

高等学校航海类专业统编教材

GMDSS 船用通信设备

(上)

杨广治	唐信源	编著
周玉钦		主审

大连海事大学出版社

内 容 提 要

本书为适应全球海上遇险与安全系统(GMDSS)的实施和新的 STCW 公约的修订,为船舶驾驶专业编写的关于船用无线电通信设备的教材。

上册共分十七章,从设备操作、维护和保养的角度主要介绍了 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。首先从系统角度阐述了 GMDSS 的基本概念和功能;介绍了电波传播与船舶常用天线的常识、信号与噪声的基本特性,然后在分析 SSB 通信原理基础上,介绍了 SSB 电台发射机、接收机的基本组成与主要单元及电路的基本原理;介绍了 VHF 电台发射机、接收机的基本组成与原理,进而介绍了 NBDP, DSC 终端的基本原理与构成,编码原理和序列构成,呼叫建立和通信流程等,以及与电台的连接方法。最后介绍了 NAVTEX、SART 的基本原理及 GMDSS 设备对应急电源的要求和应急电源保养知识。

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。

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。

为适应这一变化,高等学校航海类专业教学指导委员会于 1995 年 12 月在总结大连海事大学两年来实施驾通合一教学经验的基础上,对过去的海洋船舶驾驶专业的教学计划进行了修改,制定了“海洋船舶驾驶专业本、专科指导性教学计划”。为贯彻好该指导性教学计划,教材建设是重要的一环。经高等学校航海类专业教学指导委员会审定,《GMDSS 船用通信设备》教材为交通部统编教材(交教高字[1996]128 号、183 号文件)。

《GMDSS 船用通信设备》教材是根据我国港监部门颁布的“GMDSS 普通操作员考试培训大纲”、“GMDSS 船用通信设备教学大纲”,并参照国外同类证书考试培训要求编写的。

《GMDSS 船用通信设备》共分上、下两册,上册内容为 GMDSS 地面通信系统及其船载设备知识;下册内容为卫星通信系统及其船载设备知识。整个课程授课时数约为 100 学时,上册授课时数约 60 学时,下册授课时数约 40 学时。

《GMDSS 船用通信设备》上册共分十七章。第一章对 GMDSS 的基本概念与功能等进行了较系统的介绍。第二章、第三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。在第四章分析单边带(SSB)通信原理基础上,第五章至第八章分别介绍 SSB 发射机的基本组成、主要技术指标,激励器、功放及天线调谐单元的基本原理。第九章、第十章分别介绍 SSB 接收机的基本组成、主要技术指标和主要单元电路基本原理。第十一章介绍频率源——数字频率合成器的基本原理。第十二章介绍 VHF 电台的基本组成和工作原理。第十三章、第十四章分别介绍窄带直接印字电报(NBDP),数字选择性呼叫(DSC)终端的基本组成、工作原理以及与电台的连接方法。第十五章、第十六章分别介绍 NAVTEX 接收机和搜救雷达应答器(SART)的基本原理。在第十七章中介绍 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。

本书第一章由杨广治编写,其余各章由唐信源编写。全书由杨广治主编,周玉钦主审。

需要说明的是,本教材是本、专科合用教材。考虑到专科教学学时和学生的基础,对标有“*”号的内容可以不讲或概要地介绍,这样处理不会影响内容的系统与完整。

在本教材编写出版过程中,得到了交通部教育司、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;在教材大纲定稿前,还充分吸取采纳了武汉交通科技大

学、上海海运学院、集美航海学院、青岛远洋船员学院、广州高等航海专科学校教务处及有关教研室提出的宝贵意见,在此一并致谢。

考虑到驾驶专业学生的基础知识,本教材编写注重系统、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,回避数学推导与较深基础知识,由浅入深予以介绍,注重与设备操作有关的部分。

