

海事卫星通讯系统说明书

大连海运学院

出 版 说 明

海事卫星通讯系统的出现,使船舶通讯技术产生了新的飞跃,从而引起了各有关方面的广泛注意。

为介绍国外海事卫星通讯技术,促进我国舰船通讯技术的发展,我们翻译出版了这套卫星通讯资料。本资料共分四个部份:

第一部份: JUE—3A 型 MARISAT 船话技术说明书

由 杨 广 治 负责翻译:

第二部份: JUE—5A 型 MARISAT 船站操作手册

由 康 田 运 负责翻译:

第三部份: JUE—5A 型 MARISAT 船站电路图

第四部份: 海事卫星通讯系统说明书

由 王 燕 翼 负责翻译。

限于我们的水平,错误之处在所难免,希望读者多加指正。

大连海运学院科技情报室

海事卫星系统说明书

目 录

1.0 引 言.....	(1)
2.0 系统概要.....	(1)
3.0 通讯系统.....	(7)
3.1 概 述.....	(7)
3.2 通讯系统传输的目标.....	(7)
3.2.1 概 述.....	(7)
3.2.2 电报线路.....	(8)
3.2.3 话音类线路.....	(8)
3.3 信号特性.....	(8)
3.3.1 TDM信号特性.....	(8)
3.3.2 TDMA信号特性.....	(11)
3.3.3 申请信号特性.....	(13)
3.3.4 话音类信号特性.....	(13)
3.4 卫星通讯线路估算.....	(15)
3.5 通讯容量.....	(17)
3.6 频率配置.....	(18)
4.0 信道分配与信息发出.....	(21)
4.1 概述.....	(21)
4.2 申请信道.....	(21)
4.3 分配报.....	(21)
4.3.1 概 述.....	(21)
4.3.2 误差检测.....	(22)
4.3.3 海事卫星编号方案.....	(22)
4.3.4 终端识别.....	(22)
4.4 调 谐.....	(22)
4.4.1 TDM接收机调谐.....	(22)

4.4.2	TDMA 频率调谐.....	(23)
4.4.3	申请频率调谐.....	(23)
4.4.4	语音信道频率调谐.....	(23)
4.5	多岸站工作.....	(23)
5.0	频率变换误差的消除.....	(23)
6.0	卫星特性.....	(24)
7.0	船舶终端.....	(28)
7.1	概 述.....	(28)
7.2	海事卫星终端技术要求.....	(28)
7.2.1	通讯功能.....	(28)
7.2.2	发射机.....	(31)
7.2.2.1	TDMA 信道格式和调制特性.....	(31)
7.2.2.2	TDMA 载波的射频特性.....	(31)
7.2.2.3	申请信道格式和调制特性.....	(31)
7.2.2.4	申请载波射频特性.....	(32)
7.2.2.5	语音信道特性.....	(32)
7.2.2.6	语音载波射频特性.....	(32)
7.3	天线系统.....	(33)
7.3.1	特 性.....	(33)
7.3.2	天线的操纵性能.....	(33)
7.4	推荐的环境条件.....	(33)
8.0	海事卫星岸站.....	(34)
8.1	概 述.....	(34)
8.2	天线特性.....	(36)
8.3	发射机特性.....	(36)
8.3.1	C波段信号.....	(36)
8.3.1.1	TDM载波.....	(36)
8.3.1.2	语音载波.....	(36)
8.3.1.3	C至L波段AFC(自动频率控制)导频.....	(37)
8.3.2	L波段信号.....	(37)
8.3.2.1	试验发射.....	(37)
8.3.2.2	L至C波段AFC导频.....	(37)
8.4	接收机和射频信号特性.....	(37)

