

符合 STCW' 78/95 公约要求
海船船员适任证书考试用培训教材

海上无线电通信

(GMDSS 操作级 / 管理级适用)

唐信源 主 编



大连海事大学出版社

内 容 提 要

本书系为适应 GMDSS 在全球的全面设施和我国履行 STCW'78/95 公约的需要,为船舶驾驶人员的适任考试而编写的教材。

本书共分十四章,从系统、设备操作使用及相关业务规定的角度全面系统地介绍了海上移动无线电通信系统与设备的基本原理与正确使用方法及程序。内容包括:GMDSS 系统组成与功能及相关规定,信号、系统与噪声的基本特性,电波传播与船舶常用天线的常识,GMDSS 地面通信设备(MF/HF 通信设备、MF/HF 终端设备、VHF 设备、NAVTEX 接收机与 SART)和卫星通信设备(INMARSAT 船站、卫星 EPIRB 与 EGC 接收设备)的基本原理、基本组成与使用方法,GMDSS 设备对应急电源的要求和应急电源保养知识,电台的管理,遇险、紧急与安全及常规通信业务(包括搜寻救助)方面的规定与相关知识。

本书为 GMDSS 通用/限用操作员的适任考试培训教材,也可作为海运院校船舶驾驶专业本科/专科/函授生学习“GMDSS 通信设备”和“GMDSS 通信业务”课程的教材,还可作为 GMDSS 船岸无线电人员、搜救中心(包括各分中心)值班人员、航运企业管理人员和其它有关人员的技术与业务学习的参考书。

前 言

GMDSS的全面设施为船舶无线电人员的职责与设备配备要求及通信规则等带来了巨大的变化。IMO 下属的海安会(MSC)充分考虑到了这一变化,反映在 STCW'78/95 公约中,在引进功能发证的同时,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,也规定了达到该功能适任标准的最低知识水平与操作技能。为了与国际接轨,我国主管部门已修订了我国海船船员培训和发证办法,制定了《中华人民共和国海船船员适任考试、评估和发证规则》,规定船舶驾驶人员应达到 GMDSS 通用或限用操作员要求,并制定了相应的考试和评估大纲。

作为海上无线电通信等考试大纲的起草者,作者严格按照我国港监局颁发的《海船船员适任考试和评估大纲》中 GMDSS 通用或限用操作员适任考试科目“海上无线电通信”考试大纲编写了本教材。本书共分十四章,从 GMDSS 系统及其船载设备知识、通信规则与程序的角度,全面系统地介绍了 GMDSS 操作员应具有的基本知识和技能。书中内容反映了海上移动无线电通信的现状。

本书由唐信源副教授主编,其中上海海运学院商船学院刘伟潮副教授和大连海运学校李彦军高级讲师合编了第七章,天津海上安全监督局苏振庭高工编写了第十一章,周玉钦教授承担了本书的主审工作。

在本书编写过程中,得到了大连海事大学信息工程学院院长刘人杰教授、大连海事大学成人教育学院院长方文治副教授、大连海上安全监督局海务处徐东华同志、大连海事大学出版社和大连海事大学信息工程学院通信教研室全体同仁的积极支持,在此一并表示感谢。

由于编者水平和资料来源有限,加之时间仓促,书中难免存在一些缺点和错误,殷切希望广大读者批评指出。

编 者

1999 年 2 月

于大连海事大学

目 录

第一章 GMDSS 概述	(1)
§ 1.1 GMDSS 基本概念和功能	(1)
§ 1.2 GMDSS 中分系统作用及船用设备	(3)
§ 1.3 GMDSS 船载设备配备要求	(5)
§ 1.4 GMDSS 设备的可用性和维修要求	(7)
§ 1.5 GMDSS 无线电人员配备要求	(8)
第二章 信号、系统与噪声	(10)
§ 2.1 信号、系统及其带宽	(10)
§ 2.2 通信系统及其要求	(13)
§ 2.3 噪声及其表示	(17)
§ 2.4 调制与解调	(20)
§ 2.5 船舶通信的工作种类及其表示	(38)
第三章 电波传播与天线	(41)
§ 3.1 电波的辐射与传播途径	(41)
§ 3.2 各波段电波传播特点	(47)
§ 3.3 短波通信频率的选择与估计	(50)
§ 3.4 船舶常用天线及其维护	(54)
第四章 MF/HF 船用通信设备	(60)
§ 4.1 MF/HF 电台的功能和性能要求	(60)
§ 4.2 MF/HF 发射机的组成	(61)
§ 4.3 MF/HF 发射机主要单元原理	(67)
§ 4.4 MF/HF 接收机的组成	(79)
§ 4.5 MF/HF 接收机主要单元原理	(85)
§ 4.6 数字频率合成器	(90)
第五章 MF/HF 船用终端设备	(93)
§ 5.1 NBDP 终端的一般组成与基本原理	(93)
§ 5.2 ARQ 和 FEC 方式的基本工作程序	(97)
§ 5.3 DSC 终端的一般组成与基本原理	(103)
§ 5.4 DSC 呼叫序列的组成	(108)