由于作者的经验与水平有限,书中谬误与缺点及内容安排不当等问题在所难免,殷切希望同行及读者批评指正。

编著者

1997年2月

目 录

第一章 GMDSS 概述	(1)
§ 1.1 GMDSS 基本概念和功能	(1)
§ 1.2 GMDSS 中各分系统作用及使用的设备	(4)
§ 1.3 船用 GMDSS 设备配备要求	(6)
§ 1.4 关于 GMDSS 的实施	(7)
思考题	(8)
第二章 电波传播与天线	(9)
§ 2.1 电波的辐射与传播途径	(9)
§ 2.2 各波段电波传播特点	(12)
§ 2.3 船舶常用中短波天线	(14)
思考题	(16)
第三章 信号与噪声	(17)
§ 3.1 信号与带宽	(17)
§ 3.2 噪声及其分类	(19)
§ 3.3 噪声的表示与等效	(21)
思考题	(23)
第四章 单边带通信原理	(24)
§ 4.1 单边带通信的机理	(24)
§ 4.2 单边带信号和波形	(26)
§ 4.3 单边带通信的特点	(28)
§ 4.4 船用单边带通信的工作种类	(31)
思考题	(33)
第五章 单边带发射机组成	(34)
§ 5.1 单边带信号的产生	(34)
§ 5.2 单边带发射机的主要技术指标	(35)
§ 5.3 单边带发射机的组成	(37)
思考题	(40)
第六章 单边带激励器	(41)
§ 6.1 单边带调制器	(41)
§ 6.2 边带滤波器和 LC 滤波器*	(45)
§ 6.3 发射机的键控*	(48)

§ 6.4 工作种类的控制*	(49)
思考题	(50)
第七章 高频宽带功率放大器	(51)
§ 7.1 高频宽带前置放大器	(51)
§ 7.2 高频宽带功率放大器*	(54)
§ 7.3 功率合成与分配*	(58)
§ 7.4 功放的保护	(61)
思考题	(65)
第八章 自动天线调谐器	(66)
§ 8.1 天调网络的形式	(66)
§ 8.2 自动天调中的检测器*	(68)
§ 8.3 自动调谐原理和组成	(70)
思考题	(73)
第九章 单边带接收机组成	(74)
§ 9.1 单边带接收机的主要技术指标	(74)
§ 9.2 单边带接收机的组成方案	(77)
§ 9.3 单边带接收机的组成	(80)
思考题	(84)
第十章 单边带接收机电路	(85)
§ 10.1 输入电路	(85)
§ 10.2 输入保护电路	(87)
§ 10.3 中频带宽选择电路	(89)
§ 10.4 AGC 电路*	(89)
§ 10.5 本振频率的微调	(95)
思考题	(97)
第十一章 数字频率合成器	(98)
§ 11.1 数字频率合成器的基本原理	(98)
§ 11.2 数字频率合成器的主要部件*	(100)
§ 11.3 数字集成频率合成器	(105)
思考题	(108)
第十二章 VHF 通信设备	(109)
§ 12.1 VHF 通信原理与特点	(109)
§ 12.2 VHF 通信的工作种类与方式	(114)
§ 12.3 VHF 电台的组成与主要技术要求	(115)
§ 12.4 VHF 调频发射机*	(119)
§ 12.5 VHF 调频接收机*	(122)
§ 12.6 双值守原理	(125)
思考题	(126)