8.4.1	优 值.....	(37)
8.4.2	被接收信号的特性.....	(38)
8.4.2.1	C波段信标.....	(38)
8.4.2.2	TDMA 载波.....	(38)
8.4.2.3	申请信道.....	(38)
8.4.2.4	话音信道.....	(38)
8.4.2.5	L至C波段AFC导频.....	(38)
8.4.2.6	L波段跟踪信标(附加设备).....	(39)
8.4.2.7	C至L波段AFC导频.....	(39)
8.5	频率补偿.....	(39)
8.5.1	概述.....	(39)
8.5.2	上变频和C/L波段AFC(岸对船).....	(39)
8.5.3	下变频和L/C波段AFC(船对岸).....	(40)
8.6	调制与多路复用.....	(40)
8.6.1	概述.....	(40)
8.6.2	话音信道调制解调.....	(41)
8.6.3	数字调制解调/多路器.....	(42)
8.6.3.1	概述.....	(42)
8.7	信道接续及信息发出.....	(42)
8.8	网络控制处理器(NCP).....	(24)

海 事 卫 星 系 统 说 明 书

1.0 引言

本文是供商业用户使用的海事卫星通讯系统及其设备说明书。本系统商用部分的设计满足岸上用户与航行船舶或其它海上装置之间高质量的话音和数据通讯所需的性能。

海事卫星通讯系统满足下述要求：

- 提供高质量的、全双工、可靠的实时话音、数据与电传业务。
- 为国际和国内业务线路提供与现有各公共网络互联。
- 提供改善了的安全与遇险业务。
- 在用户要求提高的情况下，对合理而正常的通讯容量具有充分的适应性。
- 具有和多个岸站进行扩大工作范围的能力。
- 对按照需要所提出的新的业务有适应性。

为了满足这些要求，本海事卫星系统具有下述性能：

- a 以需求分配方式使用卫星通讯容量，
- b 话音类业务按每一载波一路话的方式工作；
- c 能克服多普勒频移、频率漂移和寄生调频噪音所引起的各种问题的技术；
- d 系统接续一控制方案是自动的，它能有效地使用有限的卫星功率，快速地与大量船舶建立联系，并可使某船与几个岸站中的任一岸站建立联系；
- e 岸站集中网络控制；
- f 整体设计使船舶终端的复杂性和造价减至最小；
- g 用自动化特色简化船舶终端操作；
- h 载频配置使互调产物引起的性能下降减至最小；
- i 采纳了国际无线电通讯咨询委员会（CCIR）和国际电报、电话咨询委员会（CCITT）的推荐，因而是可付诸实施的。

