

# 多种通信手段在遇险救生体系中的应用研究

陈超, 王毅, 毛强, 薛凯

(空间物理重点实验室, 北京 100076)

**摘要:** 我国海域辽阔, 各类船只的水上航行和作业安全密切关系到生命和财产的安全, 需要可靠保障; 由于海上险情发生的随机性和突发性, 岸上险情监视力量必须全时、全天候地开设险情通信通道, 接收海上遇险对象的遇险呼救信号并及时对遇险信息进行处理; 因此, 岸基必须建设遇险救生信息系统并规定必要的信息传输流程, 保障险情报知通信的顺利完成; 文章简要分析了目前海上救生的通信现状, 对常用通信手段进行了分析与介绍, 并提出了一种整合各通信手段的设计方法, 实现了多种通信手段的综合使用以及统一调度, 大幅提升险情信息的传输和处理效率, 提高险情信息的保密性, 为救援工作提供了精确可靠的问责手段。

**关键词:** 遇险救生系统; 消息传输及处理; 多种通信手段

## Research on Application of Multi-Communication Methods in Distress and Rescue System

Chen Chao, Wang Yi, Mao Qiang, Xue Kai

(Science and Technology on Space Physics Laboratory, Beijing 100076, China)

**Abstract:** The safety of vessels' waterborne operations, which is closely related to lives and property, has become the most important element in navigation. However, the land-based monitor system faces great challenges since China is a country with large maritime territory and accidents in the sea are usually unpredictable. For these reasons, the monitor system should not only provide full-time and all-weather communication channels to receive signals sent by vessels in distress, but also process the message as soon as possible. Therefore, it is necessary to build a distress and rescue information system and specify rules of message transmission to ensure the success of communication between ships and rescue center. This paper introduces the background of Distress and Rescue Information System and reviews the current status of system in distress and rescue field which can deliver distress messages to the command center accurately in less delay, it has raised the level of automation in message transmission. System can also improve the security level of message transmission process and identify responsibilities in the distress rescue task.

**Keywords:** distress and rescue system; message transfer and process; multiple communication methods

## 0 引言

我国海域辽阔, 拥有 340 多万平方公里的海域面积, 1.8 万公里的海岸线。各类船只的水上航行和作业安全是各国重点关注的內容, 它密切关系到生命和财产的安全<sup>[1]</sup>。遇险救生任务的重点在于事故发生之后遇险信息的准确报知, 以保障能够快速有效地实施救助行动。

由于海上险情发生的随机性和突发性, 岸基险情监视力量必须全时、全天候开设险情通信通道, 接收海上遇险对象的遇险呼救信号, 确保遇险信号无干扰、无阻塞、无遗漏地被收妥<sup>[2-3]</sup>。因此岸基必须配置与各种遇险对象以及各型险情报知通信装备匹配的通信装备, 并常开常设; 必须具备自动接收信号的能力, 由人工对险情进行收妥确认, 确保在设备成功接收信息的基础上, 险情由人工处理, 以告知停止遇险对象发送无谓的遇险呼救信号, 节省遇险对象电池电力, 减少对呼救信号及专用信道的占用; 必须能够对多手段、多次上报的险情进行预处理和综合, 并及时、准确地向搜救指挥部门报告险情。因此, 岸基必须建设遇险救生通信系统并规定必要的信息传输流程, 保障从遇险对象到搜救指挥部门的快速、可靠、准确的险

情报知通信。

本文旨在提出一种遇险救生信息处理系统, 提供对多种通信手段发送的遇险信息的综合接收、解析和处理功能, 对救生力量进行综合调度, 为遇险救生任务的顺利完成提供条件。

## 1 国内外发展现状

### 1.1 民用遇险救生通信现状

为最大限度保障海上人命和财产的安全, 国际海事组织在国际海上安全公约 (international convention for safety of life at sea, SOLAS) 的框架下, 一直致力于海上遇险救生通信的改善和发展, 建立了全球海上遇险与安全系统 (global maritime distress and safety system, 以下简称 GMDSS), 强制规定所有加入 SOLAS 公约国家的民用船只使用该系统<sup>[4-6]</sup>。我国按照国际 GMDSS 的建设要求, 分别在三亚、广州、福州、上海、大连建设了 5 个大中型航行电传 (NAVTEX, NAVigational TelTEX) 海岸电台, 同时在大连、福州、广州、海口、连云港、宁波、青岛、上海、天津、厦门、烟台、湛江、秦皇岛等地建立了超短波数字选择性呼叫 (digital selective calling, DSC) 海岸电台, 在上海等地建设了短波 DSC 海岸电台, 在北京建设了海事卫星地球站, 为险情报知通信提供了条件<sup>[5]</sup>。