第十三章 NBDP 终端	(127)
§ 13.1 NBDP 终端的一般组成	(127)
§ 13.2 FSK 调制器原理*	(130)
§ 13.3 与 SSB 通信设备的连接方法*	(132)
§ 13.4 检纠错措施和业务信息符号与字组	(133)
§ 13.5 ARQ 方式的基本工作程序	(136)
§ 13.6 FEC 方式的基本工作程序	(142)
思考题	(144)
第十四章 DSC 终端	(145)
§ 14.1 DSC 终端的一般组成	(145)
§ 14.2 DSC 与通信设备的连接方式*	(147)
§ 14.3 DSC 编码和检纠错措施	(148)
§ 14.4 DSC 呼叫序列的组成	(150)
§ 14.5 VHF EPIRB	(157)
思考题	(158)
第十五章 NAVTEX 接收机	(159)
§ 15.1 NAVTEX 系统	(159)
§ 15.2 NAVTEX 报文格式与编码	(161)
§ 15.3 NAVTEX 接收机的组成*	(163)
思考题	(165)
第十六章 搜救雷达应答器	(166)
§ 16.1 SART 的组成和工作原理*	(166)
§ 16.2 SART 的主要特性和维护保养	(169)
思考题	(170)
第十七章 船用电池	(171)
§ 17.1 GMDSS 设备对电源的要求	(171)
§ 17.2 电池及维护	(171)
思考题	(174)

第一章 GMDSS 概述

国际海事组织于 1979 年 4 月,在反复协商的基础上,通过了《国际搜寻救助公约》。该公约宗旨是:为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和安全通信系统很有必要。可以说全球海上遇险和安全系统(GMDSS)是用于海上遇险、安全和救助活动的综合通信系统。

本章主要介绍 GMDSS 基本概念和功能,各分系统作用和所用设备及各航区船舶配备要求和标准。

§ 1.1 GMDSS 基本概念和功能

GMDSS 的基本概念是船舶遇险时能迅速有效地进行报警,岸上搜救当局能够以最短的时间延迟进行协同的搜救活动,并能够做到立即向岸上机关及附近的船舶通报船舶遇险信息,加大搜救的成功率。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,气象预报及其它紧急安全信息),即对所有的船舶不论在何处航行,为了该船自身及同一海域其他船的安全,应具有为此所必需的通信功能;同时要求各缔约国政府应按 IMO 建议,提供适当的岸上设施来进行空间和地面无线电通信。

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

(1)收发遇险报警信号,其中遇险船发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。

(2)搜救协调通信。

(3)现场通信。

(4)收发寻位信号。

(5)收发海上安全信息。

(6)常规通信。

(7)驾驶台与驾驶台间的通信。

一、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。RCC 收到遇险报警时,一般通过海岸电台或卫星地球站转发到搜救机关和遇险现场附近的其他船舶。遇险报警中含有遇险船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它信息。

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 100n mile 范围内

有效,在 100n mile 以内没有其他船舶情况下,可利用卫星通信或短波通信或两者的组合形式报警,并通过岸上来提供援助。

在 A1 海区(VHF 岸台覆盖范围内的海域,距岸 25n mile 左右,见图 1-1)航行的船舶,船对船、船对岸报警分别使用 VHF CH70 上的 DSC 或 VHF EPIRB 进行。航行于 A2 海区(A1 海区之外的, MF 岸台覆盖范围内的海域,距岸 150n mile 左右)的船舶,船对船、船对岸报警分别使用 VHF CH70 上和/或 MF 2187.5kHz 上的 DSC、卫星 EPIRB 进行。

航行于 A3 海区(A1、A2 海区之外,同步通信卫星覆盖范围内的海域)和 A4 海区(A1、A2、A3 海区之外的海域)的船舶,船对船报警使用 VHF CH70 和/或 MF 2187.5kHz 上的 DSC 进行,船对岸报警则使用 INMARSAT 船站和 HF DSC 或 COSPAS—SARSAT EIRIB (A3 海区可用 1.6GHz EPIRB 代替)中的某一种进行。

通常遇险报警是人工启动的,所有遇险报警的确认收妥也由人工发送。当船舶下沉时,漂浮式卫星 EPIRB 将自动启动发射。

从 RCC 向现场附近的船舶转发遇险报警时,是通过 INMARSAT 系统发给船站或选用地面通信系统在适当频率上发给船台进行的。在这种情况下,为避免大范围内的船舶收到此遇险报警,通常以“区域性呼叫”方式进行,只向现场附近特定海域内的船舶报警。在收到遇险报警的转发后,无论何时都应与其 RCC 建立通信,以便协调支援。