这些特点在本说明书中予以说明。

2.0 系统概要

本海事卫星系统如图 1 和图 2 所示。卫星系统使用下列装置以提供高质量的商用通讯业务：

- 位于西经 15° 和东经 17.65° 的两颗工作的通讯卫星，复盖大西洋和太平洋地区。
- 一颗位于西经 73° 印度洋上空的在轨预备卫星。

- 位于美国康奈狄格州南柏里和加利福尼亚州圣保罗的二个岸站。
- 位于康奈狄格州南柏里，加利福尼亚州圣保罗和意大利福西诺的跟踪、遥测

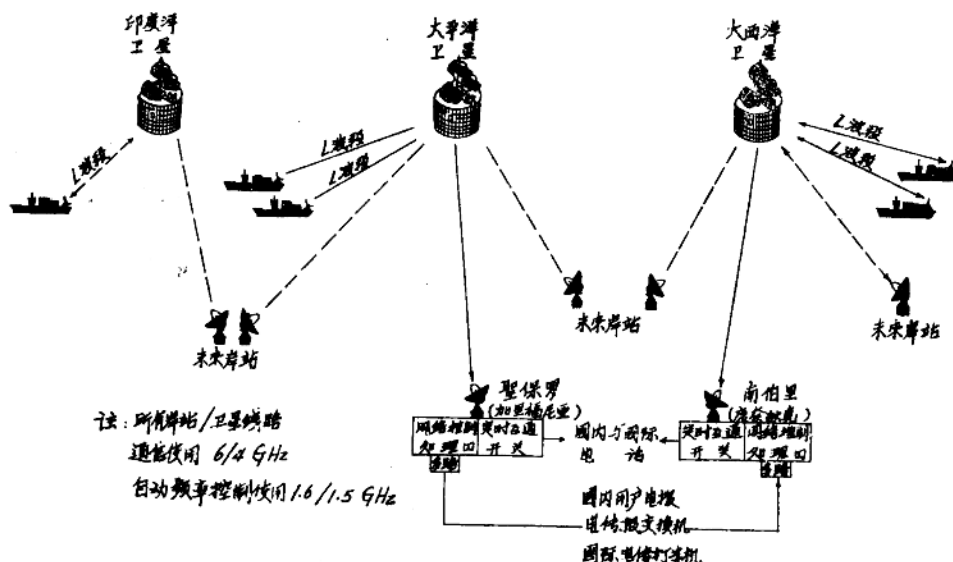


图1 海事卫星通讯系统

和指令设备。

- 位于华盛顿特区的一个系统控制中心。
- 批准使用本系统的若干船舶终端。

这些设备的主要参数列于表 I 中。

大西洋卫星标称服务复盖区（仰角 5° ）包括大西洋大部分地区、离南美西海岸的太平洋区域和离非洲东海岸的印度洋区域。太平洋卫星复盖区包括从美国西海岸至东南亚的大部分太平洋地区（图 3）。

每个卫星在 250/300 MHz 波段有三个由美国海军使用的信道：一个宽带（500 KHZ）信道和二一个窄带（25 KHZ）信道。这三个信道或其中之一都可由地面指令启用或停止使用。这些信道由美国海军通过它自己的船站和岸站设备使用，而且它们与本说明书中所述的卫星通讯系统是分开的。每一个卫星都有二个供商用的 L 波段宽带转发器。一个转发器将岸对船的 6 GHz 信号转换为 1.5 GHz 信号，同时，另一个转发器将船对岸的 1.6 GHz 信号转换为 4 GHz 信号。

海军和各商业用户之间对卫星功率的分配是按照全

表 I 系统参数

位星位置： $15^\circ W$, $176.5^\circ E$, $73^\circ E \pm 0.5^\circ$
轨道倾角： $\leq 3^\circ$

频段:

岸站/卫星

上行线路 6420—6424 MHz

下行线路 4195—4199 MHz

船站/卫星

上行线路 1638.5—1642.5 MHz

下行线路 1537—1541 MHz

卫星优值G/T (波束边缘):

C波段 -19.5 dB/°K

L波段 -17 dB/°K

卫星等效各向同性辐射功率(EIRP) (波束边缘):

C波段 18.8 dBW (饱和输出)

L波段 20.0 dBW 低功率状态

26.0 dBW 中功率状态

29.5 dBW 高功率状态

船舶终端优值G/T: ≥ -4.0 dB/°K

船舶终端EIRP: 37 ± 1 dBW (全辐射状态)

