

刘柏森 黄耀惊 编著

张淑芳 主审

G M D S S 通 信 设 备

G M D S S

通信设备

 大连海事大学出版社

GMDSS 通信设备

刘柏森 黄耀惊 编著
张淑芳 主审

大连海事大学出版社

© 刘柏森 黄耀惊 2005

内容简介

本书是为适应全球海上遇险与安全系统(GMDSS)的实施和 STCW 公约的修订,以及新技术、新要求、新设备不断装备船舶的新形势,为船舶驾驶专业重新改编、修订原有的关于船用无线电通信设备的教材。原教材分上下两册,改编后教材共分 12 章,前 7 章比较系统地介绍了 GMDSS 地面通信部分各种船载设备的基本组成、工作原理及相关的知识;后 5 章比较系统地介绍了卫星通信系统的基本理论和关键技术,详细全面地阐述了国际移动卫星通信系统状况尤其是 Inmarsat-F/Inmarsat-C 系统及设备。本书取材较新颖、内容较全面,基本反映了船舶地面通信系统和国际移动卫星通信系统的现状。

本书为海运院校驾通合一(海洋船舶驾驶与船舶通信)专业本、专科的教材,也可作为船舶驾驶员、无线电人员、航运企业管理人员和其他有关人员的培训和技术学习的参考书,并可供广大科研、工程技术人员及高等院校相关专业的教师、本科生、研究生参考或作为教学参考书使用。

图书在版编目(CIP)数据

GMDSS 通信设备/刘柏森,黄耀惊编著. —大连:大连海事大学出版社,2005.5
(2006.7 重印)
ISBN 7-5632-1852-1

I. G… II. ①刘… ②黄… III. 全球海上遇险与安全系统—通信设备 IV. U676.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 035532 号

大连海事大学出版社出版

地址:大连市凌海路 1 号 邮编:116026 电话:0411-84728394 传真:0411-84727996

<http://www.dmupress.com> E-mail: cbs@dmupress.com

大连华伟印刷有限公司印装 大连海事大学出版社发行

2005 年 6 月第 1 版 2006 年 7 月第 2 次印刷

幅面尺寸:185 mm×260 mm 印张:8.5

字数:212 千字 印数:1201~3200 册

责任编辑:张宏声 版式设计:海中

封面设计:王艳 责任校对:申中

定价:13.00 元

前 言

全球海上遇险与安全系统(GMDSS)的实施为船舶无线电人员的职责与设备配备要求带来了巨大的变化。IMO 下属的海安会(MSC)充分考虑到了这一变化,反映在新修订的 STCW 公约中,在引进功能发证方法的同时,将海洋船舶驾驶人员的职责分为四大功能块。船舶无线电通信属于其中的一个功能块,它反映了 GMDSS 的要求,同时规定了达到无线电通信功能适任标准的最低知识水平与操作技能。因此,海洋船舶驾驶人员具有 GMDSS 设备操作技能,并承担船舶通信职责成为一种趋势。目前,在我国这被称为“驾通合一”。为了与国际接轨,我国主管部门已修订了我国海员培训和发证办法,规定船舶驾驶人员应达到 GMDSS 普通操作员要求,并制定了相应的考试与培训大纲。

在新技术、新要求、新设备不断装备船舶的新形势下,我校决定为船舶驾驶专业重新改编、修订原有的关于船用无线电通信设备的教材。

改编后《GMDSS 通信设备》将原教材上册 17 章进行压缩整理,并补充 AIS、VDR 等新内容后整编为前 7 章;将原教材下册内容整理后补充了 Inmarsat-F 系统及船站和海事卫星系统增值业务应用内容,整编为后 5 章,全书共分 12 章。第 1 章对 GMDSS 的基本概念与功能等进行了较系统的介绍;第 2 章介绍电波传播与船舶常用中短波天线、信号与噪声的特性;第 3 章在分析单边带(SSB)通信原理基础上,介绍了 SSB 收发机的基本组成、主要技术指标和主要单元电路基本原理;第 4 章介绍窄带直接印字电报(NBDP),数字选择呼叫(DSC)终端的基本组成、工作原理;第 5 章介绍 VHF 电台的基本组成和工作原理;第 6 章介绍船载自动识别系统(AIS)的基本组成、数据格式、工作原理及应用;第 7 章分别介绍 NAVTEX 接收机、搜救雷达应答器(SAR)、VDR 的基本原理,以及 GMDSS 设备对船舶应急电源的要求及应急电源的维护保养知识;第 8 章主要介绍了卫星通信与国际移动卫星通信系统;第 9 章阐述了 Inmarsat 终端技术;第 10 章阐述了 Inmarsat 船站终端技术和船舶保安报警系统;第 11 章介绍了 Inmarsat 增值业务应用;第 12 章阐述了紧急卫星示位标及搜救卫星系统。

考虑到驾驶专业学生的基础知识,为满足各种类型和不同水平的读者需要,本书尽量做到:注重系统、设备基本组成与基本工作原理的阐述,尽量从基本概念入手,语言力求深入浅出、通俗易懂;选材力求具有理论性、系统性和实用性;内容力求全面详细,并符合 STCW 公约的要求;形式上力求图文并茂,回避复杂的数学公式推导与较深基础知识,删去了原教材中大部分占用篇幅较多的电路分析内容。

在本教材编写出版过程中,得到了大连海事大学教务处、航海学院及大连海事大学出版社的大力支持与协助,在此表示感谢。并感谢中国交通通信中心康红霞、赵玉民、田世海、刘红梅、张毅颖、杨竹青及北京泰莱思达公司杜景东总经理的热情帮助。

本书由刘柏森、黄耀惊 编著,由大连海事大学信息学院张淑芳教授主审。

由于资料来源不多,作者水平及篇幅所限,有些内容可能不够完整,错误和缺点也在所难免,敬请广大读者赐教指正。谢谢!