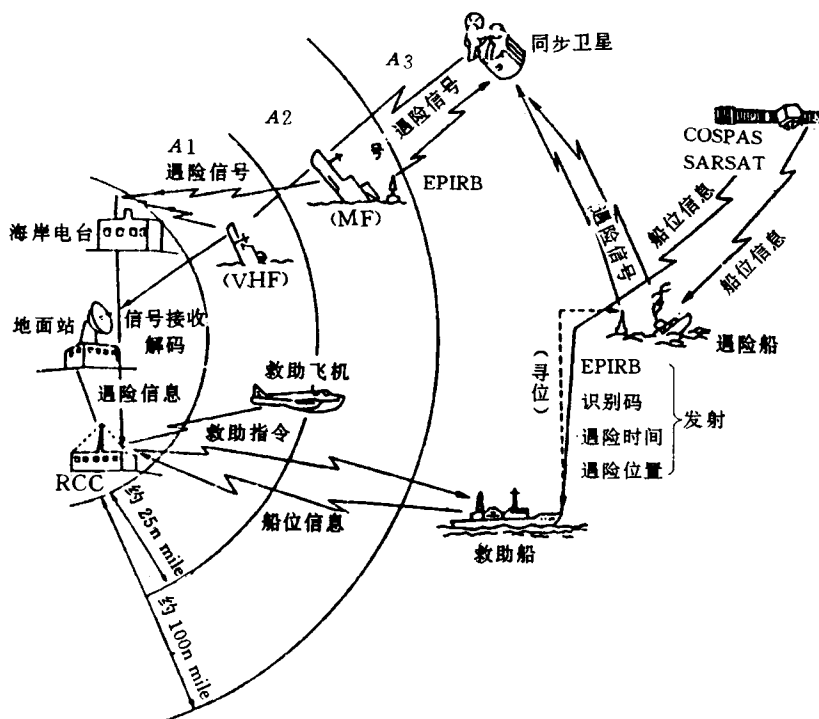


图 1-1 GMDSS 的 A1、A2、A3 海区

二、搜救协调通信

搜救协调通信是指 RCC 与遇险船、参与救助的船舶或飞机及陆上其他有关的搜救中心间进行的协调搜救活动的通信。它具有双向性,与报警功能中向某一方向传输特定信息不同。

搜救协调通信使用海上遇险安全通信频率,通信方式为无线电话和电传,可通过卫星通信

系统或地面通信系统来进行,这主要取决于船舶配备的设备及海事发生的海域。

三、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 3023kHz、4125kHz、5680kHz。此外,搜救飞机应能在 2182kHz 和/或 156.8MHz 上与其它海上移动体进行通信。

四、寻位

寻位是指发现并找到遇险船舶或救生艇筏及幸存者。GMDSS 中遇险船舶或幸存者利用 9GHz 搜救雷达应答器(SART)来进行位置的标识。当 SART 被搜救单位的 9GHz 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或幸存者的位置。

五、海上安全信息(MSI)的播发与接收

为确保安全,船舶需不断接收最新的航行警告、气象警告和预报以及其它海上紧急安全信息。这些信息是通过 518kHz 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。

六、常规通信

GMDSS 要求配备的设备除进行遇险、紧急和安全通信外,还能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。