第六章 VHF 船用电台	(113)
§ 6.1 VHF 船台的组成与要求	(113)
§ 6.2 VHF 收发机组成与技术要求	(118)
§ 6.3 双值守原理与要求	(123)
§ 6.4 VHF DSC 终端的功能与性能要求	(124)
第七章 INMARSAT 船站	(126)
§ 7.1 INMARSAT 系统及其作用	(126)
§ 7.2 INMARSAT 系统的通信体制特征	(132)
§ 7.3 INMARSAT-A 系统的信道结构与接续过程	(139)
§ 7.4 INMARSAT-B 系统的信道结构与接续过程	(148)
§ 7.5 A/B 船站的组成及其基本原理	(155)
§ 7.6 A/B 船站中天线控制与跟踪方法	(162)
§ 7.7 INMARSAT-C 系统与船站	(169)
第八章 EPIRB 和 SART	(182)
§ 8.1 COSPAS-SARSAT 系统及其 406MHz EPIRB	(182)
§ 8.2 INMARSAT-E 系统及其 1.6GHz EPIRB	(188)
§ 8.3 卫星 EPIRB 的注册	(191)
§ 8.4 VHF EPIRB	(192)
§ 8.5 SART	(193)
第九章 MSI 及其接收设备	(198)
§ 9.1 MSI 及其播发途径	(198)
§ 9.2 NAVTEX 系统与 NAVTEX 接收机	(199)
§ 9.3 HF NBDP 方式播发 MSI	(203)
§ 9.4 EGC 系统及其 EGC 接收设备	(204)
第十章 备用电源	(210)
§ 10.1 备用电源的容量要求	(210)
§ 10.2 备用电源的种类与特性	(210)
§ 10.3 铅酸电池的日常管理	(213)
第十一章 电台管理	(216)
§ 11.1 电台的分类与标识	(216)
§ 11.2 通信人员守则	(219)
§ 11.3 GMDSS 船台/站的值班与值守	(220)
§ 11.4 船舶电台行政管理	(223)
§ 11.5 船舶电台技术管理	(228)
§ 11.6 通信资费与结算	(231)
第十二章 遇险、紧急与安全通信	(238)
§ 12.1 遇险与安全通信频率	(238)
§ 12.2 遇险呼叫的一般规定	(240)
§ 12.3 DSC 遇险呼叫	(241)

§ 12.4	无线电遇险呼叫	(247)
§ 12.5	遇险通信	(248)
§ 12.6	紧急与安全通信	(253)
§ 12.7	INMARSAT 遇险与安全通信	(257)
§ 12.8	医疗指导与援助通信	(267)
§ 12.9	VHF 电话在船舶间导航与避让中的使用	(269)
第十三章	搜寻与救助	(272)
§ 13.1	船舶遇险报警和通信的处理步骤	(272)
§ 13.2	陆基搜救通信网及其工作	(273)
§ 13.3	搜救工作程序及搜救通信	(274)
§ 13.4	误报警的处理程序	(282)
§ 13.5	船位报告系统	(284)
§ 13.6	VTS 系统及其报告程序	(290)
第十四章	常规通信	(299)
§ 14.1	常规无线电电话通信	(299)
§ 14.2	NBDP 通信	(311)
§ 14.3	无线电报的特殊处理	(322)
§ 14.4	INMARSAT 常规通信	(326)
附录 1	世界协调时与国际日期变更线	(341)
附录 2	部分国家或地区的海上识别数字(MID)码	(343)
附录 3	INMARSAT 岸站识别码	(346)
附录 4	东南亚和太平洋地区主要 RCC 的分布与地址信息	(349)
附录 5	世界主要航区与国内通信的 HF 频段的选择	(350)
	主要参考文献	(352)

第一章 GMDSS 概述

§ 1.1 GMDSS 基本概念和功能

GMDSS 是 Globle Maitime 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(IMO)用于改善旧的海上遇险与安全通信,建立新的搜救程序,并用来进一步完善海上常规通信的一整套综合系统。