岸站优值G/T: 32.2 dB/°K

岸站EIRP: 72 dBW, 语音, 低功率状态

69 dBW, TDM

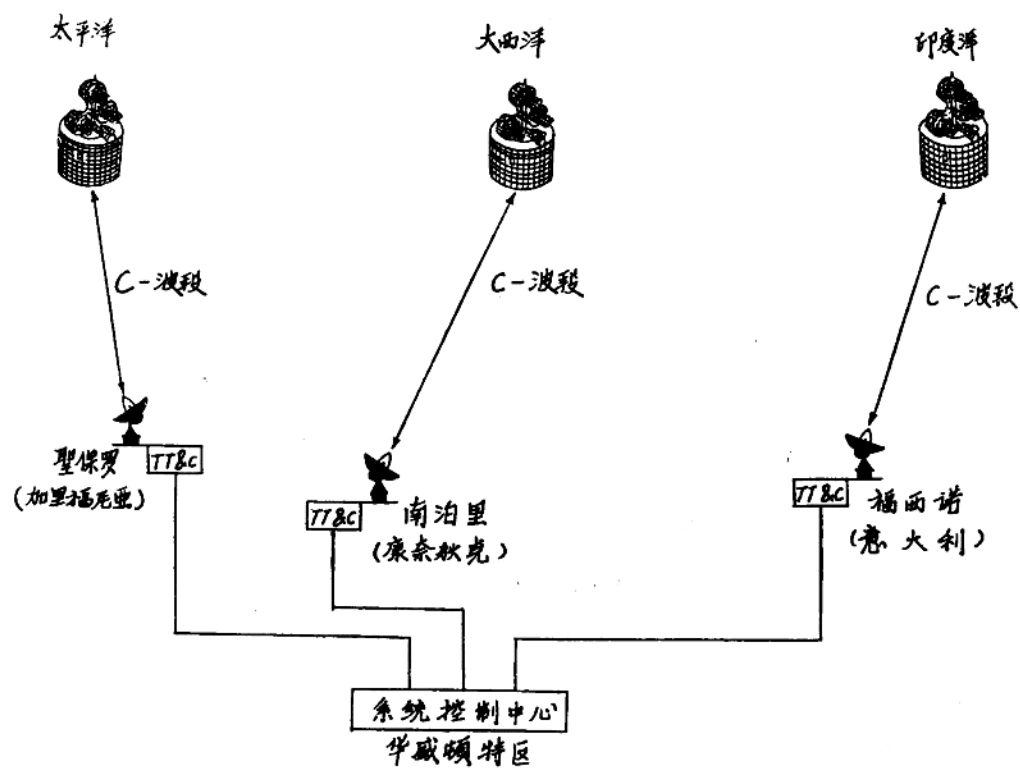


图 2 海事卫星跟踪遥测指令系统

FIGURE 3 MARISAT COVERAGE

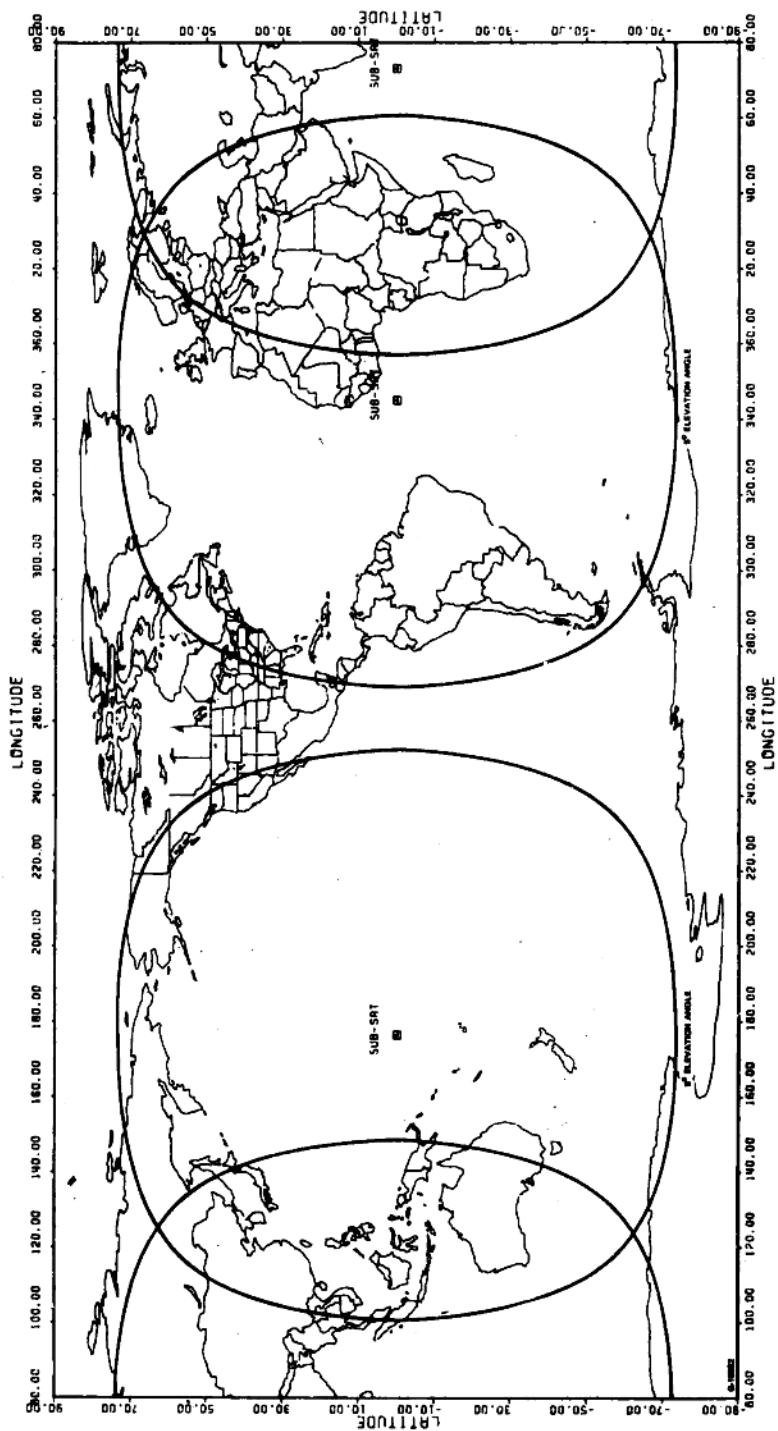


图 3 MARISAT覆盖区

电平(C波段),三级电平(L波段)行波管放大器合理地配置的(见表I)。把海军信道使用时所需的功率除外,按照卫星有效电源功率改变L波段(卫星对船)功率的方式来选择工作电平。为使卫星额定电源功率最小(实际上,对轨道上的三个卫星而言,其电源功率是有剩余的),采用下述规定的工作方式。在海军所有甚高频信道都启用的情况下,系统设计使L波段发射机工作在低功率状态。如仅有宽带甚高频信道处于使用状态,L波段可获得中功率电平。如果所有甚高频信道都未使用,L波段发射机可增加至全功率输出。对所有这些工作状态,卫星C波段发射机(卫星对岸站)始终可获得全功率。

每一岸站装有一个42英尺抛物面天线,在6GHz波段上向卫星发射信号,在4GHz波段上接收卫星信号。每个42英尺天线有一整套与其它程序复用的备用设备。岸站天线发射和接收用于试验/控制目的的L波段诸频率。