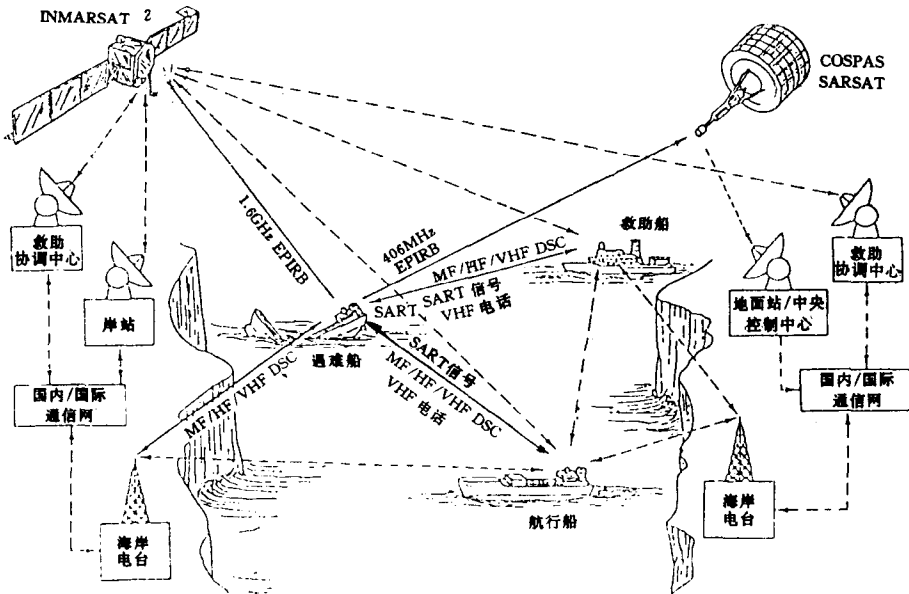


图 1-2 GMDSS 的基本概念

七、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。遇险船舶和人员能否成功地被救助,除及时有效地报警外,主要依靠岸上救助部门的决断和所提供的救助手段。因此,要求岸台或岸站与 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 RCC(或岸台)的报警和指挥。

GMDSS 的基本概念见图 1-2 所示。

§ 1.2 GMDSS 中各分系统作用及使用的设备

GMDSS 的功能是通过两大通信分系统完成的,它们是地面通信系统和卫星通信系统。

一、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 七大功能的分系统。使用的设备有:MF/HF 无线电、VHF 无线电、数字选择性呼叫(DSC)、窄带直接印字电报(NBDP)、NAVTEX、雷达应答器(SART)和 VHF CH70 的应急示位标(EPIRB)。

MF/HF/VHF 通信设备是主体,所有终端都必须通过 MF/HF/VHF 通信设备进行通信,其中 DSC 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 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(0.5kHz),且以直接打印方式给出信息。作为 MF/HF 通信设备的终端,可用于遇险与安全通信,以及常规通信。

NAVTEX 业务是指,在 518kHz 频率上,由各国主管部门指定的岸台向 400n 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。

1. 远距离通信

船岸间双向地面远距离通信使用的是短波(HF)。若说在 INMARSAT 覆盖海域内还有船站可实现远距离通信的话,那么在 INMARSAT 覆盖海域之外只能用 HF 实现远距离通信。

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 4MHz、6MHz、8MHz、12MHz、16MHz 频段中的 5 个频道,一般根据当时电波传播情况、遇险船位置、报警给出的区域等因素来选择。

2. 中距离通信

中距离通信使用 2MHz 波段,在船对岸、船对船、岸对船的通信中,用 MF DSC (2187.5kHz)进行遇险报警和安全呼叫;随后的遇险安全通信:若采用无线电,则使用 2182kHz;若采用 NBDP,则使用 2174.5kHz。

岸对船的 MSI 发播,使用 518kHz 进行,由船上 NAVTEX 接收机接收并打印。

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 VHF DSC 或 VHF EPIRB 进行,随

后的遇险安全通信使用 VHF 无线电(CH16)。

作为寻位手段的 9GHz SART,人工或自动启动后,受救助船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,从而增强幸存者的信心。

二、卫星通信系统

GMDSS 中使用了两种卫星通信系统,即 INMARSAT 系统和 COSPAS—SARSAT 系统。使用的船用设备有:INMARSAT—A/B/C 船站,1.6GHz EPIRB,EGC 接收机;406/121.5MHz 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。目前在赤道上空静止轨道上运行了 4 颗卫星,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 四种,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,甚至船站的识别码结构也不同。