编著者

2005 年 1 月 28 日

目 录

第 1 章 GMDSS 概述	(1)
1.1 GMDSS 的基本概念和功能	(1)
1.2 GMDSS 中的通信系统及其使用设备	(4)
1.3 船用 GMDSS 设备配备要求	(7)
1.4 关于 GMDSS 的实施和人员配备要求	(9)
第 2 章 电波、信号、噪声与天线	(11)
2.1 电波的辐射与传播途径	(11)
2.2 信号与噪声	(12)
2.3 船舶常用天线	(13)
第 3 章 MF/HF 船用单边带通信设备	(14)
3.1 单边带通信	(14)
3.2 MF/HF 单边带发射机	(15)
3.3 MF/HF 单边带发射机主要功能单元	(16)
3.4 MF/HF 单边带接收机组成	(18)
3.5 MF/HF 单边带接收机电路	(19)
3.6 数字频率合成器	(22)
第 4 章 NBDP 和 DSC 终端	(23)
4.1 NBDP 终端的一般组成与基本原理	(23)
4.2 ARQ 和 FEC 方式的基本工作程序	(29)
4.3 DSC 终端的一般组成与基本原理	(35)
4.4 DSC 呼叫序列的组成	(38)
4.5 VHF EPIRB	(42)
第 5 章 VHF 通信设备	(44)
5.1 VHF 通信原理与特点	(44)
5.2 VHF 船台的组成与要求	(45)
5.3 双值守原理与要求	(48)
5.4 VHF DSC 终端的功能与性能要求	(48)
第 6 章 船载自动识别系统	(49)
6.1 概述	(49)
6.2 AIS 信息种类和技术要求	(50)
6.3 AIS 的应用	(54)
第 7 章 NAVTEX, SART 及船用电池等	(55)
7.1 NAVTEX 接收机	(55)
7.2 搜救雷达应答器	(59)
7.3 船用电池	(61)

7.4 船载航行数据记录仪(VDR)	(64)
第8章 卫星通信与 Inmarsat	(66)
8.1 通信卫星	(67)
8.2 卫星通信的频段及电波传播	(68)
8.3 Inmarsat 国际移动卫星通信系统	(69)
第9章 Inmarsat 信令系统	(74)
9.1 Inmarsat-A 信令系统	(74)
9.2 Inmarsat-F/B 信令系统	(76)
9.3 Inmarsat-C 信令系统	(81)
第10章 Inmarsat 船站终端技术	(90)
10.1 Inmarsat 船站框图	(90)
10.2 模拟电话电路	(92)
10.3 数字电话电传电路	(94)
10.4 语音压缩编码	(98)
10.5 差错控制措施	(101)
10.6 天线控制系统	(105)
10.7 EGC 系统及 EGC 接收机	(110)
10.8 船舶保安报警系统	(114)
第11章 Inmarsat 外围设备及增值业务应用	(116)
11.1 Inmarsat 移动 ISDN	(117)
11.2 Inmarsat 移动包交换数据业务	(118)
11.3 与一般模拟设备的连接	(118)
11.4 船舶管理以及对公司局域网(LAN)的接入	(119)
11.5 Inmarsat F77 增值业务应用	(120)
第12章 EPIRB 及搜救卫星系统	(123)
12.1 COSPAS-SARSAT 系统	(123)
12.2 406 MHz EPIRB 设备	(125)
12.3 Inmarsat-E 系统及 L 波段 EPIRB	(127)
参考文献	(130)

第1章 GMDSS 概述

国际海事组织(IMO)大会在1979年的第十一次会议上,考虑了海上遇险和安全通信的议案,并在反复协商的基础上,通过了《国际搜寻救助公约》。该公约的宗旨是:对海上遇难者进行迅速有效的救助,沿岸国家在本国责任海域内负有搜救责任;同时为开展恰当的搜救业务,各有关国家间应就海难救助活动进行协调,建立世界性海难救助体制;而且各缔约国一致认识到,为有效地开展搜救活动,实施《国际搜寻救助公约》,建立一个采用最新技术的全球海上遇险与安全通信系统很有必要。从整体上说,全球海上遇险与安全系统(GMDSS)是一个服从于《国际搜寻救助公约》的全球性通信网络,是一个用于海上遇险、紧急、安全通信和搜救通信及常规通信的综合通信系统。

1.1 GMDSS 的基本概念和功能

1.1.1 GMDSS 的基本概念

GMDSS 是 Global Maritime Distress and Safety System 的缩写,即全球海上遇险与安全系统。该系统是国际海事组织用于改善旧的海上遇险与安全通信,建立新的搜程序,保障海上人命安全,并用来进一步完善海上常规通信的一整套综合通信系统。