旧的海上遇险与安全系统受 1974 年国际海上人命安全公约(SOLAS)的约束并与国际电信联盟(ITU)制定的无线电规则相一致。旧系统主要包括两个人工操作的分系统:

- 所有客轮和 1 600 总吨以上的货轮必须配备具有在 500 kHz 上收发莫尔斯电报功能的设备及合格的报务员;

- 所有客轮和 300 总吨以上的货轮必须配备具有在 2 182 kHz 和 156.8 MHz(VHF CH16)上收发无线电话功能的设备。

并且规定符合上述要求的船舶航行时必须对国际遇险频率(500 kHz、2182 kHz 和 156.8 MHz)保持连续值守。航行中的任何船舶的船长,在收到来自船、航空器或救生艇的遇险报警信号后应该全速地去营救遇难者,并通知遇难者本船的现在的情况。开放公众业务的岸台在其服务时间内应对国际遇险频率进行连续的守听。

此外救生艇上也必须配备能在 500 kHz 和 2 182 kHz 上收发遇险报警信号的救生艇电台,并要求能用蓄电池或手摇发电机供电。

在 500 kHz 上收发的无线电报报警信号包括 12 个长划(每划持续 4 s 间隔 1 s)和 SOS。通过自动拍发器和应急发射机进行发送,通过自动报警器来接收。在 2 182 kHz 上收发的无线电话报警信号是 1 300 Hz/2200 Hz(各持续 250 ms)的双音报警信号。通过双音信号产生器和应急发射机进行发送,通过 2 182 kHz 值守机来接收。

旧系统中海上常规通信是由船舶配备的主用收发机和 VHF 电台完成的。通信方式有莫尔斯电报、单边带话和 VHF 无线电话。

旧系统在过去的海上遇险、安全和常规通信中发挥过很大的作用。但是,实践表明此系统已不满足海上通信的需要,因为它存在着如下的局限性:

第一,遇险报警的有效范围受限,只有 150 n mile 左右。实际上报警对象只能是附近的船舶或沿岸的电台,对大洋中航船或航船稀少的海域,情况可想而知。

第二,莫尔斯信号的拍发与抄收必须经由专门训练的报务员才能胜任,这给报警操作的广泛性带来限制。

第三,遇险报警过程中人工、人为因素较多,报警成功率低。即使使用了自动报警装置,但因技术方案不恰当,致使自动守听的效率很低。

第四,缺乏一个合理的统一的国际间搜救程序。各国搜救机构组成形式和操作方法不统一,限制了国际间有效和广泛的协作。

第五,旧系统中常规通信的主要方式即莫尔斯电报因人工操作、报务员劳动强度大、延误多等缺点,已不满足海上运输生产的要求。

1979年举行的第11次IMO大会考虑到旧的海上遇险和安全系统的现状,决定应建立一个新的全球海上遇险和安全系统,以改进海上遇险和安全通信及其程序。以协调搜救业务为基础,新系统将结合现代通信技术发展并明显地改进海上人命安全。

1988年11月召开的有关全球海上遇险和安全系统(GMDSS)的1974年SOLAS公约缔约国大会批准了1974年SOLAS公约有关GMDSS无线电通信的修正案,并作出了相关的几个决议。大会决定这些修正案于1992年2月1日生效,即GMDSS于1992年2月1日开始实施,并于1999年2月1日完全实施。

GMDSS的基本概念是,岸上搜救当局及遇难船或遇难者附近的船只能够迅速地被报警,以便它们能以最小的延迟参与协调的搜救活动。该系统还提供紧急与安全通信业务和海上安全信息(MSI)的播发。换句话说,每条船不管它航行于什么海域,为了它自身和同海域其他船的安全,必须具备上述功能,同时各协约国政府应建立适当的岸基设施以提供IMO建议的空间(卫星)和地面通信业务,见图1-1。