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 20 000 个(1996 年底)。A 系统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,而且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)、岸到船的业务通告和 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到岸的传真。

另外,C 系统的 LES 还提供增强群呼(EGC)业务,用于以报文形式向所有船舶或某组船或某海域船播发 MSI。EGC 接收机就是用于接收此播发形式的 MSI 专用接收机。该接收机可以独立成机,也可作为 INMARSAT—A/B/C 标准 SES 的一部分。

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 1.6GHz 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。

2. COSPAS—SARSAT 系统

COSPAS—SARSAT 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 121.5MHz 和 406.025MHz 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 406/121.5MHz 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 和其它 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 SAR 通信网间交换)通报给 RCC 和其它 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它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的数据,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

根据 1988 年 SOLAS 公约修正案,一切从事国际航行的客轮和 300 总吨以上的货轮,都必须在 1999 年 2 月 1 日之前,按其航行的航区配备相应的 GMDSS 船用设备。具体配备要求如下:

一、各航区船舶均应配备

(1) 1 台 VHF 无线电话设备(能在 CH70 值守、收发 DSC 遇险报警信号;能在 CH6、CH13 和 CH16 上进行通信;并能由驾驶台启动在 CH70 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)。

(3) 9GHz 雷达设备 1 台。

(4) NAVTEX 接收机 1 台。

(5) INMARSAT—EGC 接收机 1 台(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 CH16 和至少 1 个别的频道)。

(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,以及能充分充电的蓄电池充电器。

(9) 2182kHz 无线电话收发机(能收发和值守双音报警信号,用到 1999 年 2 月 1 日)。

二、各航区船舶还应增配的设备

1. A1 航区船舶增配

用于常规通信的 VHF 电话设备(RT)(频率范围为 156MHz~160.5MHz)。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. A1+A2 航区船舶应增配

用于常规通信的 MF-RT/NBDP 设备(频率范围为 1605kHz~4000kHz)或 INMARSAT-A/C 设备。

MF DSC 设备(至少在 2187.5kHz 上值守、发出 DSC 遇险报警信号)。

3. A1+A2+A3 航区船舶应增配

用于常规通信的 INMARSAT-A/C 船舶和 MF DSC 设备(至少在 2187.5kHz 上值守、发出 DSC 遇险报警信号);或

用于常规通信的 MF/HF 电话(RT)设备(具有 DSC、NBDP 终端,工作频率范围为 1605kHz~27500kHz,至少在 2187.5kHz 和 8414.5kHz 上值守、发出 DSC 遇险报警)。

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

4. A1+A2+A3+A4 航区船舶应增配

用于常规通信的 MF/HF 电话(RT)设备(具有 DSC、NBDP 终端,工作频率范围为 1605kHz~27500kHz)和 MF/HF DSC 值守机(必须能在 2187.5kHz、8414.5kHz 和其它频段至少一个 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 406MHz EPIRB。

在 GMDSS 中船舶所配备的无线电设备可归纳如下:

(1)INMARSAT-A/C 船舶(或 B/C 船舶),EGC 设备,1.6GHz EPIRB。

(2)COSPAS-SARSAT 搜救卫星系统中的 406/121.5MHz 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,518kHz NAVTEX 接收机,VHF 双向无线电话设备,2182kHz 无线电话收发机。

(4)寻位设备,即 9GHz 搜救雷达应答器(SART)。

§ 1.4 关于 GMDSS 的实施

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。

显然,在 GMDSS 系统中不再使用传统的莫尔斯报作为遇险报警手段,因此在常规海上通信中也将逐步废弃莫尔斯报。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;

二级无线电电子证书;

普通操作员证书;