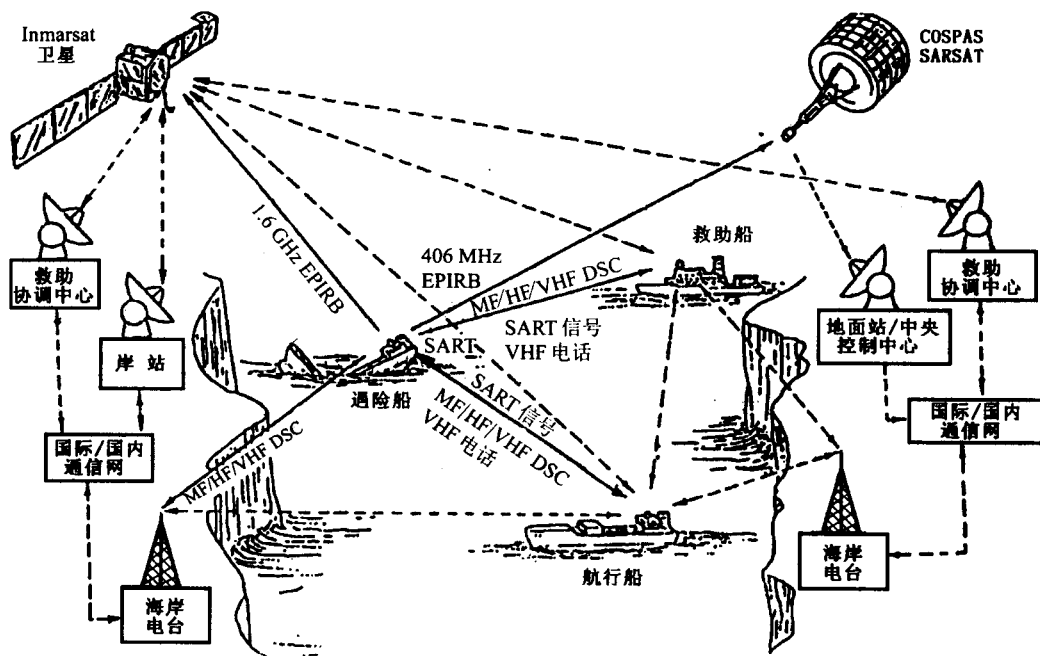


图 1-1 GMDSS 的基本概念

GMDSS 的基本概念是:船舶遇险时能迅速有效地进行报警;岸上搜救当局以及遇险船舶和遇险人员附近的其他船舶能迅速接收到遇险事件的报警,并毫不延迟地进行协调搜救援助

活动。GMDSS 还提供紧急和安全通信并播发海上安全信息(航行警告和气象警告,气象预报及其他紧急安全信息)。换言之,每条船舶不论它航行于什么海域,为了它自身和同一海域其他船舶的安全,该船舶应必须具备上述通信功能;同时要求各缔约国政府应按 IMO 建议,提供适当的岸基设施来进行空间(卫星)和地面无线电通信业务,见图 1-1。

1.1.2 GMDSS 中海区的划分

按照 1974 年 SOLAS 公约规定,船舶无线电通信设备是根据其吨位而配备的。而在 GMDSS 新系统中,船舶无线电通信设备的配备是根据船舶航行的海区来确定的。因而在 GMDSS 中明确规定了 4 个海区,海区是以海岸电台使用各种频段无线电波覆盖的海域来划分的。GMDSS 中海区的划分如下:

A1 海区——在至少一个 VHF 岸台覆盖范围内的海域。一般是距海岸线 25 n mile 左右的海域范围。

A2 海区——A1 海区之外,在至少一个 MF 岸台覆盖范围内的海域。一般是距海岸线 25 ~ 150 n mile 的海域范围。

A3 海区——在 A1, A2 海区之外, Inmarsat 同步卫星覆盖范围内的海域。一般是指南北纬 70° 以内的海域,但不包括 A1, A2 海区。

A4 海区——A1, A2, A3 海区之外的海域,即南北纬 70° 到南北极之间的海域。注意, A1, A2, A3, A4 海区之间是互不包含的关系,见图 1-2。

1.1.3 GMDSS 的功能

按 IMO 要求,凡从事国际航行的 300 总吨以上的货船和一切客船必须装备 GMDSS 设备,并要求具有以下功能:

- 收发遇险报警信号,其中遇险船发送遇险报警时至少应使用两种独立的设备,并采用不同的通信方式。

- 搜救协调通信。

- 现场通信。

- 收发寻位信号。

- 收发海上安全信息。

- 常规通信。

- 驾驶台与驾驶台间的通信。

(1)遇险报警。遇险报警是指遇险船舶向救助协调中心(RCC)和附近的其他船舶迅速有效地通报遇险信息。当 RCC 收到遇险报警时,一般通过海岸电台或卫星地球站将报警转发到搜救单位和遇险现场附近的其他船舶。遇险报警中含有遇险船舶的识别和遇险位置及时间信息。如时间允许还应指明遇险性质和有助于救助行动的其他信息。

GMDSS 通信设备能确保遇险报警在三个方向上进行:船对岸,船对船,岸对船。报警迅速,成功率高,相应地提高了救助成功的可能性。但是,船对船的报警只能在 100 n mile 范围内有效。在 100 n mile 的范围内没有其他船舶时,遇险船舶可以利用卫星通信或高频(HF)通信,或两者的组合形式,通过岸上来寻求援助。

航行于 A1 海区的船舶,船对船、船对岸报警分别使用 VHF CH 70 上的 DSC, VHF EPIRB 进行。航行于 A2 海区的船舶,船对船、船对岸报警分别使用 VHF CH 70 和/或 MF 2 187.5 kHz 上的 DSC、卫星 EPIRB 进行。航行于 A3 海区的船舶,船对船报警使用 VHF

的通信设备和海事发生的海域。

(3)现场通信。现场通信是指在救助现场,遇险船舶(或救生艇)和援助单位间或者援助单位相互间为向遇险船舶提供援助或为救助幸存者而进行的通信。现场通信最常用的是 MF 和 VHF 波段的海上遇险和安全通信频率,通信方式为无线电话和电传。飞机参与现场通信时常使用 3 023 kHz,4 125 kHz,5 680 kHz。此外,搜救飞机可以在 2 182 kHz 和/或 156.8 MHz 上与其他海上移动体进行通信。