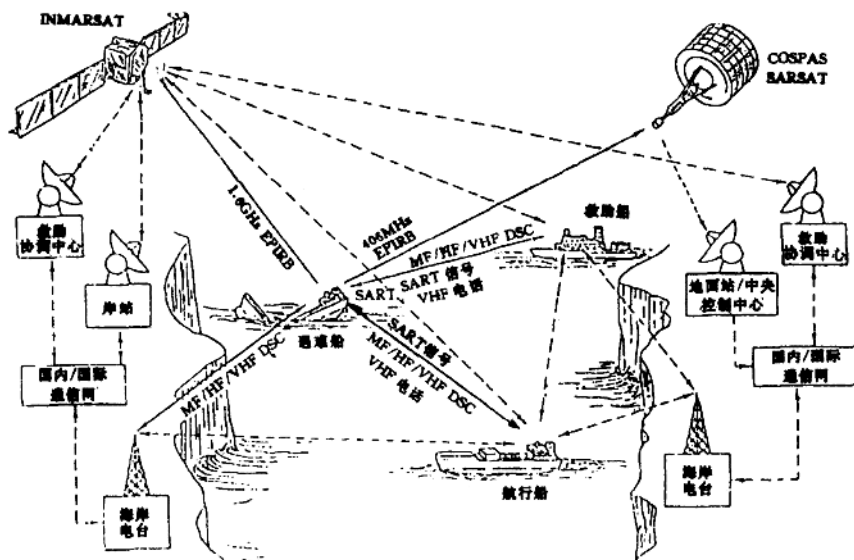


图 1-1 GMDSS 的基本概念

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或遇难者向救助单位或协调救助单位迅速而有效地发射遇险信息。这里报警的方向是向岸上某一搜救协调中心(RCC)和附近的船只,称为船对岸和船对船的报警。RCC收到报警信息后,通过岸台或岸站将此报警信息传送给有关搜救机构和遇险船或遇难者附近的某一船只,以期其前去营救或监护,该方向报警称为岸对船的报警。这种全方位的遇险报警方式,具有信息传送快、成功率高等优点。

二、搜救协调通信

搜救协调通信是指收到遇险报警后,RCC与遇险船、参与救助的单位、陆上其它有关搜救中心和机构之间为协调搜救活动而进行的通信。

这种通信是双向的,可使用无线电话和电传,通过地面通信系统和/或卫星通信系统来进行,这主要取决于船载设备及海事发生的海域。

三、现场通信

在救助现场,救助指挥者、遇险船或救生艇、参与救助的单位间的通信称为现场通信。现场通信主要使用中频(MF)和甚高频(VHF)无线电话或电传。

四、现场寻位

遇险现场海况往往较恶劣,遇险船或幸存者现在的位置与报警时提供的位置信息间往往存在一定的误差。为尽快找到幸存者、遇险船或救生艇,需要它们向救助船或飞机提供领航信号,这就是寻位。GMDSS中寻位是靠SART和救助船或飞机上的雷达完成的。

五、海上安全信息(MSI)的播发

航行警告、气象警告与预报及其它有关航行安全的信息统称为MSI。这些信息将免费地及时地提供给航行中的船舶。GMDSS中MSI的播发是通过NAVTEX系统、EGC系统及高频(HF)电传方式进行的。

六、常规通信

遇险、紧急与安全通信以外的有关船舶业务和公众业务的通信称为常规通信。其中有些通信从本质上讲也是为了保证船舶航行的安全,如引航和拖轮需求、货物情况、有关修理、备件需求等。常规通信可使用电传、电话或传真方式,通过地面通信系统和/或卫星通信系统来进行。

七、驾驶台对驾驶台通信

驾驶台与驾驶台之间(即船与船间)为相互安全避让等而进行的通信称为驾驶台对驾驶台通信。此通信是用无线电话经VHF电台进行的。

GMDSS的所有功能都是基于航行安全这个角度,其中遇险报警功能是最基本的,只有成功的报警才能提供及时恰当的救助。为此,除了船舶必须具有上述功能外,建立一个岸台/站、RCC和救助机构间通畅的岸基通信网很有必要。

§ 1.2 GMDSS 中分系统作用及船用设备

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、地面通信系统及船用设备

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 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(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 EPIRB 等。

MF/HF/VHF 通信设备是主体,所有终端都必须通过它们才能实现通信。其中,DSC 终端具有遇险报警、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等功能。NBDP 终端在遇险与安全通信及常规通信中可完成电传的自动收发功能。

按照电波传播方式,MF/HF/VHF 频段的设备分别用于中/远/近距离的通信。船舶遇险时,遇险报警(包括遇险转播和确认)用 DSC 进行,岸台收到后立即转往有关 RCC,RCC 将通知有关搜救单位或遇险船附近船实施救助行动。搜救协调通信选用 MF/HF/VHF 频段的适当频率进行,而现场通信基本上使用 VHF/MF 波段的 CH16/2174.5 kHz/2182 kHz,以电话或电传方式进行。救助现场的寻位(寻找遇险船或人的位置)靠 SART 并通过救助单位上的雷达来进行。