为实现对遇险对象的快速搜救, 我国交通部设立海上搜救中心, 沿海和内河各省市也设立了海上搜救指挥部门, 为民众提供海上 (内河水域) 遇险报警、搜救组织、指挥协调等服

收稿日期: 2017-08-31; 修回日期: 2017-09-23。

作者简介: 陈超 (1988-), 男, 山东潍坊人, 硕士研究生, 工程师, 主要从事航天软件复用及信息处理技术方向的研究。

务。海上搜救中心根据《国家海上搜救应急预案》运作, 险情信息逐级确认、逐级过滤、逐级处理, 各级依据自身能力组织专业的搜救力量实施救援<sup>[5]</sup>。其中, 交通部所辖救助打捞局为主要的专业搜救力量, 配备了专业救捞装置。在需要跨部门联合搜救时, 全国海上搜救中心根据部际联席会议机制进行信息共享和任务协同。

### 1.2 军用遇险救生通信现状

世界上各国海军的遇险救生通信系统的建设情况各不相同, 其中美、英和日本等国的主要做法如下。

首先, 遇险救生任务一般由专门的部门负责, 如美军、英军以及加拿大等国的海岸警备队、日本的海上保安厅等部门; 其次, 其遇险救生通信部分地利用 GMDSS, 同时构建军用的遇险救生系统, 从而确保军队对军用遇险对象的险情信息具有“第一”知情权。在 GMDSS 的利用方面, 各国按照各自的通信体制, 设置了不同的救生频段, 并与 GMDSS 接轨。在军队专用的遇险救生通信建设方面, 建立专用遇险救生通信系统, 作为他们国防通信网和战区通信网中的一个分系统, 同时具备通信指挥和遇险呼叫功能, 承担常规通信、遇险报知、气象保障等任务。例如, 美军为了给处于遇险情况的人员及设施提供援助, 建立了“搜索救援网”, 为网内人员和设施提供遇险情况下的通信。此外, 美军海岸警卫队在“搜救-21”项目投入近 7.1 亿美元, 建立专用的集遇险救生通信、指挥、控制于一体的网络, 专门用于美国沿岸的遇险救生任务<sup>[7]</sup>。

我国军用海上对象的遇险救生设备建设相对完善, 但是岸基险情接收和处理方面的设备和软件相对落后, 主要存在以下三方面的问题:

- 1) 缺乏综合的多种手段的险情信息综合和处理设备;
- 2) 部分常规通信手段在接收报文后只能采用人工转信的方式上报险情, 险情信息传输效率较低;
- 3) 由于岸基配套装备建设薄弱, 相应的遇险救生通信处理技术规范、操作规范建设滞后, 导致险情信息传递和处理职责难以落实, 在险情遗漏处理的情况下难以问责。

## 2 主要业务流程概述

遇险救生任务所涉及的要害可归纳为: 遇险对象、险情监视力量、搜救指挥部门、救援力量等 4 个要素, 如图 1 所示。遇险对象包括海上遇险船只, 飞行员等; 险情监视力量主要包括岸基的险情信息接收站点、险情信息处理设备

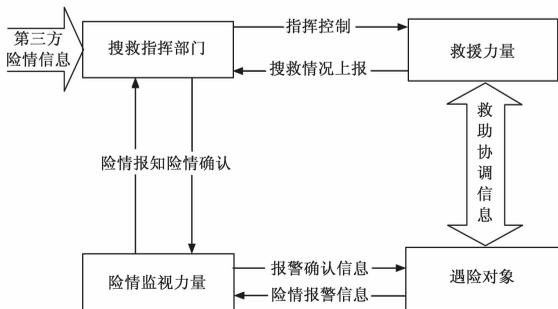


图 1 遇险救生任务涉及的 4 个要素交互示意图

情值守人员等; 搜救指挥部门是指各级组织指挥搜救行动的职能部门; 救援力量通常由两部分组成, 一部分是专业的搜救力量, 另一部分是事故发生地附近的舰船及飞机等非专业搜救力量。