(4)寻位。寻位是指发现并找到遇险船舶或救生艇筏及幸存者。在 GMDSS 中遇险船舶或幸存者利用 9 GHz 搜救雷达应答器(SART)来进行位置的标识。当 SART 被搜救单位的 9 GHz 雷达信号触发时,搜救单位的雷达荧光屏上就显示出遇险船舶或幸存者的位置。

(5)海上安全信息的播发与接收。为确保航行安全,船舶需要不断地接收最新的航行警告、气象警告和气象预报以及其他海上紧急安全信息。海上安全信息(MSI)是通过 518 kHz 的国际 NAVTEX 系统和 Inmarsat 的 EGC 系统或短波(HF)NBDP 方式播发的。船舶利用 NAVTEX 接收机和 EGC 接收机或 HF NBDP 设备自动接收并打印海上安全信息(MSI)。

(6)常规通信。GMDSS 要求船舶配备的通信设备除进行遇险、紧急和安全通信外,主要进行有关公众业务的通信;即船舶与岸上管理部门、用户、港方等相互间有关管理、调度、货物及个人方面的通信,其中有些通信本质上讲也是为确保航行安全的。常规通信可以在包括公众通信使用的适当频道上进行。

(7)驾驶台与驾驶台之间的通信。这种通信是通过 VHF 无线电话进行的,主要用于在狭水道航行、进出港口时避让,以确保船舶相互间的安全。

GMDSS 的各项功能均基于航行安全这一点,其中遇险报警是最基本的,也是最重要的功能。遇险船舶和人员能否成功地被救助,除及时有效地发送遇险报警外,主要依靠岸上救助单位的决断和所提供的救助手段。因此,要求岸台或岸站与救助协调中心(RCC)间有畅通的通信网,要求参与救助的单位能迅速响应来自救助协调中心(或岸台)的报警和指挥。

1.2 GMDSS 中的通信系统及其使用设备

在 GMDSS 中,为达到系统所具有的功能,使用两大通信分系统。一是地面通信分系统,它是由 MF/HF/VHF 通信系统组成;一是卫星通信分系统,它是由国际海事卫星系统(Inmarsat)和低极轨道卫星搜救系统(COSPAS-SARSAT)组成的。

1.2.1 地面通信系统和设备

地面通信系统是指使用 MF/HF/VHF 频段的通信设备及其终端来完成 GMDSS 7 大功能的分系统。该系统由船台、岸台和经由岸台中转的国际/国内公众通信网或专用通信网用户构成。船用设备包括:MF/HF 通信设备、VHF 通信设备、数字选择性呼叫(DSC)终端设备、窄带直接印字电报(NBDP)终端设备、NAVTEX 接收机、雷达应答器(SART)和 VHF CH 70 的紧急无线电示位标(EPIRB)等。

MF/HF/VHF 通信设备是主体,所有终端设备都必须通过 MF/HF/VHF 通信设备进行通信。其中,DSC 终端设备是根据 CCIR 建议建立的电台之间或台组间使用数字编码传送信息的一种无线电通信技术,它仅仅能呼出某一电台并传输简单的信息。每个电台的 DSC 终端设备都分配有自己的识别码和组呼码,只有与自识别码或组呼码相同的呼叫,本台才予以响应。DSC 设备作为终端必须与 MF/HF/VHF 无线电通信设备相连接,才能够完成遇险报警、

遇险确认、遇险转播、呼出某一电台及接通陆地网的某一用户。

NBDP 是依从 CCIR 有关建议的一种自动通信技术。它占据较窄的带宽(0.5 kHz),并且以直接打印方式给出信息。作为 MF/HF 通信设备的终端,NBDP 可完成遇险与安全通信及常规通信中无线电传的自动收发操作。

沿海近距离的海上安全信息(MSI)是依靠 NAVTEX 系统播发的。NAVTEX 业务是指,在 518 kHz 频率上,由各国主管部门指定的岸台向 400 n mile 海域内船舶用英语定时播发海上安全信息(MSI),船上 NAVTEX 接收机自动接收该信息,并打印输出。远距离的海上安全信息(MSI)是通过 HF 频段的 NBDP 设备以 CFEC 方式播发的。

作为寻位手段的 9 GHz SART,人工或自动启动后,由救助船舶或飞机上雷达信号触发,会在救助船或飞机上的雷达屏幕上显示出遇难者位置;同时受雷达信号的触发,SART 发出声光报警,提醒幸存者救援人员已近,从而增强幸存者获救的信心。

船舶间会遇避让通信是依靠 VHF 电话来进行的。

除此之外,在船舶常规通信中,地面通信系统还可以用于船岸间、船舶间自动或半自动电话业务、电传业务的通信。

由于通信双方距离不同,船舶无线电通信所采用的通信设备和工作频段均有所不同:

(1)远距离通信

船岸间双向地面远距离通信使用的是高频(HF)。在 Inmarsat 覆盖海域内中,既可以使用高频(HF)通信,也可以使用卫星通信。在 Inmarsat 覆盖海域之外,高频通信(HF)是惟一的远距离通信手段。

这时使用 HF DSC 进行遇险报警,随后的遇险安全通信可使用 HF NBDP 或 HF 无线电。使用的频率是 4 MHz,6 MHz,8 MHz,12 MHz,16 MHz 频段中的 5 个频道,一般应根据当时电波传播情况、遇险船舶位置、报警给出的区域等因素来选择所使用的频道。