除通讯用电子部件外,还有监视传输设备、对通过卫星而产生的载波环路变频误差进行补偿的设备以及对卫星性能做例行检测的设备。其它设备提供本站与华盛顿特区系统控制中心联结所需的跟踪、遥测和指令调节信号和信息安排格式(见图2)。每个岸站都配有全套装备的备件,供高功率放大器、低噪音接收机、通讯电子器件、或网络控制设备因超寿命造成通讯业务中断时检修使用。

各岸上用户与各船舶之间商用电传打字和电话业务是通过每一岸站的网络控制设备,经卫星自动地建立联系的。与公用业务网络互联的两个美国岸站,可使各船舶终端和美国国内和各国国际点之间建立通讯。因此,可向用户提供下述形式的终端对终端的业务:电传打字机——事实上,船舶终端电传打字机正作为一种设备而出现在美国和国际网络。呼叫的建立程序和清除程序、各船舶之间的发信以及选通线路的开关设备均在各岸站上自动地处理。

无线电话——各陆地用户与各船舶终端报务员之间的话音业务,是在各岸站工作人员协助下建立的。然而,本系统未来的设计,要在船对岸的联络方面具有全自动的性能。

中速数据——可用话音信道发射速率高达2400比特/秒的数据与公用网络互联。高于2400比特/秒的数据速率要在选用调制方法、信号参数和操作系统方面给以特殊的考虑,以适于特定的应用。

无线电传真——可以经话音信道发射模拟和数字传真。

除例行的通讯业务外,海事卫星系统还具有下述特有的性能:

- 通过一对卫星接力完成船对船的呼叫。
- 应急呼叫控制优先于其他通讯业务。
- 可向在某一网络内所有船舶进行广播呼叫,

也可向国内特定的船队、舰队或处于特定洋域的船舶进行广播呼叫。

海事卫星空间部分和岸站各设备的某些部分属于海事卫星联合企业所有，它由四个通讯公司组成：通讯卫星总公司（COMSAT）；美国 RCA Global 通讯有限公司；西部联合有限公司；和国际无线电话电报通讯有限公司（ITT）。通讯卫星总公司是本系统的经理。

在保证遵守海事卫星联合企业所建立的技术要求的情况下，准许不属于联合企业所有的那些船舶终端设备使用本系统。

3.0 通讯系统

3.1 概述

本海事卫星通讯系统配有语音信道、电报信道和信息发出信道。在每一载波一路（scpc）的基础上提供多个调频（FM）语音信道。岸对船方向用 TDM（时分多路复用）提供多个（电传）电报信道。船对岸方向用 TDMA（时分多址联接）提供多个（电传）电报信道。每一种情况22个信道共用同一频率。信息发出信道被22个信道为一组多路复用供岸对船信息发出。至于船对岸的信息发出，各移动终端根据需要申请使用一个信道时共用同一频率。各移动终端在“申请信道”频率上以突发形式向各岸站进行申请业务。

岸对船和船对岸方向上，语音和电传使用的频率是成对的，其频率间隔为 101.5 MHz。仅在船对岸或岸对船单向呼叫期间，以按需分配方式在可用的一对频率上建立联系。每建立一次语音通信，由分配岸站选择一对频率并在呼叫时分配给移动终端。完成语音通信后，该频率对就停止工作，这样才能对其他移动终端进行另一次通话。

电传通信时使用的频率对与通话时使用的频率对稍有不同。它不象语音通信时在二个发射方向用同一调制方式（FM），电传调制在二个方向上是不同的。岸对船的频率是每秒1200比特为一比特流调制的移相键控连续（PSK）TDM载波。船对岸频率被22个不同的移动终端按时序发射的分开突发（脉冲串）所占据。对每一终端而言，突发的重复率为每1.74秒一次，持续时间约为0.038秒。每一突发是以每秒4800比特移相键调制的信号，它包含12个字母的报文。移动终端发射的时间基准取自随时接收到的 TDM 信号。所以，各终端之间没有必要同步。相邻突发之间有足够的间隔，以适应卫星复盖区中心和边缘的各终端之间的传播延时差别。

最初海事卫星信道的信号频率对形式如图4所示。

3.2 通讯系统传输的目标

3.2.1 概述

确定海事卫星通讯线路的传输目标是为了保证各方面的高质量。

3.2.2 电报线路

海事卫星系统提供50波特电传业务,并具有如下特点:

a 比特误码率:

—— 海事卫星5°服务区域内,小于 1×10^{-5} 。

b 字母误差率:

—— 海事卫星服务区域内,对船舶呼叫至少95%无差错。

—— 靠近海事卫星服务区边缘,对船舶呼叫时误差率 $\leq 6 \times 10^{-5}$

c 同步余量:

—— 在岸站接口设备方面,对来自国际网络的信号至少有40%的有效同步余量。

d 最大传输速度:

—— 岸站接口设备对来自国际网络的信号具有接收短至 $145\frac{5}{6}$ 毫秒的码组的能力。

e 送向国际网络的信号特性:

—— 同步起止失真	$< 5\%$
—— 调制率	50.0 ± 0.25 波特
—— 终止脉冲最小宽度	25ms (毫秒)

3.2.3 话音类线路

话音类线路用于电话,传真和速率达2400比特/秒的数据传输。这些线路的目标如下所述:

a 主观等效质量:

—— 船对岸:

正常条件下,在复盖区内任何地点,船上人员用中等话音电平讲话,
主观等效语言与加权的噪音比 $\geq 30\text{dB}^*$

—— 岸对船:

在非衰落条件下,于5°复盖区内,中等话音电平人员对船讲话,主观
等效语言与加权的噪音比 $\geq 25\text{dB}^*$

b 数据/传真工作方式的质量(无压扩器):

—— 船对岸:

