

3.2 无线电台适配器

如图 1 所示,12395 专线、抗震救灾专线、值班电话、办公电话等有线通信手段直接通过标准的 LS 环路中继或 2M 数字中继与调度交换机互联,实现相关电话的接入,并通过值班坐席进行电话综合调度。而无线通信手段需要通过 RA 连接 SSB/800M/110 电台、JRC 电台来实现无线转有线话音通信、按讲 (PTT)控制以及调度台针对 JRC 电台所进行的选台选频控制、NAVTEX 航情报文接收、DSC 遇险报文接收和确认等。

RA 的一端与电台/具有 RS - 232 接口的电传机设备相连接,另一端与 H20 - 20 交换机的 DDU 板相连接。RA 在与 SSB/800M/110 电台相连接时,需要提供语音及 PTT 接口;在与 MF/HF/VHF 电台相连接时,需要提供语音接口、PTT 接口以及 RS - 232 接口。针对海事应急辅助指挥系统试点工程的需求,RA 提供以下功能:电台语音接口阻抗匹配、初始化报告、在线状态报告、活动语音检测、收发音量控制、活动语音检测灵敏度控制、主动被监听、通话结束自动释放、语音输出接口、PTT 控制、RS - 232 接口波特率设置、供电方式、状态指示及外部接口等。

RA 的功能框图如图 4 所示。它由 CPU 控制器、电源模块、U 接口、PTT 控制接口、RS - 232 接口、阻抗匹配处理、收发音量调节、语音输出接口、活动语音检测等组成。CPU 控制器是 RA 的控制核心。阻抗匹配处理对 RA 所接电台的音频收发线连接进行接口阻抗匹配,使语音接口阻抗符合 600 Ω 标准。RA 采用外接 220 V 交流整流器转 5 V 直流 (DC) 的供电方式,电源模块接受 5V DC 供电,并为其其他电路提供所需的二次电源。

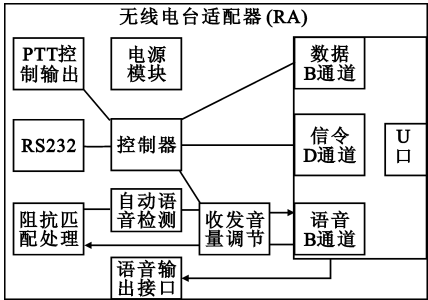


图 4 RA 的功能框图

Fig.4 Functional block diagram of radio adapter

RA 通过背板提供 RJ - 11 插座用于 U 口连接,提供 D9 插头用于 RS - 232 串口连接,提供 D9 插座

用于电台音频收发和 PTT 控制线连接,提供 3.5 mm 双声道音频插座用于有源音箱连接,提供直流电源插座用于外置 5V DC 电源连接。

3.3 报文接收和解析

如图 5 所示,报文服务器通过不同的调用接口分别与传真服务器、录音服务器、报文电传服务器、调度台、第三方应用软件进行通信。报文电传服务器通过报文服务器接收来自调度台的 NAVTEX 航情报文、DSC 遇险报文、电传,对数据提供暂存及提取管理。

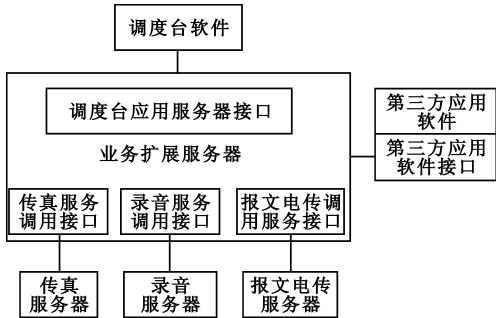


图 5 报文服务器调用接口的连接关系

Fig.5 Connection of message servers

报文服务器利用传真服务调用接口、录音服务调用接口、报文电传服务调用接口、调度台应用服务调用接口,从传真服务器、录音服务器、报文电传服务器、调度台获得相关的数据或服务,并向第三方应用软件接口提供相关的调用服务,用于警情关联处理或控制调度台实现呼叫。

3.4 GMDSS 系统接入

为了支持调度指挥相关功能,还需要提供 GMDSS 系统中关于海事卫星、VHF、DSC、NAVTEX、NBDP 等设备的接入,如图 6 所示。

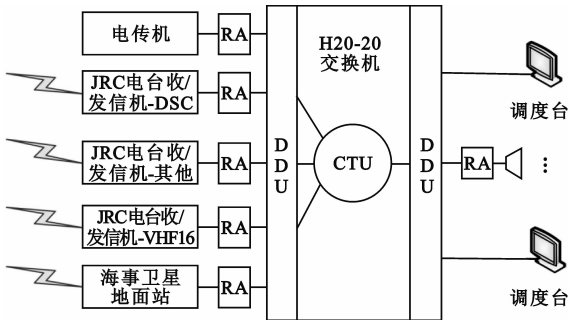


图 6 GMDSS 系统的设备接入

Fig.6 Access to GMDSS equipment

图中,海事卫星地面站、VHF、DSC、NAVTEX、NBDP 电台也是通过 RA 接入 H20-20 交换机系统。RA 的一端通过音频电缆与 H20-20 交换机的 DDU 板相连接,另一端通过专用电缆组件与电台的音频收发线、PTT 控制线以及 RS-232 接口相连接,或与具有 RS-232 接口的电传机相连接。