沿海近距离的 MSI 是靠 NAVTEX 系统发播的,而远距离的 MSI 是通过 HF 频段 NBDP 设备以 CFEC 方式发播的。这些 MSI 由船舶配备的 NAVTEX 接收机或 NBDP 设备自动接收打印。

船舶间会遇避让通信是靠 VHF 电话来进行的。

除此之外,在常规通信中,地面通信系统还可用于船岸用户间自动或半自动电话业务、电传业务的通信。

二、卫星通信系统及船用设备

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,1.6 GHz EPIRB,EGC 接收机,406/121.5 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。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,至今已有 16 年。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的特点,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。B 系统开放的业务主要有: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 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 的标准 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。船舶遇险时经人工或自动启动的 406/121.5MHz 卫星 EPIRB 就会发出遇险信号,该信号被经过它上空的卫星收到后转发给 LUT。LUT 测出信标的位置后连同警报信息一起通过 MCC 通报给 RCC 和其它 MCC 或有关的 RCC,救助行动即行开始。

§ 1.3 GMDSS 船载设备配备要求

IMO 于 1988 年 10 月通过的 SOLAS 公约修正案规定,每一公约船应按其工作的航区配备相应的无线电设备,也就是说船载设备应与其所航行的航区相适应。

在 GMDSS 中,根据岸台使用的各种频段无线电波的覆盖范围共划分为四个航区,有时也称海区。

一、GMDSS 的海区划分

A1 海区:至少有一个 VHF 岸台的无线电覆盖的区域,在该区内能提供连续有效的 DSC 报警,这个区域可由缔约国政府规定;

A2 海区:至少有一个 MF 岸台的无线电覆盖的区域,在该区内能提供连续有效的 DSC 报警,这个区域可由缔约国政府规定,但不包括 A1 海区;

A3 海区:在 INMARSAT 静止卫星的覆盖范围之内,能提供连续有效的 DSC 报警的区域,但不包括 A1 海区 and A2 海区;

A4 海区:A1、A2 和 A3 海区以外的区域。

当在上述各海区中航行时,若船舶发生紧急情况,要求能够提供连续报警。

二、船载设备配备原则

GMDSS 中,船舶配备的设备除应与其相应的航区适应外,还应满足 GMDSS 功能的要求。

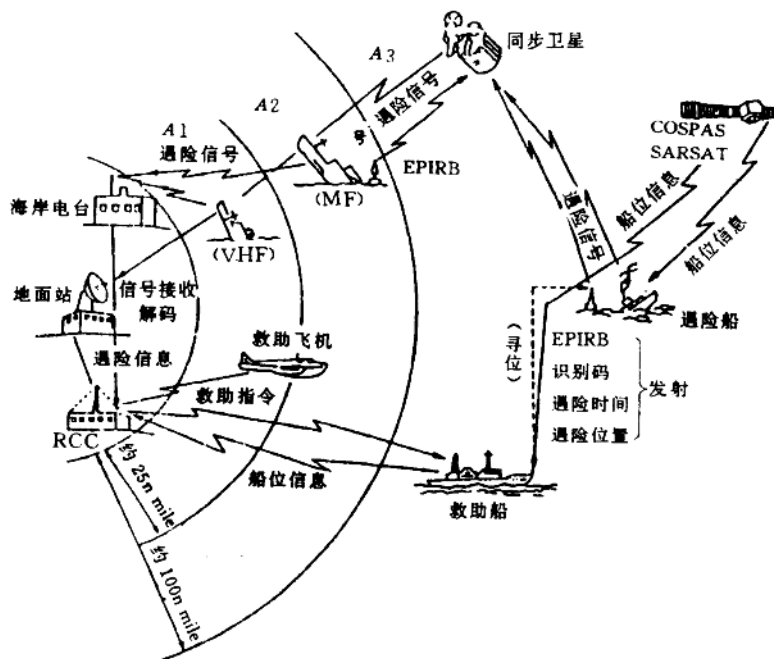


图 1-2 GMDSS 中海区的划分(A1、A2、A3)

船舶设备配备的原则如下:

第一, 船舶根据其航区提供执行 GMDSS 功能的设备;

第二, 船舶应能至少以两种分开的独立的手段来发射船到岸的遇险报警;

第三, 每一种设备应能执行两种以上的功能, 如遇险报警、协调通信和常规通信等;

第四, 设备应操作简单, 工作可靠, 并做到无人值守, 自动报警;