限用操作员证书。

在船上无线电设备的维修、保障设备的有效性方面,在修订的 SOLAS 公约中明确地提出三种方式,即双套设备、岸上维修和海上电子维修能力;同时,也说明了航行于 A1 和 A2 航区

的船舶,可采取上述三种方式中任何一种来确保设备的性能标准和设备的有效性,航行于 A3 和 A4 航区的船舶,应至少使用上述三种方式中两种组合,来确保设备的性能标准和有效性;而且,该有效性应由主管部门认可,并应考虑 IMO 有关建议案。

关于 GMDSS 系统的实施日期,在 1988 年的 SOLAS 公约修正案中有下述规定:

对于所有 300 总吨以上的货船和所有客船,必须按下列日程表配备无线电设备:

(1)所有船从 1993 年 8 月 1 日起,必须配备 518kHz NAVTEX 接收机和 406MHz EPIRB。

(2)所有在 1992 年 2 月 1 日及以后建造的船,其救生设备必须配备搜救雷达应答器 (SART)和双向 VHF 无线电话。

(3)所有在 1992 年 2 月 1 日以前建造的船,其救生设备配备搜救雷达应答器和双向 VHF 无线电话不得迟于 1995 年 2 月 1 日。

(4)所有在 1995 年 2 月 1 日以后建造的新船,必须按 GMDSS 要求配备无线电设备。

(5)所有船在 1999 年 2 月 1 日以后必须按 GMDSS 要求配备无线电设备。

在 GMDSS 系统中,除去要求船舶配备上述各种无线电设备外,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搜救协调中心(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、气象预报和其它海上紧急信息。

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,通信网的建设是今后航运通信部门的一项重要任务。

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,将从根本上改变海上通信现状。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,至今还是海上通信相当重要的手段。但是,比起电子技术在各个领域中的应用、发展与渗透,这种以人工操作为主的通信手段太落后了,从时效上讲,它也不能满足现代航运业发展的需要,尤其是卫星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的舞台。在海上遇险与常规通信中,将要使用时效高得多的通信手段。

思 考 题

1. 何为 GMDSS? 其基本功能有哪些?
2. 各航区的船舶一旦遇险应分别采用什么手段进行报警?
3. GMDSS 可分为几个分系统? 各分系统的船用设备有哪些?
4. 船用 GMDSS 设备配备标准是什么?
5. 船用 GMDSS 设备的维修方式有哪几种?

第二章 电波传播与天线

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。作为船舶无线电人员,应掌握电波传播规律,以利于克服或预防上述现象。

本章主要介绍电波的产生、波段划分、传播途径,各波段电波传播特点及船舶常用中短波天线。

§ 2.1 电波的辐射与传播途径

一、电波的辐射

什么是无线电波呢?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。

那么这种交变的电磁场是如何产生的呢?我们知道,电荷周围有电场存在,当电荷作定向运动时产生电流,在电流周围会产生磁场。若电流大小方向随时间变化,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,这就是交变电磁场产生的简单原理。

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。

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。

表 2-1 无线电波的波段划分

波段名称		波长范围	波段名称(简称)	频率范围
极长波		100 000m 以上	极低频(ELF)	3kHz 以下
超长波		100 000m~10 000m	甚低频(VLF)	3kHz~30kHz
长波		10 000m~1 000m	低频(LF)	30kHz~300kHz
中波		1000m~100m	中频(MF)	300kHz~3 000kHz
短波		100m~10m	高频(HF)	3MHz~30MHz
米波(超短波)		10m~1m	甚高频(VHF)	30MHz~300MHz
微波	分米波	10dm~1dm	特高频(UHF)	300MHz~3 000MHz
	厘米波	10cm~1cm	超高频(SHF)	3GHz~30GHz
	毫米波	10mm~1mm	极高频(EHF)	30GHz~300GHz