3.5 自动录音系统

采用计算机电信合成(CTI)技术的网络应用平台可以实现值班台通话的实时录音,这种增强的录音方式保留了数字录音系统的优点,同时又得到 CTI 平台强大功能的支持。由于采用了分布式网络平台,新一代的录音系统除了支持数字录音质量以外,还提供了多点互连、远程查询、接入 Internet、互联呼叫中心、集成第三方系统等众多优势。录音系统的结构示意图和主界面分别如图 7 和图 8 所示。

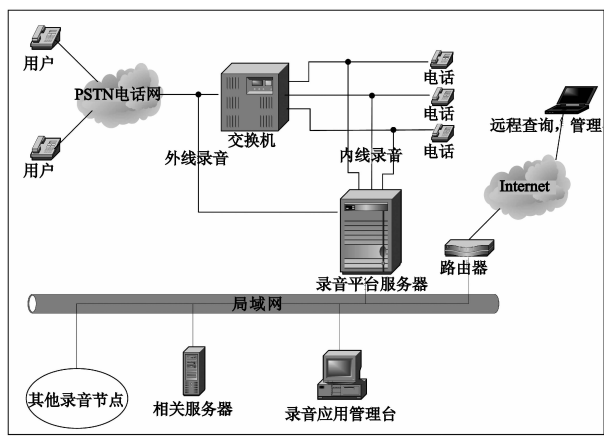


图 7 录音系统的结构示意图
Fig.7 Schematic diagram of recording system

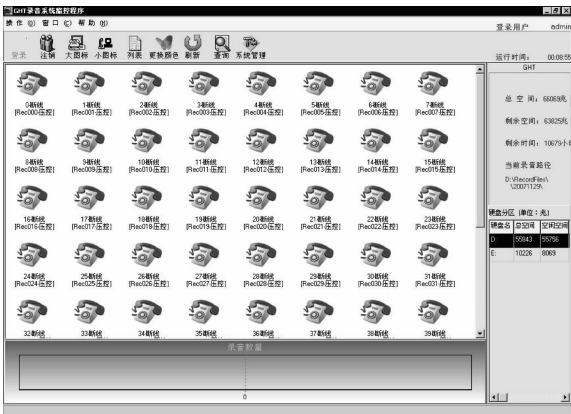


图 8 录音系统的主界面
Fig.8 The main interface of the recording system

单套自动录音系统可支持 128 路同时录音、支持多个录音磁盘循环录音,可按压控、音控以及码控

等不同的方式启动录音,磁盘满后自动切换到下一磁盘,具有远程 FTP 同步备份功能和全自动备份功能,可以将录音自动备份到其他磁盘、进行自动磁盘管理功能,能够删除存放时间过长的录音记录,并当录音空间不足时自动删除最旧的录音。

4 系统测试结果

此部分对所设计实现的海上遇险搜救综合通信系统进行了测试,并给出了相关结果。

4.1 基本功能测试及结果

为测试本系统的基本功能,我们分别在浙江和海南进行了船舶测试。测试环境:晴朗、大雾、小雨、中雨、雷阵雨等天气情况;有无无线频率干扰情况;没有障碍物、有大量船舶、有岛屿、有堤坝等海面直线障碍物的情况;接收天线离海面的高度 2~15 m;终端佩带于肩膀上、漂浮于海面上、举在手上等情况。该系统的基本功能测试及结果如表 1 所示。

表 1 基本功能测试及结果
Table 1 Basic functional test and result

序号	功能测试内容			测试结果
1	自动叫醒	回叫	转接	已实现
2	呼叫转移	呼叫保持	保持/交替通话	已实现
3	呼出限制	预占	呼叫等待	已实现
4	预占接听	直接代答	同组代答	已实现
5	免打扰	区别振铃音	三方呼叫	已达到预期目标
6	会议电话	热线电话	缩位拨号	已实现
7	强插	强插保护	呼叫搁置	已实现
8	遇忙排队	呼叫筛选	寻线组	已实现
9	恶意呼叫追踪	来电显示	一机双号	已实现
10	中继呼叫定时拆线	自动语音应答	语音广播	已实现
11	全网集中话务台服务	数据通信		已实现

从表中可知,该系统的各项基本功能都达到了要求,实现了将现有海上 12395 电话、移动电话、VHF 电台、渔业电台综合到同一个通信平台,将有线电话、传真、无线通话等业务集成到同一值班坐席综合处理,简化了操作员的桌面终端,提高了操作员的效率,避免了操作失误。值班员的桌面只需要摆放一台显示器及 1~2 部普通电话机就能实现