第五, 救生艇配备无线电设备的目的应该是完成现场通信, 以及发出寻位信号, 以便顺利地与搜救船只或飞机相配合, 完成对救生艇的救助。

三、船载设备配备要求

1. 所有船舶必须配备的设备

(1) VHF 无线电话装置, 该装置具有收发:

① CH70 频道 DSC 功能;

② CH6、CH13、CH16 频道无线电话功能;

(2) VHF DSC 值班接收机;

(3) 至少 2 台搜救雷达应答器(SART);

(4) NAVTEX 接收机;

(5) 如果超出 NAVTEX 覆盖区域, 增强群呼(EGC)设备或 HF NBDP 接收设备(如船舶只在提供 HF 播发海上安全信息业务的海域内航行);

(6) 406 MHz EPIRB 或 1.6GHz EPIRB(如船舶只在 INMARSAT 卫星覆盖区域内航行);

(7) 双向 VHF 无线电话设备(300~500 总吨的每艘货船, 至少 2 部; 每艘客船和 500 总吨以上的每艘货船, 至少 3 部);

(8)到 1999 年 2 月 1 日前,要求配备的 2 182 kHz 值班接收机和 2 182 kHz 无线电话报警信号发生装置(只在 A1 海区航行的船舶不要求)。

2. A1 航区船舶必须增配的设备

(1)用于常规通信的 VHF 电话设备(156~160.5 MHz);

(2)可用 VHF EPIRB 代替卫星 EPIRB。

3. A1 和 A2 航区船舶必须增配的设备

(1)MF DSC (2 187.5 kHz)和 2 182 kHz 电话设备;

(2)MF DSC 值守机;

(3)用于常规通信的 MF 设备(1 605~4 000 kHz)。

4. A1、A2 和 A3 航区船舶必须增配的设备

此情况下,有两种选择方案:

A 种方案是:

(1)INMARSAT 船站(SES)一台;

(2)MF DSC(2 187.5 kHz)和 2 182 kHz 电话设备;

(3)MF DSC 值守机,它可与 MF DSC 结合在一起。

B 种方案是:

(1)MF/HF 设备(带有 DSC、NBDP、TEL 终端,且能用于常规通信);

(2)MF/HF DSC 值守机,它可与 MF/HF DSC 结合在一起。

5. A1、A2、A3 和 A4 航区船舶必须增配的设备

(1)MF/HF 设备(带有 DSC、NBDP、TEL 终端,且能用于常规通信);

(2)MF/HF DSC 值守机,它可与 MF/HF DSC 结合在一起。

§ 1.4 GMDSS 设备的可用性和维修要求

一、IMO 关于确保 GMDSS 设备可用性的基本要求

1. 不论使用何种方法确保具备 SOLAS 公约(1988 修正案)规定的 GMDSS 功能要求,直到船舶能履行全部遇险和安全功能,船舶才能离开任何港口。

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,视情而定,应易于拿到。

二、确保 GMDSS 设备可用性的基本方法

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)(船上维修)。

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 和 A4 海区的船舶,应至少综合使用上述方法的两种,来保证 GMDSS 设备的

可用性。例如双套设备与岸上维修或双套设备与海上维修或海上维修与岸上维修(单套设备),来保证 GMDSS 设备的可用性。设备双配套的标准由国际海事组织(IMO)规定。

三、IMO 关于岸上维修的要求

1. 如果采用包括岸上维修在内的综合方法确保可用性,则应作出主管部门能接收的安排,保证对船舶无线电设备的保养和维修提供适当支持。例如,下述安排可能是合适的:

(1)与其业务范围包括船舶经营区域内的某一公司(无线电设备方面的)签订协议,按传呼方式提供维修服务;

(2)对按定期班轮进行运营的船舶,在主要基本港提供服务。设备的记录簿(客船安全证书的设备记录簿或货船无线电安全证书的设备记录簿)应包括对岸上维修保养安排的类型的说明。

2. 应认识到,尽管使用其他方法,但为了保证设备具备遇险和安全通信的功能,依靠一些岸上维修保养总是必要的。

四、IMO 关于海上电子维修保养能力的要求

1. 如系使用包括海上电子维修保养能力在内的综合方法确保可用性,则为了使保养者能够测试、找到和维修无线电装置的故障,船上必须携带适当的附加技术文件、工具、测试设备和备件。船上携带的这种附加技术文件、工具、测试设备和备件的范围应与安装的设备一致,并应得到主管部门的批准。在设备记录簿中应写明这种批准。