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

二、电波传播途径

无线电波从出发点 to 接收点,由于其频率的不同而有不同的主要传播途径,按照离开地面的高度可划分为三种主要的传播途径。

1. 地波传播

地波传播是指电波沿地球表面传播。通常波长越长,绕射距离越远,这是因为无线电波具有当其波长与障碍物尺寸相比拟时才能发生绕射的特性。由图 2-1 可以看出,由于地球曲率的存在,使收发两点 TR 之间有高度为 h 的障碍物,若 TR 弦越长(即传播距离越远), h 越高,则产生绕射要求的波长越长。可见只有长波、超长波和极长波可绕过地球表面较远的地方,可达几千甚至几万公里。中波可以沿地面传播几百公里。短波沿地面传播不超过 100km。当然,这只是大概而言,具体的距离决定于波长、功率及土壤电性能参数等因素。

超短波和微波沿地面绕射传播的能力很差,地波一般不是其主要的传播方式。但是,工作于超短波的小型移动电台,天线是拿在手上的,天线离开地面的高度并不比波长大的多,所以电波从发射天线到接收天线是沿地面传播或者靠建筑物的反射,通信距离一般只有几公里。

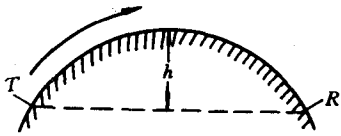


图 2-1 地波传播

地波传播是有衰减的,原因主要有两个:一是无线电波扩散而引起的自然衰减;另一原因是,随着传播距离的加大,电波传播受大地吸收(主要是地面的电性能参数和地形地物)的影响很大,且波长越短影响越大。因为地面的电性能参数和地形地物随时间的变化一般不大,地波传播稳定可靠,且受太阳照射状况变化的影响很小,所以它随昼夜和四季的变化都很小,同时也不受核爆炸的影响。我们在白天收听中波电台的广播就是沿地面传播来的,如果把自动音量控制电路断开,声音大小变化也不很大。

2. 空间传播

在超短波波段,当发射天线和接收天线均高出地面一个波长以上(在海面为 5 个~10 个波长),即可忽略地面的作用,这时接收点场强是由地面反射波和空间直射波合成的,我们称这两个波组成的相干传播为空间波传播(如图 2-2)。

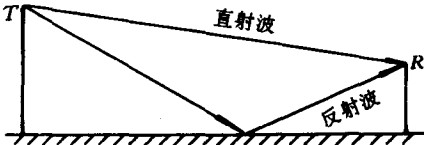


图 2-2 空间波的传播

图 2-2 表示当发射和接收天线相距不远,地面可看成平面的情况。当发射和接收天线间距离加大时,则必须考虑地球曲率影响,地球曲率对空间波传播的影响是使空间波传播的最远距离受到视距的限制。所谓视距是指由于地球曲率的存在,当天线的高度一定时,由天线顶端所能看到地面的最远距离,如图 2-3(a)所示。因为收发双方均采用架高天线,所以通常视距为图 2-3(b)所示。空间波主要是直射传播的,收发天线高度越高,视距越远,传播距离也越远,当收发距离超出视距时,由于地球曲率的存在,将空间波挡住,收不到信号。可见,空间波传播的最远距离就是视距。

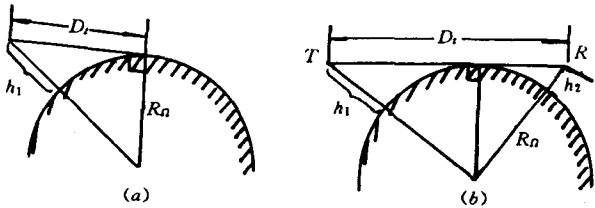


图 2-3 视距

实际上,空间波传播时,由于大气介质是不均匀的,其折射系数随高度增加而减小,这导致电波的射线变弯曲,使实际空间波传播距离会大于视距,称之为超视距。在考虑超视距影响后,空间波传播视距为:

$$D_1 = 4.12(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})(\text{km})$$