有线、无线、传真等多种报警业务的综合处理,并且每个值班座席具有来电管理、快捷拨号、电话会议、电话录音等功能。

4.2 图像视频传输测试

图像视频传输测试由海上无线图像传输测试、陆上视频传输测试以及海陆间实时传输测试组成。测试结果表明,海事巡逻船和救助船舶可实现从测试海区到 MRCC 及各 MRSC 的现场图像信号传输。在烟台成山头的测试中,VTS 铁塔安装无线基站,巡逻船配置一台无线船载站,可实现巡逻船现场图像信号经无线移动系统到成山头无线基站的传输,再通过成山头 VTS 与烟台 MRSC 间的专线,进一步实现了图像传输到烟台 MRSC 的任务。

测试结果还表明,本文所设计的海上遇险搜救综合通信系统充分利用了程控调度交换机的可靠性及无线电台适配器具有电台阻抗匹配调节及活动语音自动检测的特性,能适应用户现有的各种型号电台,并能将无线电台的语音及 PTT 控制信号无缝连接到有线通信系统上。

本系统与现有的其他系统相比具有以下优势:

(1)充分利用程控调度交换机系统的可靠性及电话调度功能的灵活性,能最大程度满足应急指挥调度的各项电话功能;(2)无线电台适配器具有电台阻抗匹配调节及活动语音自动检测的特性,能适应用户现有的各种型号电台,并能将无线电台的语音及 PPT 控制信号无缝融合到有线电话系统;(3)集成化值班座席操作简单,使用方便,具有电话、电子传真、无线电台通话、电话录音的综合业务处理功能。

5 结束语

针对目前各级海上搜救中心多种通信手段并存的情况,本文设计并实现了海上遇险搜救综合通信系统,可以将海上应急搜救领域使用的不同类型、基于不同技术体系和通信协议的通信设备和各类数字电传设备统一接入,实现了对无线电台的调度通话、频选控制以及对数字电传报文的接收解析等功能,并将原本分散的各类操作终端集成到一个操作座席上,有效使用了各种海上及岸上可用的通信资源和人力资源,从而实现了海上遇险船舶与搜救中心之间的立体化、全天候搜救通信以及海上搜救行动的综合指挥调度。测试结果验证了系统的有效性和可靠性。

参考文献:

- [1] 唐信源,邓洪章,郑作雄.中国海事搜救通信发展策略[J].中国航海,2000,46(1):49-53.
TANG Xin-yuan, DENG Hang-zhang, ZHENG Zuo-xiong. Development Policy of SAR Communications in China[J]. Navigation of China, 2000, 46(1): 49-53. (in Chinese)
- [2] 章剑.船舶自动识别系统(AIS)装船和检验要求[J].上海造船,2006,66(2):30-32.
ZHANG Jian. The Installation and Inspection Requirements to AIS Equipments[J]. Shanghai Shipbuilding, 2006, 66(2): 30-32. (in Chinese)
- [3] 李建民,李红喜.海上遇险时地面系统中各方通信的协调性[J].中国航海,2010,33(2):8-12.
LI Jian-min, LI Hong-xi. Terrestrial Communication Coordination of Concerned Parties at Maritime Distress[J]. Navigation of China, 2010, 33(2): 8-12. (in Chinese)
- [4] 孟宪尧,尚新宇.船舶发展的新目标——信息集成和综合[J].世界海运,2000(5):8-10.
MENG Xian-yao, SHANG Xin-yu. New Target of Ship Development: Information Integration and Synthesis[J]. World Shipping, 2000(5): 8-10. (in Chinese)
- [5] 黄洪琼,汤天浩,金永兴.基于信息融合的船舶智能运输系统[J].上海造船,2008,66(1):50-52.
HUANG Hong-qiong, TANG Tian-hao, JIN Yong-xing. Ship Intelligent Transport Systems Based on Information Fusion[J]. Shanghai Shipbuilding, 2008, 66(1): 50-52. (in Chinese)

作者简介:

贺丽阳(1989—),男,湖南株洲人,2011获学士学位,现为硕士研究生,主要从事无线认知电网、无线通信网络的研究。

HE Li-yang was born in Zhuzhou, Hunan Province, in 1989. He received the B. S. degree in 2011. He is now a graduate student. His research concerns cognitive radio network and radio communication network.

Email: hlyang_12@163.com

陈永剑(1975—),男,安徽宣城人,2006年于北京理工大学获硕士学位,现为高级工程师,主要研究领域为通信网络、应急指挥、船舶动态监管、海上搜救;

CHEN Yong-jian was born in Xuancheng, Anhui Province, in 1975. He received the M. S. degree from Beijing Institute of Technology in 1997. He is now a senior engineer. His research concerns communication network, emergency command, ship dynamic monitoring, maritime search and rescue.

Email: chen Yongjian@pdiwt.com.cn

马晓峰(1980—),男,辽宁营口人,2003年于北京理工大学获学士学位,现为工程师,主要研究领域为通信网络、应急指挥、船舶动态监管、海上搜救。

MA Xiao-feng was born in Yingkou, Liaoning Province, in 1980. He received the B. S. degree from Beijing Institute of Technology in 2003. He is now an engineer. His research concerns communication network, emergency command, ship dynamic monitor, maritime search and rescue.

Email: maxiaofeng@pdiwt.com.cn