2. 指定执行海上电子保养职责者,或应持有《无线电规则》规定的适当证书,或应有可由主管部门根据本组织关于培训这类人员的建议书核准的等效的海上电子维修保养资格。

五、IMO 关于船舶配备双套设备的要求

§ 1.3 节中给出的船载设备配备要求是按单配套方案给出的,双配套方案通常是指再配一台 VHF 电台(VHF 收发机 + DSC 设备 + CH70 值守机)和一个组合电台(MF/HF 收发机 + DSC 设备 + DSC 值守机 + NBDP 设备)或 INMARSAT SES 一台。

§ 1.5 GMDSS 无线电人员配备要求

据 1988 年修改的 SOLAS 公约规定,GMDSS 于 1992 年 2 月 1 日开始实施,将于 1999 年 2 月 1 日起全面实施。在这以后,所有从事国际航行的客轮和 300 总吨以上的货轮均应按 GMDSS 要求配备各项设备,同时岸基通信网也应满足系统的要求。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 系统将并存。

由于 GMDSS 系统与旧系统有较大差异,这样 GMDSS 的实施对船舶无线电人员提出了新的要求。这一要求已经反映在 STCW'78/95 公约中,据此船舶无线电人员的任职资格证书分为以下四种:

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)

通用操作员证书(General Operator's Certificate)

限用操作员证书(Restricted Operator's Certificate)

在水上移动业务中,所有证书必须用 ITU 的一种工作语言(一般为英语)写明下述内容:

(1)证书持有者的姓名和出生日期;

- (2)证书种类和颁发日期;
- (3)证书号码和有效期;
- (4)颁发证书的主管部门。

对一、二级无线电电子证书,要求具备电台操作、维修保养方面的知识、技能和通信电子技术方面的知识;而对操作员,则只要求具备电台操作方面的知识和技能简单的无线电通信知识。STCW'78/95 公约中对操作员的最低适任标准见表 1-1。

表 1-1 GMDSS 无线电操作员的最低适任标准

适任能力	对知识,理解和精通下列业务的要求
使用 GMDSS 的分系统和设备发送及接收信息,并满足该系统的功能要求。	除 ITU《无线电规则》的要求外,具有下列知识: (1)搜救无线电通信; (2)船舶报告制度; (3)无线电医疗服务; (4)使用国际信号规则标准海事通信用语; (5)通信交流有关海上人命安全的信息所用的英语书面语言和口语 ^① 。
在紧急情况下提供无线电服务。	在下列紧急情况下提供无线电服务: (1)弃船; (2)船上失火; (3)无线电装置部分或全部损坏。 与无线电设备相关的危害,包括电气的和非电气的辐射危害有 关联的船舶和人员安全的保护措施。

根据 ITU 的 1990 年版《无线电规则》的规定,使用 GMDSS 设备进行通信的所有船舶电台和船舶地球站,应该由持有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。

具体来说,航行于 A1 + A2 + A3 + A4 海区的船舶、海上平台或设施,在单配套情况下应配有持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,在单配套情况下应配有持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,在单配套情况下应配有至少持通用操作员证书人员;而航行于 A1 海区的船舶、海上平台或设施,在单配套情况下应配有至少持限用操作员证书人员。对航行于 A3、A4 海区的船舶、海上平台或设施,在双配套情况下(岸基维修)可以配有两名以上通用操作员(兼职)或一名持有通用操作员证书以上的专职人员。

① 对与持有限用操作员证书的无线电人员可以降低这项要求。

第二章 信号、系统与噪声

§ 2.1 信号、系统及其带宽

一、信号及其带宽

通信就是将信息由一地(点)向另一地(点)进行传递的过程。在各种各样的通信方式中,利用“电”来传递信息的方式获得了广泛发展。在“电”通信中,各种信息都必须转变为“电”的形式才能传输。这种以电形式表示的信息称为信号,它是以电压或电流形式表示的电量。

由语声、图像、数码等形成的电信号,其形式可以是多种多样的,但根据其本身的特点,可作如下分类:

(1) 数字信号与模拟信号

例如打印机和计算机输出的信号是数字信号,而电话机输出的信号是模拟信号。

(2) 周期信号与非周期信号

周期信号是每隔固定的时间(周期)精确地重现它本身的信号,而非周期信号则无此固定时间长度的周期。如测试用的正弦波,雷达输出的矩形脉冲序列是周期信号,语言波形、开关启闭所造成的瞬态则是非周期信号。