数据单音对不加权噪音比 $> 24\text{dB}^{**}$

—— 岸对船:

数据单音对不加权噪音比 $> 22\text{dB}^{**}$

3.3 信号特性

3.3.1 TDM信号特性

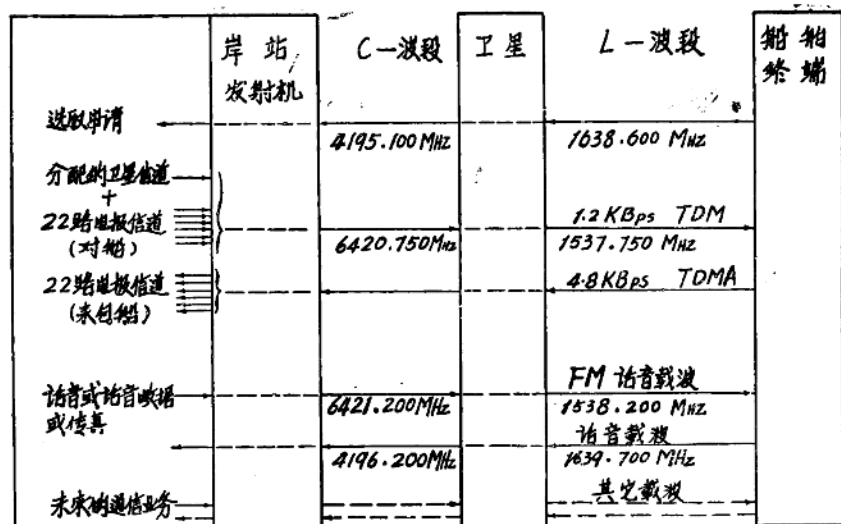


图4 早期海事卫星信道

海事卫星系统内的每一个岸站发射它自己专用的时分多路复用 (TDM) 信号, 它除了22个电传打字信道外, 还包括一个用于呼叫的分配信道。TDM 帧格式如图5所示。其信号特性概述如下:

调制: 二相相移键控 (2 ϕ CPSK), 不滤波

模糊度: 差分编码; 二进制为“1”时产生180°相移

数据速率: 每秒1200比特; $\pm 1 \times 10^{-4}$

(CCITT Rec. V22)

帧长: 0.29秒 (348比特)

同步: 20比特独特码, 每第六帧发射独特码的补码。

独特码: 0111 1010 1100 1101 0000

独特码的补码: (在每第六帧上出现)

1000 0101 0011 0010 1111

(注: 在时序中第一比特是左边的比特)

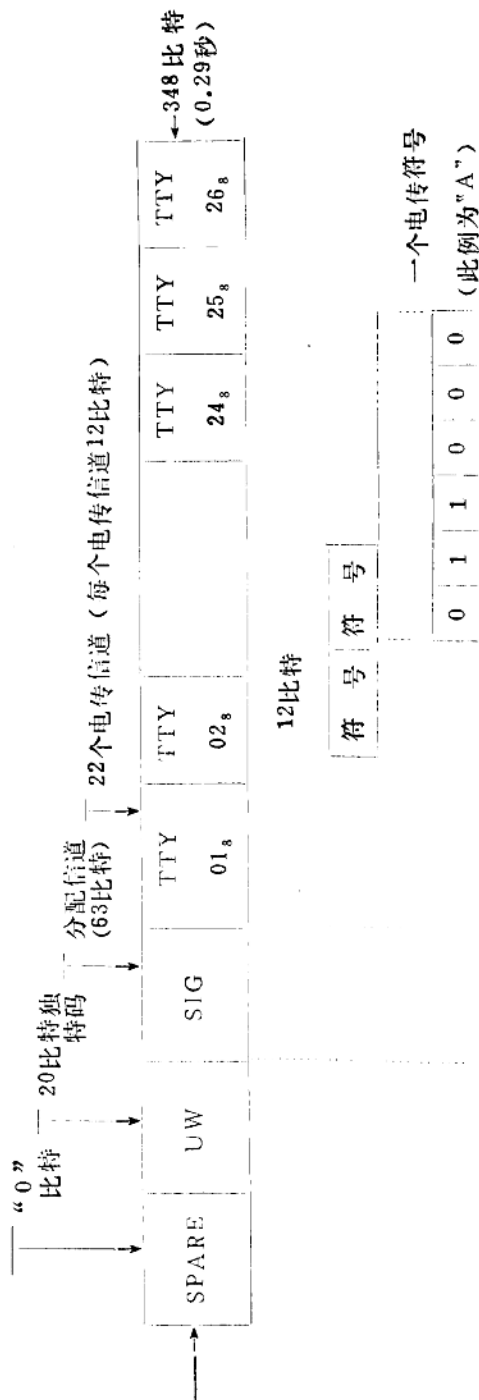
编码: 用 BCH 码 (63,57) 编成 57 比特加上 6 奇偶比特, 其多项式为 (6,1,0)。