遇险对象及时准确的险情报告, 险情监视力量全时、全域的险情监视, 搜救指挥部门快速有效的救援组织和顺畅精确的救援指挥, 搜救力量紧密有序的现场协同是确保海上遇险救生任务顺利完成的必要条件<sup>[3]</sup>。其中, 遇险救生通信是遇险救生任务顺利完成的首要环节和基本支撑手段。

遇险救生信息处理系统的主要职能是对遇险信息的接收、解析和后续处理。报文的接收与用户发送收妥确认业务流程的时序图如图 2 所示。

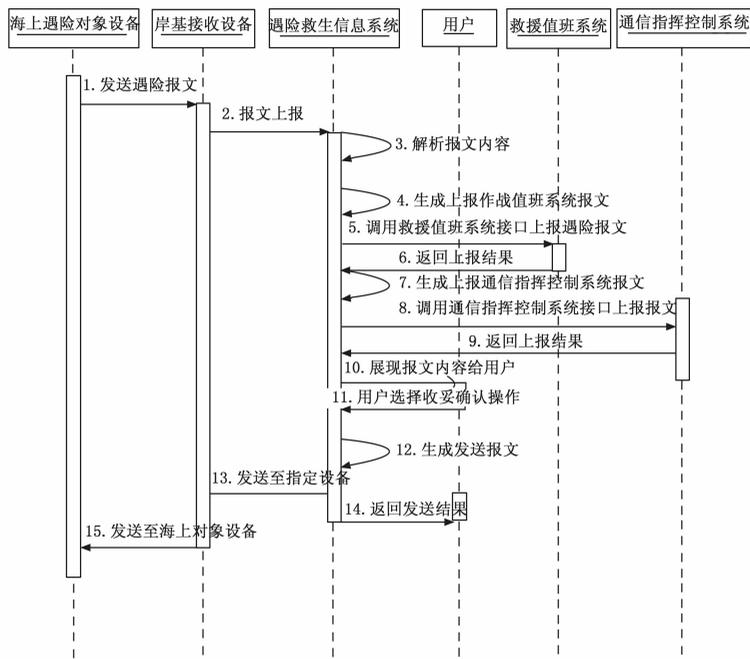


图 2 遇险报文接收与用户发送收妥确认报文时序图

各过程描述如下:

1) 遇险对象在遇险的紧急情况下会通过短波数字选择性呼叫 (以下简称 DSC)、超短波 DSC、短波窄带直接印字报 (Narrow Band Direct Printing telegraph, 以下简称 NBDP)、北斗卫星、特高频 (Ultra High Frequency) 战术卫星 (以下简称 UHF 战术卫星) 等多种手段发出遇险报告和告警信息, 信息内容中包含遇险对象身份标识、遇险性质、地点、时间及后续通信方式等信息, 以便救援力量精确定位并给予救援;

2) 岸基设备接收到遇险报告和告警信息后上报给遇险救生信息系统, 本系统应具有全时、全天候监听海上遇险报警信号的能力;

3) 消息传输与处理子系统对险情信息进行预处理和分发。系统解析报文并预处理成可以查看的形式, 按照特定的分发策略分发给相应操作人员, 确保可靠、准确、不遗漏地接收和分发海上遇险呼救信号;

4) 系统在接收到险情信息并分发给相关人员后, 给出告警提示, 相关人员必须进行险情值守, 以人工方式尽可能以最快速度对险情进行确认或转发给其他人处理, 确保险情信息及时被处理, 确保搜救指挥部门及时、准确掌握海上险情。同

时,本系统上报遇险报文至救援值班系统与通信指挥控制系统;

5) 险情信息已被处理的情况下,在条件允许(如遇险通信设备电力未丧失、遇险人员清醒,时间允许等)的情况下,操作人员应可以与遇险对象之间利用短波 NBDP、UHF 战术卫星、“北斗”短消息等手段进行后续通信,便于指挥人员对救生力量进行指挥和险情信息的后续处理。

### 3 系统设计与实现

遇险救生信息处理系统采用 Struts 框架实现模型-控制器-视图模式,对业务、数据和用户接口进行分离,采用 Hibernate 框架实现数据库的操作,采用 Spring 实现对象管理,采用 Apache CXF 框架实现对 Web Service 的调用与发布,系统分层结构如图 3 所示。