(2)中距离通信

中距离通信使用 2 MHz 波段,在船对岸、船对船、岸对船的通信中,可在 2 187.5 kHz 频率上使用 MF DSC 进行遇险报警和安全呼叫;在 2 182 kHz 频率上使用 MF 无线电进行随后的遇险与安全通信,包括搜救协调通信和现场通信;在 2 174.5 kHz 频率上使用 MF NBDP 自动电传进行遇险与安全通信。岸对船的海上安全信息(MSI)播发,使用 518 kHz 进行,由船上 NAVTEX 接收机自动接收并打印。

(3)近距离通信

近距离通信只用 VHF 频段,其中遇险报警呼叫使用 CH 70(156.625 MHz)的 VHF DSC 或 VHF EPIRB 进行,随后的遇险安全通信使用 CH 16(156.8 MHz)VHF 无线电。

1.2.2 卫星通信系统和设备

卫星通信是 GMDSS 中的重要组成部分。GMDSS 中使用了两种卫星通信系统即国际海事卫星系统(Inmarsat)和低极轨道卫星系统(COSPAS-SARSAT)。使用的船用设备有:Inmarsat-A/B/C/F/M 船站、1.6 GHz EPIRB、EGC 接收机、406 MHz/121.5 MHz EPIRB。

(1)Inmarsat 系统

Inmarsat 系统由岸站(LES)、卫星(空间段)、船站(SES)、网络协调站(NCS)和网络控制中心(NCC)组成。

NCC 位于英国伦敦的 Inmarsat 总部,其任务是监视、协调和控制 Inmarsat 网络中所有卫

星的工作运行情况。NCS 共有 4 个,在 AOR-W, AOR-E, IOR 和 POR 洋区中各有 1 个,其作用是分配、控制和监视各洋区内地球站间的通信信道。空间段由位于赤道上空 36 000 km 静止轨道上运行的 4 颗卫星组成,每个洋区有 1 颗工作卫星覆盖本洋区,并有备用卫星以防不测。LES 是 Inmarsat 网络与国际电信网络间的桥梁。通过它可实现 SES 与陆地用户间的直接通信,每个 LES 至少应开放电传和/或电话业务。目前 Inmarsat 组织开发的满足 GMDSS 要求的卫星通信系统有 Inmarsat-A/B/C/E/F 等几种,每一系统均利用相同的空间段设施(4 颗卫星),只是每一系统要求 LES(包括 NCS)能单独处理各自系统信号的收和发。同样,每一系统对 SES 的要求也不一样,甚至船舶的识别码结构也不相同。

Inmarsat-A 系统投入使用时间最久,现有 NCS 2 个(美国 Southbury 站负责 AOR-W/E 两洋区的网络协调,日本 Yamaguchi 站负责 POR/IOR 两洋区的网络协调),CES 27 个,A 标准 SES 约 20000 个(1996 年底)。A 系统采用模拟信号,开放的业务主要有遇险通信、电传、电话、传真和数据的自动传输。Inmarsat-B 系统是 1993 年 10 月开始运行的一个全部采用数字技术的新系统。它不但具有 A 系统所开放的全部业务和特点,而目更有效地利用了卫星的功率和带宽,故增加了许多可使用的信道,同时 B 系统还可以进入更先进和更完善的陆地数据网络,因此可预见 B 系统将最终取代 A 系统。现在开放 B 系统业务的 LES 共有 17 个,开放的业务主要有双工电话、船对岸的单工电话(包括群呼和区域性呼叫)、岸对船的业务通告和 A 系统开放的业务。Inmarsat-C 系统是只能处理数字化报文和数据的卫星通信系统。C 系统现有 NCS 3 个(英国 Goonhilly 负责 AOR-W/E 洋区的网络协调,新加坡 Sentosa 负责 POR 洋区的网络协调,希腊 Thermopylae 负责 IOR 洋区的网络协调),LES 23 个。C 标准 SES 是一种简易型船站,天线小而无方向性,整个船站可制成便携式。C 系统开放的业务主要有遇险和安全通信、双向电传和数据及船对岸的传真。另外 C 系统 LES 还提供增强群呼(EGC)业务,用于以报文形式向所有船舶/某组船/某海域船播发 MSI。EGC 接收机是用于接收此播发形式的 MSI 专用接收机。Inmarsat-E 系统是通过静止卫星来获得遇险船或人员位置等信息的卫星 EPIRB 系统。该系统的 1.6 GHz EPIRB 在遇险时可人工启动或自动启动,实现船对岸的遇险报警。Inmarsat-F 系统(F77)是 Inmarsat 推出的最新卫星多媒体移动通信系统,是 Inmarsat 技术体系内一个子系统。该系统与发展迅速的 ISDN 网(综合业务数字网)及 PSTN 网(公众电话交换网)相连接,可以为用户提供多种类型的通信服务: PSTN 移动卫星电话、传真、数据基本业务; ISDN 64 kbit/s 高质量电话、传真业务; ISDN 64 kbit/s 高速数据业务 Internet、Intranet 接入; Inmarsat MDPS(数据包交换业务); 电视会议; 数字图片(数字照片)传输等。丹麦 TT 公司的船用 F 型设备,型号为 Capsat F77。该设备是目前市场上占有率最高的 F 型船用设备,性能稳定可靠、使用简单、操作方便。该设备十分方便与其他设备配合使用,构成完整的现代船舶卫星通信系统。我国目前已开通 Inmarsat-F 业务。

(2) COSPAS-SARSAT 系统

该系统是用来确定三种信标位置的全球搜救卫星系统,这三种信标是 ELT/EPIRB/PLB。整个系统由紧急信标、卫星、本地用户终端(LUT)和任务控制中心(MCC)组成。