(3) 随机信号与非随机信号

一个信号在它发生以前无法确知它的波形,这样的信号称为随机信号,否则就是非随机信号(又称确定信号)。确定信号可用一个明确的数学表达式表示。

(4) 能量信号与功率信号

能量信号是一个脉冲式信号,它通常只存在于有限的时间间隔内,或信号虽然存在于无限的时间间隔内,但能量的主要部分是集中在有限的时间间隔内。

至于功率信号,当时间间隔趋于无限时,其在 1Ω 电阻上消耗的平均功率是大于零的有限值。

对周期信号,虽然能量随时间的增加可以趋于无限,但功率是有限值,因此周期信号是功率信号。因为每个周期的能量相同,平均功率也相同,所以周期信号的平均功率值只须求一个周期的就行了。

1. 信号的频谱

在通信领域中考查一个信号不是只关心它在时域上的表现形式,更多的是关心它在频域上的分布。信号在频域范围内的分布称为频谱。

(1) 周期信号的频谱

对周期性正弦信号,其时域表达式为:

$$u(t) = V_1 \sin(\omega_1 t + \theta) = V_1 \sin(2\pi f_1 t + \theta)$$

周期性正弦信号的频谱图(幅度频谱图)如图 2-1 所示:

任一非正弦周期信号(周期为 T_1)可以用傅里叶级数展开(一个周期内是连续的或存在有

限个第一类间断点和有限个极点), 表示成:

$$\begin{aligned} u(t) &= V_0 + \sum_{n=1}^{\infty} V_n \sin(n\omega_1 t + \theta_n) \\ &= V_0 + \sum_{n=1}^{\infty} V_n \sin(2n\pi f_1 t + \theta_n) \end{aligned}$$

式中, $V_0 = \frac{1}{T_1} \int_{T_1} u(t) dt$, $V_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}$,

$$\theta_n = \arctan \frac{a_n}{b_n}$$

$$a_n = \frac{2}{T_1} \int_{T_1} u(t) \cos n\omega_1 t \cdot dt = \frac{2}{T_1} \int_{T_1} u(t) \cos 2n\pi f_1 t \cdot dt$$

$$b_n = \frac{2}{T_1} \int_{T_1} u(t) \sin n\omega_1 t \cdot dt = \frac{2}{T_1} \int_{T_1} u(t) \sin 2n\pi f_1 t \cdot dt$$

例如, 周期性方波信号的傅氏级数展开式为:

$$u(t) = \frac{4}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \sin \frac{n\pi}{2} \cos n\omega_1 t, n \text{ 为正整数}$$

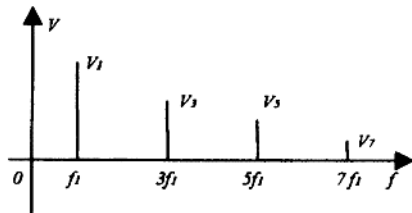
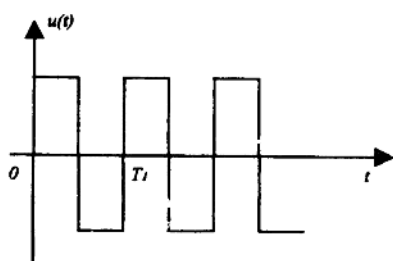


图 2-2 周期性方波信号的波形与频谱图

又如, 周期性锯齿波信号的傅氏级数展开式为

$$u(t) = \frac{1}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{1}{n} \sin n\omega_1 t, n \text{ 为正整数}$$

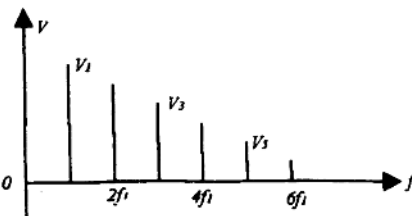
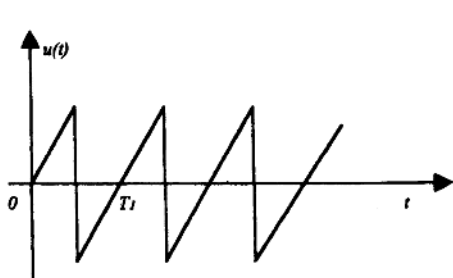


图 2-3 周期性锯齿波波形与频谱图

由上可看出, 周期性信号的频谱图由离散的频谱线组成(称为线频谱), 线谱疏密程度与周期大小有关, 周期越大则线谱越密, 而线谱谱线的多少与信号波形有关, 信号波形越光滑, 高次线谱(谐波)幅度减小的速度越快; 反之, 信号波形跳变越大, 则谐波越丰富, 谐波幅度收敛越慢。