电报信道: 每帧12比特 (每比特2个字符)

字码: CCITT*2 码加上线路状态字符 $z = 111111$ 和 $A = 100000$

注: *船舶终端仰角大于5°时, 质量明显提高 (在复盖区中心至少提高10dB)。

**假设数据单音低于最大频偏6dB, 并且在5°仰角时对船线路无衰落。



终端识别	信息类型	信道类型	信道序号	TDM频率码	备用	BCH63、57编码
21	6	4	时隙 6 频率 9	3	8	6

注：1. 发射的第一个比特写在左边（见上面电传符号“A”）。在分配信道中这相当于最低有效比特。

2. 在电报信道，发射的第一个比特表示字符段的类型。随后的5比特字符段将和CCITT #2按字母顺序的码组相一致。当第一个比特为零时，随后的5比特字符段代表CCITT #2一个字，当第1比特为1时，随后的5比特代表信息发出线路情况。

图5 TDM 信道格式（岸对船）

3.3.2 TDMA 信号特性

对每一岸对船TDM载波，有一与其成对的22个时分多址联接（TDMA）载波。船向岸方向发射此种信号提供全双工电传业务。每一移动终端每帧只发射一个突发，此突发的定时（同步）信息取自连续接收的TDM信号。TDMA信号每帧周期为1.74秒，它等于6倍的TDM帧持续时间。帧的格式如图6所示。其信号特性概述如下：

调制：二相相干相移键控（2 ϕ CPSK），沪波

频谱滚降：对所有可能的比特信号，在其载波中心频率两侧50KHz处6.3KHz频带的电平至少低于未调制载波40dB

模糊度：差分编码，在二进制码为1时产生180°相位变化。输入数据是不归零的（NRZ）。

数据速率：每秒48比特； $\pm 1 \times 10^{-4}$ （见CCITT Rec. V22）

帧长：1.74秒

突发持续时间：37.7毫秒（181比特）

报头比特：109比特

载波恢复码组：50比特，全部为“0”

比特定时码组：29比特，全部为“1”

独特码：30比特

0000 1000 0101 0011 0101 1001 1111 11

（注：时序上第一个比特是“左”面的）

电报信道：每个突发为72比特，12个字，每个字为6比特。

字编码：CCITT *2 码，加上线路状态字z = 111111和A = 100000

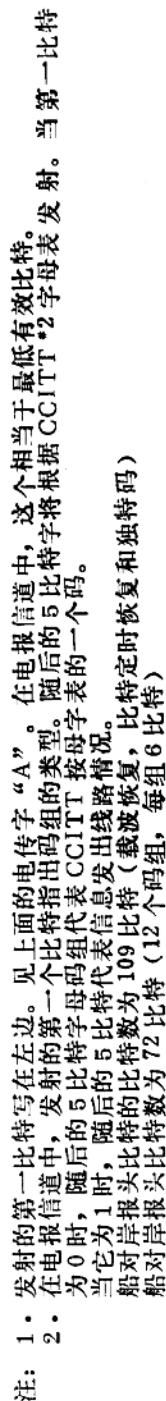


图 6 TDMA 电报信道格式 (船对岸)