本系统现使用 5 颗极低轨道卫星,卫星上装有 121.5 MHz 和 406.025 MHz 接收机、一次性处理装置及存储器等。船舶遇险时经人工启动或自动启动 406 MHz/121.5 MHz EPIRB 后可发出遇险信号,此信号被经过该遇险信标上空的卫星收到后转发给地球站 LUT。LUT 测出示位标的位置后,将位置数据连同遇险报警一起通过 MCC(主要功能是收集 LUT 和其他

MCC送来的数据,并进行存储与分类,以便在 COSPAS-SARSAT 系统内交换,以及和搜救(SAR)通信网间交换)通报给 RCC 和其他 MCC 或有关的 RCC,救助行动即行开始。示位标的位置是在卫星上测定、在 LUT(地面站)中计算出的。由于用多普勒频移测定位置,计算过程中会得到两个位置,其中真伪可以根据接收同一卫星转发的两次报文或同一卫星第二次通过时或其他卫星通过时的计算来分辨。该系统有两种处理模式:实时模式是指 EPIRB 发出的信号,通过卫星处理和存储后立即发回到卫星覆盖范围内的 LUT;全球覆盖模式是指卫星处理和存储数据,只有当卫星来到 LUT 上空时才发送出去,使运行中的所有 LUT 都能收到。

1.3 船用 GMDSS 设备配备要求

为了适应 GMDSS 的要求,国际海事组织(IMO)于 1988 年对 SOLAS 公约进行了修正。根据该修正案,一切从事国际航行的客船和 300 总吨以上的货船,都必须在 1999 年 2 月 1 日之前,按其航行的海区配备相应的 GMDSS 船用设备。具体配备要求如下:

1.3.1 各航区船舶均应配备的设备

(1)1 台 VHF 无线电话设备(能在 CH 70 值守、收发 DSC 遇险报警信号;能在 CH 6, CH 13 和 CH 16 上进行通信;并能由驾驶台启动,在 CH 70 上发射遇险报警信号)。

(2)2 台 SART(允许船舶和救生艇兼用,未满 500 总吨的货船每船 1 台)。

(4)1 台 NAVTEX 接收机。

(5)增强群呼(EGC)接收机 1 台(不超出 NAVTEX 覆盖范围或只在 HF MSI 广播海域航行的船舶,并装有这种接收设备时可免除)。

(6)1 台卫星 EPIRB(自浮式并能人工启动)。

(7)救生艇用便携式 VHF 双向无线电话设备至少 3 台(500 总吨以下的船至少配备 2 台)(应具有 CH 16 和至少 1 个其他频道)。

(8)除船舶主电源外,MF/HF/VHF 设备或 SES 必须配有应急电源和备用电源,以及充分充电的蓄电池充电器。

1.3.2 各航区船舶还应增配的设备

(1)航行于 A1 海区船舶应增配:用于常规无线电通信的 VHF 电话设备(频率范围为 156~160.5 MHz,以 25 kHz 为一频道,调频体制)。在该航区有效的第二种船对岸报警设备可用 VHF EPIRB 代替卫星 EPIRB。

(2)航行于 A1 + A2 海区船舶应增配:用于常规无线电通信的 MF/SSB、NBDP 设备(频率范围为 1 605~4 000 kHz),或卫星船站设备。第二种船对岸报警设备可以是 MF DSC 设备(至少可以在 2 187.5 kHz 上值守、发射 DSC 遇险报警信号)。

(3)航行于 A1 + A2 + A3 海区的船舶应增配:有两种方式。

①用于常规无线电通信的卫星船站和 MF DSC 设备(至少可以在 2 187.5 kHz 上值守、发射 DSC 遇险报警信号)。

②用于常规无线电通信的 MF/HF 电话设备(RT)(具有 DSC、NBDP 终端,工作频率范围为 1 605~27 500 kHz,至少在 2 187.5 kHz 和 8 414.5 kHz 上值守、发射 DSC 遇险报警)。

第二种船对岸遇险报警设备可以是 406 MHz EPIRB,也可以是 1.6 GHz EPIRB。

(4)航行于 A1 + A1 + A3 + A4 海区的船舶应增配:用于常规无线电通信的 MF/HF 单边带通信设备(具有 DSC、NBDP 终端)和 MF DSC 值守机(必须能在 2 187.5 kHz,8 414.5 kHz 和

其他频段至少一个 HF DSC 遇险频率上进行扫描接收)。

第二种船对岸遇险报警设备必须为 406 GHz EPIRB。

在 GMDSS 中船舶所配备的无线电设备可归纳如下:

① Inmarsat 船站(A/C、B/C、F/C 船站), EGC 设备, 1.6 GHz EPIRB。

② COSPAS-SARSAT 搜救卫星系统中的 406/121.5 MHz EPIRB。

③ 地面通信系统中的各种设备——MF/HF 单边带收发机及无线电话、窄带直接印字电报(NBDP)、数字选择性呼叫(DSC)终端、VHF 收发机及无线电话、VHF DSC 终端设备, 518 kHz NAVTEX 接收机, 便携式 VHF 双向无线电话设备。