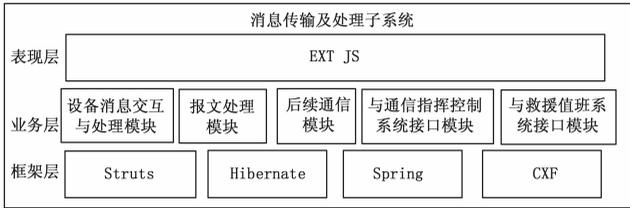


图 3 遇险救生信息处理系统分层结构图

系统各模块之间以及系统与其他通信子系统之间的消息交互示意图如图 4 所示,实线部分为本系统的构成模块,虚线部分为外系统部分。

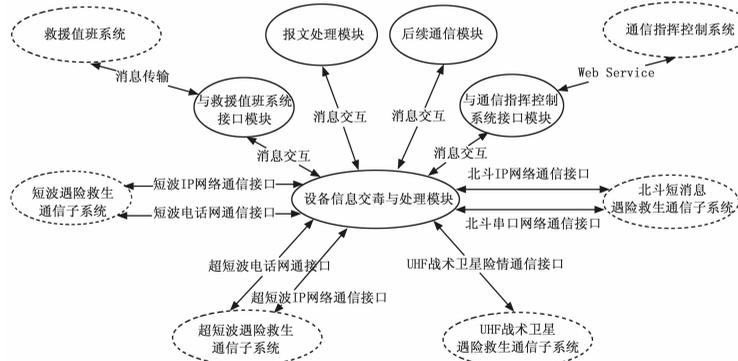


图 4 消息传输及处理子系统消息交互示意图

#### 3.1 设备消息交互与处理模块

本模块分为消息接收与发送子模块、报文信息解析与处理子模块以及设备状态参数解析与处理子模块三部分,各子模块之间的关系如图 5 所示。

#### 3.2 消息接收与发送子模块

该模块主要实现建立与维护与通信设备之间连接,接收设备消息以及发送消息到设备三部分的功能。为提高数据传输的可靠性,本模块为各通信子系统提供多种接入手段。对于短波和超短波通信子系统,系统提供以太网与电话网两种传输方式,默认使用以太网传输数据,以太网出现故障时系统可自动切换至电话网进行数据传输。对于北斗卫星通信子系统,系统提供串口与网口两种接入方式,默认使用网口连接,出现故障后可自动切换到串口进行数据传输。同时,本模块还提供消息的重传机制来确保消息的可靠传输。

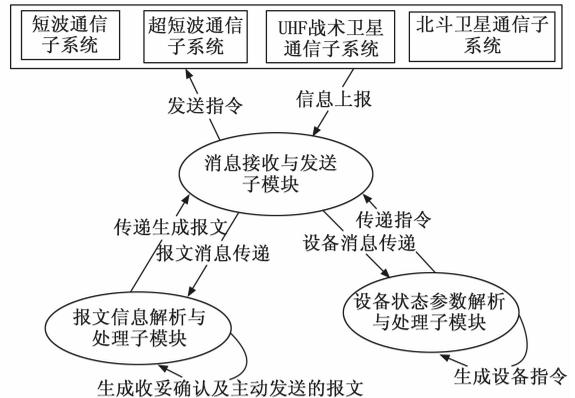


图 5 设备信息交互与解析模块交互图

#### 3.3 报文信息解析与处理子模块

该模块主要提供报文信息生成,报文内容解析以及持久化等功能。本系统综合多种通信手段,每种通信手段又有多种格式的报文,本模块按照相应的报文协议对消息接收与发送子模块接收的相应报文数据进行解析,并将报文存入数据库进行持久化,以便用户查看和操作。用户主动发起通信时,本模块负责生成要发送的报文,并通过消息接收与发送子模块发送。

#### 3.4 设备状态参数解析与处理子模块

该模块主要提供设备参数,设备状态等信息的生成和解析功能,主要包括对同步、登录、轮询、应答、设备状态上报等信息的生成与解析。本模块根据接收的数据来建立与维护本系统与设备之间的连接状态、设备参数等状态信息,并将设备信息存入数据库进行持久化,以便服务器用户根据设备状态选用正确的设备进行操作。用户对设备的操作指令通过本模块生成,通过消息接收与发送子模块实现发送。

### 4 实验结果与分析

根据用户反馈,系统能够较好地能够满足遇险救生任务的特殊性,保证了消息传输的高效性、稳定性和可靠性,对数据分发的准确性和安全性有较好的保障。

与传统遇险救生体系相比,本系统具备以下优点:

- 1) 实现多种通信手段的综合使用以及统一调度。由于海上险情发生具有难以预料的不确定性,所有险情报知手段须全时、全天候、全区域进行值守,该系统可以为值守人员集中和统一处理各种手段报知的险情提供便利,从而实现对多种手段、多次报知同一遇险事件险情的综合处理;
- 2) 大幅提升险情信息的传输和处理效率。遇险救生信息系统在接收到遇险信息后会按照分配策略将险情信息自动分发给相关值守人员进行处理,可以实现险情信息有无线自动转发功能,利用岸基现役网络连接险情接入点装备和险情信息处理装备,减少落地环节,提高信息传递效率;
- 3) 提高险情信息的保密性,提供精确可靠的问责手段。军用海上对象遇险通常是军事行动的延续,尤其是对于隐秘性要求较高的海上对象,其险情信息具有非同寻常的社会、政治、军事和经济影响,必须谨慎及时的处理,否则将破坏军事行动的隐蔽性,带来极为不利的国际影响。因此,必须确保获得遇险事件“第一知情权”以赢取主动。本系统提供较为科学

电池进行持续放电实验，直到电池完全放电，环境温度设定为 25℃，采集电池放电时的实验数据，根据实验数据进行 Simulink 仿真，将测得的电压  $U_k$  电流  $I_k$  通过仿真系统得到估算的电池 SOC 曲线。

如图 7 所示，曲线 1 为通过实验测得的数据经过仿真系统得到的电池 SOC 估算曲线，曲线 2 是通过实验测得的数据通过理论计算得到的准确的电池 SOC。从 0 到 31280 s 时间内，电池不断放电，SOC 从 1 开始减少到 0.12，可以看到随着电池的不断放电，经过仿真模型估算的 SOC 与标准的实验测得电池 SOC 误差范围始终在一个很小的范围波动，误差很小，验证了仿真模型估算的准确性。

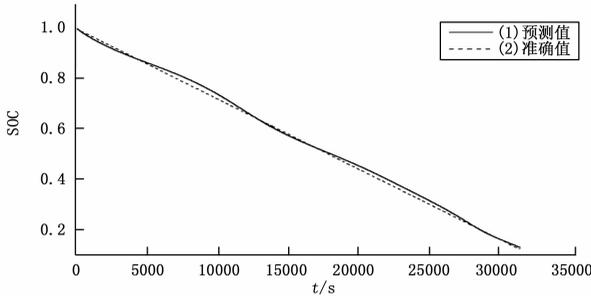


图 7 SOC 预测值与准确值对比图

图 8 为模型的估算误差，可以看到估算的误差一直在 2.5% 以内，随着卡尔曼滤波不断的计算，系统估算误差不断减小，采用的曼滤波算法能较好地估算电池的荷电状态值，通

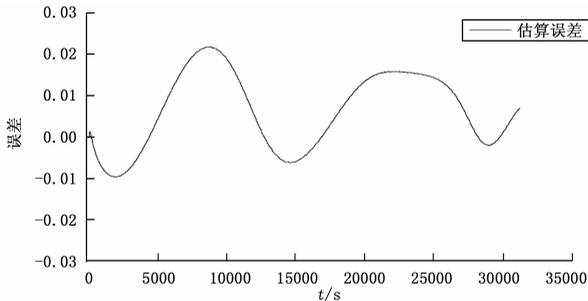


图 8 SOC 估算误差

过估算系统得到的电池荷电状态的预测结果有较高的精度。

### 4 结论

本文通过对电池建立等效的电路模型，通过对不同时刻的电池容量测得对应的不同模型参数，用多项式拟合的方法得到电池参数与 SOC 对应的函数，使得模型估算更加准确。在 Matlab 中利用 Simulink 建立电池的电路仿真模型，所建立的模型采用模块化结构，具有通用性，与实际中电池测量系统一致，由测得的电路电压电流即可得到电池的 SOC 估算值，可以将其应用到实际的电量预测中。通过对电池的放电情况下的仿真和实测对比，该模型仿真结果误差较小，保持在 2.5% 以内，因此，本研究所做的工作可为电池的 SOC 估算提供一个较好的实验仿真系统，同时模拟实际的电池测量系统，为实际应用中的电池管理系统提供了一种电池荷电状态的估算方法。