④ 寻位设备, 即 9 GHz 搜救雷达应答器(SART)。

上述要求可用表 1-1 说明。

表 1-1 GMDSS 对船舶无线电设备的配备要求

用途	设备名称	使用频率	通信覆盖区域				备注
			A1 海区	A2 海区	A3 海区	A4 海区	
主通信设备(遇险安全通信 + 常规通信)	无线电话 + DSC + DSC 连续守听设备	VHF	1	1	1	1	每船配备 1 台
		MF	0	1	1(0)	0	用于 A2, A3 海区船舶
		MF/HF	0	0	0(1)	1	用于 A3, A4 海区船舶
	Inmarsat 船站	1.5~1.6 GHz 4~6 GHz	0	0	1(0)	0	A3 海区未配备 MF DSC 及卫星船站时应配备 MF/HF - DSC 及 NBDP 一台
自动遇险报警设备	卫星 EPIRB	406 MHz	1	1	1	1	每船配备 1 台
		1.6 GHz	1	1	1	0	每船配备 1 台
	VHF EPIRB	CH 70	1	0	0	0	只用于 A1 海区船舶
MSI 接收设备	NAVTEX	518 kHz	1	1	1	1	A4 海区船舶利用 HF NBDP 接收 MSI
	EGC 接收机	1.6 GHz	0	0	1	0	
定位装置	雷达	9 GHz	1	1	1	1	每船配备 1 台
	SART	9 GHz	2(1)	2(1)	2(1)	2(1)	本船和救生艇兼用
救生艇用通信设备	便携式 VHF 无线电话	CH 16 + 1 个频道	3(2)	3(2)	3(2)	3(2)	至少配备 3 台(500 总吨以下至少 2 台)

1.3.3 GMDSS 设备的可用性要求

(1) 不论采用何种方法确保 GMDSS 设备具备 SOLAS 公约(1988 年修正案)规定的功能要求, 直到船舶能履行全部遇险和安全功能, 船舶才能驶离港口。

(2) 不管船舶使用何种方法, 对于要求并安装的每一设备, 船舶应备有制造商的说明书和维修手册。应按主管部门规定, 备有适合船舶所用方法的适当工具、备件和测试设备。这种说明书、手册、工具、备件和测试设备, 应视情况而定, 易于拿到。

1.3.4 GMDSS 设备的维修要求

在 GMDSS 中, 为保证海上航行的船舶通信设备的可用性, 1974 年 SOLAS 公约 1988 年修正案提供了三种可选择的方案:

- (1)双套设备(duplication of equipment);
- (2)岸上维修(shore-based maintenance);
- (3)海上电子维修能力(at sea electronic maintenance capability)。

航行在 A1 或 A2 海区的船舶,至少应具备上述三种方法中的一种。例如,配备双套设备或岸上维修或海上维修或由综合使用上述方法来保证 GMDSS 设备的可用性。

航行在 A3 或 A4 海区的船舶,应至少综合使用上述三种方法中的两种,来保证 GMDSS 设备的可用性。例如,配备双套设备和岸上维修,或海上维修和岸上维修(单套设备),或配备双套设备和海上维修。

1.3.5 IMO 关于配备双套设备的要求

前面给出的船载设备配备要求是按单套配备方案给出的,配备双套设备通常是指再配备一台 VHF 电台(VHF 收发机 + DSC 设备 + CH 70 值守机)和一套组合电台(MF/HF 收发机 + DSC 设备 + NBDP 设备)或一台卫星通信设备。按 IMO 要求,配备双套设备可以是:

VHF 电台 2 台(VHF 收发机 + DSC 设备 + CH 70 值守机);

组合电台 2 台(MF/HF 收发机 + DSC 设备 + NBDP 设备),或者组合电台 1 台(MF/HF 收发机 + DSC 设备 + NBDP 设备) + 卫星通信设备 1 台(Inmarsat-A/B/C/F),IMO 建议使用后一种配备方案。

1.4 关于 GMDSS 的实施和人员配备要求

GMDSS 的实施及各项要求应具有法律约束。它已经反映在 1988 年修订的 SOLAS 公约中,并以 1987 年召开的世界无线电行政大会(WARC)修订的无线电规则予以保障。同时 1991 年修订的 STCW 公约为 GMDSS 的实施铺平了道路。

关于 GMDSS 系统的实施日期,在 1988 年的 SOLAS 公约修正案中规定,GMDSS 于 1992 年 2 月 1 日开始生效,于 1999 年 2 月 1 日开始全面实施。从 1992 年 2 月 1 日至 1999 年 2 月 1 日为过渡期,过渡期内,旧系统和 GMDSS 并存。目前,对于所有 300 总吨以上的货船和所有客船,均必须按照 GMDSS 的要求配备船舶各项通信设备。

在 GMDSS 系统中,除去要求船舶配备各种无线电设备外,还要求岸台(站)的建设必须符合 GMDSS 系统的要求。可以说,没有岸台(站)相应的建设与配合,GMDSS 系统是根本无法实现的。岸台(站)在 GMDSS 系统中的任务可以归纳如下:

(1)及时检测来自船舶的遇险报警,发射岸对船的遇险报警,能迅速将报警转至有关的救助协调中心(RCC)。

(2)在搜救协调通信中发挥转接作用,作为 RCC 或搜救部门(SAR)通过陆地公众网或专用通信网与无线网之间的接口使用。

(3)在日常常规公众通信业务中为船舶服务,作为用户与船舶之间的转接器使用。

(4)为船舶播发航行警告、气象警告、气象预报和其他海上紧急与安全信息。

可以看出 GMDSS 系统能否实现其全部功能,岸基通信设施的建设是关键的一环。因此,通信网的建设是航运通信部门的一项重要任务。

在 GMDSS 系统中已不再使用传统的莫尔斯报作为遇险报警手段,在常规海上通信中也已经废弃莫尔斯报。这样,船舶按 GMDSS 要求如何配备无线电人员,将受 1991 年修订的 STCW 公约约束。按修订的 STCW 公约,船舶无线电人员的证书分为下述四种:

- 一级无线电电子证书(First-Class Radio Electronic Certificate);
- 二级无线电电子证书(Second-Class Radio Electronic Certificate);
- 普通操作员证书(General Operator's Certificate);
- 限用操作员证书(Limited Operator's Certificate)。