### 参考文献:

- [1] 鲍 慧, 于 洋. 基于安时积分法的电池 SOC 估算误差校正 [J]. 计算机仿真, 2013, 30 (11): 148 - 151.
- [2] 徐欣歌, 杨 松, 李艳芳, 等. 一种基于预测开路电压的 SOC 估算方法 [J]. 电子设计工程, 2011, 19 (14): 127 - 129.
- [3] 刘从臻, 赵淑红, 刘庆新. 基于改进 Ah 计量法的电池 SOC 卡尔曼滤波估计 [J]. 山东理工大学学报 (自然科学版), 2015 (3): 32 - 36.
- [4] 付 浪, 杜明星, 刘 斌, 等. 基于开路电压法与卡尔曼滤波法相结合的锂离子电池 SOC 估算 [J]. 天津理工大学学报, 2015 (6): 9 - 13.
- [5] 林成涛, 陈全世, 王军平, 等. 用改进的安时计量法估计电动汽车动力电池 SOC [J]. 清华大学学报 (自然科学版), 2006 (2): 247 - 251.
- [6] 袁学庆, 张 阳, 赵 林, 等. 基于 EKF 的锂电池 SOC 估算与试验研究 [J]. 电源技术, 2015 (12): 2587 - 2589, 2615.
- [7] 卢杰祥. 锂离子电池特性建模与 SOC 估算研究 [D]. 广州: 华南理工大学, 2012.
- [8] 陈岚峰, 杨静瑜, 崔 崧, 等. 基于 MATLAB 的最小二乘曲线拟合仿真研究 [J]. 沈阳师范大学学报 (自然科学版), 2014 (1): 75 - 79.
- [9] 史忠科. 最优估计的计算方法 [M]. 北京: 科学出版社, 2001.

(上接第 186 页)

健全的分发策略，为控制海上对象险情知情范围，明确险情处理责任人提供保障。

### 5 总结

系统目前已投入正式使用，针对遇险救生任务需要综合多种通信手段的需求，本系统在设计时尽可能统一与其他通信子系统之间的协议，对已经建设完成，无法修改的通信子系统，单独定制通信协议，减少设计与实现的复杂度。针对数据传输高效、稳定和可靠的需求，一方面，在与通信设备交互时加入消息重传机制，从而减小网络时延等问题对消息传输带来的影响，提高数据传输的可靠性和稳定性。另一方面，为各通信子系统提供多种接入手段进行数据传输，提高数据传输的可靠性和稳定性。考虑到知情权问题，系统提供包括对遇险对象、遇险性质和报文种类权限的灵活配置，在接收报文后根据权限直接分发到不同用户，通过声光告警等手段告知用户，减少消息

传输的环节，提高消息传输的效率与安全性。

### 参考文献:

- [1] 鲍君忠, 刘正江. 2010 年国际海事组织海上安全委员会通过的决议内容概览 [J]. 世界海运, 2011 (1): 12 - 18.
- [2] 彭信发. 海上搜救存在的主要问题与对策研究 [J]. 珠江水运, 2006 (1): 23 - 26.
- [3] 孔凡颖, 阮 巍. 我国海上搜救管理体系探析 [J]. 水运管理, 2004 (7): 15 - 18.
- [4] 方传顺. 全球海上遇险与安全通信系统 [J]. 外军电信动态, 2004 (4): 4 - 7.
- [5] 张更新, 牛 鑫, 张有志. GMDSS 在中国的发展及应用 [J]. 世界电信网络, 2002 (11): 19 - 22.
- [6] 冯国友, 廖淑兵. 全球海上遇险与安全系统在海事通信中的应用 [J]. 江苏船舶, 2008 (4): 13 - 17.
- [7] Ernestos T. GMDSS Operability: The Operator - Equipment Interface [J]. Journal of Navigation, 2002 (1): 29 - 36.