在水上移动通信业务中,所有证书必须用国际电信联盟(ITU)的一种工作语言(一般为英语)写明下述内容:

- 证书持有者的姓名和出生日期;
- 证书种类和颁发日期;
- 证书号码和有效期;
- 颁发证书的主管机关。

对一、二级无线电电子证书,要求具备电台业务、操作、维修、保养方面的知识和技能,以及电子技术理论方面的知识;对三、四级操作员证书,则只要求具备电台操作方面的知识与技能和海上移动通信业务知识。

根据国际电信联盟(ITU)无线电规则的规定,使用 GMDSS 频率与技术的所有船舶电台与船舶地球站的业务,应该有持有管辖该电台的主管部门所颁发或认可证书的操作员来控制。只要电台由持有证书的操作员控制,其他人员也可以使用 GMDSS 设备。

具体而言,航行于 A1 + A2 + A3 + A4 海区的船舶、海上平台或设施,在设备单配套情况下应配有一级无线电电子证书人员(专职);航行于 A1 + A2 + A3 海区的船舶、海上平台或设施,在设备单配套情况下应配有二级无线电电子证书人员(专职);航行于 A1 + A2 海区的船舶、海上平台或设施,在设备单配套情况下应配有至少持普通操作员证书人员;航行于 A1 海区的船舶、海上平台或设施,在设备单配套情况下应配有至少持限用操作员证书人员;对于航行于 A3、A4 海区的船舶、海上平台或设施,在设备双配套情况下(岸基维修)可以配有两名以上普通操作员证书人员(兼职)或一名持普通操作员证书人员以上的专职人员。

应该看到,GMDSS 系统不单单是涉及遇险与安全通信,由于它的强制性,已从根本上改变了海上通信状况。莫尔斯报在无线电发明后不久就在船舶通信上使用,这种廉价的简单的具有一定灵活性的通信方式,一直使用到 20 世纪 90 年代末期。但是,比起电子技术各个领域中的应用、发展与渗透,这种以人工操作为主的通信手段太落后了,已不能满足现代航运业发展的需要。现代无线电通信技术在海上移动通信上的应用,尤其是卫星通信技术在海上通信中所发挥的卓越作用,使得这种离不开报务员的通信手段不得不退出历史舞台。在海上遇险与常规通信中,已经使用自动化、高时效的 GMDSS 通信手段。并且,随着电子技术的飞速发展,已有 Inmarsat-F 站、AIS(船载自动识别系统)、SVDR(船载航行数据记录仪)等新设备加入到 GMDSS 中来,今后也必将有越来越多的新技术、新设备在海上移动通信领域中得到广泛应用。

第2章 电波、信号、噪声与天线

任何无线电通信系统都包括有发射端、无线电波传播、接收端三个环节,其中无线电波的传播对通信质量有重大的影响。在日常通信中,常会出现无线电信号抖动、变弱,甚至消失的现象,这往往是由于电波传播不良而引起的。作为船舶无线电设备操作人员应该掌握电波传播规律,以利于克服或预防上述现象。

2.1 电波的辐射与传播途径

2.1.1 电波的辐射

无线电波实质上是一种电磁波。它的传播过程就是交变电磁场向前波动的过程。换句话说,无线电波的传播就是交变电磁场的传播。

电荷周围有电场存在,当电荷作定向运动时就会产生电流,而在电流周围则会产生磁场。若电流大小、方向随时间变化,我们就称之为交变电流。这种交变电流会在其周围产生交变的电磁场,当交变频率足够高时,交变的电磁场将会摆脱电流的束缚辐射出去,产生电磁波。实际的无线电波发射台让高频交变电流通过发射天线,从而产生向外辐射的交变电磁场,即无线电通信发射设备通过发射天线向外辐射含有有用信息的电磁波,电磁波经空间辐射后在接收设备的天线上产生电磁感应信号,接收设备将产生的感应信号加以处理,还原出有用信息,从而完成信息的无线传输。

2.1.2 电波频率与波长

电波的频率是指电波每秒钟振动(重复)的次数,波长是指无线电波在一个振动周期内传播的距离,速度则是指每秒钟内无线电波传播距离。其三者关系为: $\lambda = v \cdot T = v/f$,式中 λ 为波长(m), f 为频率(Hz), T 为周期(s), v 为电波传播速度(自由空间为光速 c ,即 3×10^8 m/s)。

2.1.3 电波波段的划分

无线电波频段很宽,按其特点可划分为几个波段,常用的划分方法如表 2-1 所示。

表 2-1 无线电波的波段划分

波段名称		波长范围	频段名称	频率范围
极长波		100 000 m 以上	极低频(ELF)	3 kHz 以下
超长波		100 000~10 000 m	甚低频(VLF)	3~30 kHz
长波		10 000~1 000 m	低频(LF)	30~300 kHz
中波		1 000~100 m	中频(MF)	300 kHz~3 MHz
短波		100~10 m	高频(HF)	3~30 MHz
超短波(米波)		10~1 m	甚高频(VHF)	30~300 MHz
微波	分米波	10~1 dm	特高频(UHF)	300 MHz~3 GHz
	厘米波	10~1 cm	超高频(SHF)	3~30 GHz
	毫米波	10~1 mm	极高频(EHF)	30~300 GHz

注:工程上有时将 200~500 m 的波段称为中短波(中高频 IF),1 mm 以下的波段称为亚毫米波段。

水运无线电通信所使用的波段通常为中短波(MF/HF 中高频,如单边带电台)、超短波(VHF 甚高频,如甚高频电话)和微波(UHF/SHF 特高/超高频,如卫通设备)。