

4 AIS船载设备的认知与维护保养

4.1 船舶自动识别系统AIS的结构组成与基本工作原理（2）

一、船舶自动识别系统AIS概述

二、船舶自动识别系统组成与工作原理

（二）船舶自动识别系统及其基本原理

3. 船载AIS信息

- **基本信息：自动播发与接收（A&B类）**
 - 静态信息
 - 动态信息
 - 航行相关信息
- **安全相关消息（B类SOTDMA 只收不发）**

3. 船载AIS信息

(1) 静态信息含义，AIS正常使用时不需变更的信息，移交买卖重新设定

信息标称	输入方式	输入时机	更新时机
<u>MMSI (海上移动业务标识)</u>	人工输入	设备安装	船舶变更国籍买卖移交时
呼号和船名	人工输入	设备安装	船舶更名时
IMO编号(有的船没有)	人工输入	设备安装	无变更
船长和船宽	人工输入	设备安装	若改变，重新输入
船舶类型	人工选择	设备安装	若改变，重新选择
<u>定位天线的位置</u>	人工输入	设备安装	双向船舶换向行驶时或定位天线位置改变时

MMSI, AIS设备的ID码，唯一。MIDXXXXXX, 国家区域码，船舶识别码，AIS只有写入信息才能发射
GNSST天线到船首和左右舷的距离

3. 船载AIS信息

(2) 动态信息—能够通过传感器自动更新的船舶运动参数

信息标称	信息来源	更新方式	备注
船位	GNSS (WGS-84)	自动	附精度/完善性状态信息
UTC时间	GNSS	自动	附精度/完善性状态信息
COG(对地航向)	计程仪或GNSS	自动	可能缺失
SOG(对地航速)	计程仪或GNSS	自动	可能缺失
船首向	陀螺罗经	自动	
航行状态	值班驾驶员选择更改	手动	应配合号灯和号型改变
ROT (旋回速率)	ROT传感器或陀螺罗经	自动	可不提供
(选项)首倾角	相应传感器	自动	可不提供
(选项)纵倾/横摇	相应传感器	自动	可不提供

3. 船载AIS信息

航行状态

Under way using engine	在航机动		Moored	系泊
Under way sailing	在航帆船		Aground	搁浅
At anchor	锚泊		Engaged in fishing	从事捕鱼
Not under command	失控		Reserved for HSC	高速船留用
Restricted maneuverability	操纵能力受限		Reserved for wig	飞翼船留用
Constrained by draught	吃水受限		Not defined	未定义

3. 船载AIS信息

(3) 航次相关信息

信息标称	输入方式	输入时机	信息内容	更新时机	备注
船舶吃水	手动输入	开航前	开航前最大吃水	根据需要	
危险品货物	手动选择	开航前	危险品货物种类	货物装卸后	主管机关要求时
目的港/ETA	手动输入	开航前	港口名和时间	变化时	经船长同意
航线计划	手动输入	开航前	转向点描述	变化时	经船长同意

信息更新间隔：**6min** / 更新或被询问时，立即更新

危险品货物：**DG (Dangerous Goods, 危险货物)**

HS (Harmful Substances, 有毒物质)

MP (Marine Pollutants, 海洋污染物)

（二）船舶自动识别系统及其基本原理

3. 船载AIS信息

（4）安全相关消息—安全短消息

格式 { 固定格式
自由格式

发送对象 { 寻址（156字符） 单独发送或群发以MMSI为地址的特定船队
广播（161字符） 广播方式发送给所有船舶

数据更新间隔：根据需要/设置进行更新

(二) 船舶自动识别系统及其基本原理

4. AIS信息更新报告间隔

(1) 静态信息和航次相关信息更新

更新报告间隔6min/更新或有信息更新或被询问时，立即更新

(2) 动态信息更新 A类AIS信息更新间隔

船舶状态	报告间隔
锚/靠泊船，速度<3节	3 min ¹
锚/靠泊船，速度>3节	10 sec ¹
航速<14节	10 sec ¹
航速<14节变向	3 $\frac{1}{3}$ sec ¹
航速14—23节	6 sec ¹
航速14—23节变向	2 sec
航速>23节	2 sec
航速>23节的变向	2 sec
注 ¹ ：当船载AIS确认为同步标识台时，其动态信息更新间隔为2 sec。	

(2) 动态信息更新

非A类AIS信息更新间隔

载体及状态			报告间隔
B类船载设备	SO	航速≤2节	3 min
		航速2—14节	30 sec
		航速14—23节	15 sec
		航速>23	5 sec
	CS	航速≤2节	3 min
		航速>2节	30 sec
搜救飞机			10 sec
助航设备			3 min
AIS基站 ²			10 sec
注 ² ：当AIS基站探测到有至少一台AIS设备与其同步时，其动态信息更新间隔为3 ¹ / ₃ sec。			

(3) 安全相关短消息更新

根据操作需要或设置进行更新

(二) 船舶自动识别系统及其基本原理

5. AIS基本工作原理

- IEC和ITU关于AIS技术标准规定了系统及设备的技术指标:
- 频率使用、信道分配、调制方式、时隙划分、同步方式、工作模式、链路连接协议、工作流程、接口标准、远程通信

(1) AIS工作信道分配

工作信道 : AIS1 (VHF87B, 161.975MHZ)

AIS2 (VHF88B, 162.025MHZ)

其它主管机关指配频率

接收信息: 2个TDMA接收机, 同时

发送信息: 1个TDMA发射机, 交替

信道带宽: 25kHz / 12.5kHz (主管机关要求时)

传输速率: 9600 bit/s

(二) 船舶自动识别系统及其基本原理

5. AIS基本工作原理

(2) AIS信息调制

- 1) 采用NRZI（不归零倒置）**编码**
- 2) 进行GMSK（高斯滤波最小移动键控法）**调制**
- 3) GMSK调制信号对VHF发射机进行**调频**

最终**完成**GMSK/FM

发射功率：

通常为12.5 W，作用距离约为25n mile，主管机关要求时可为2 W，作用距离为7n mile。

B类CSTDMA发射功率2 W

5. AIS基本原理

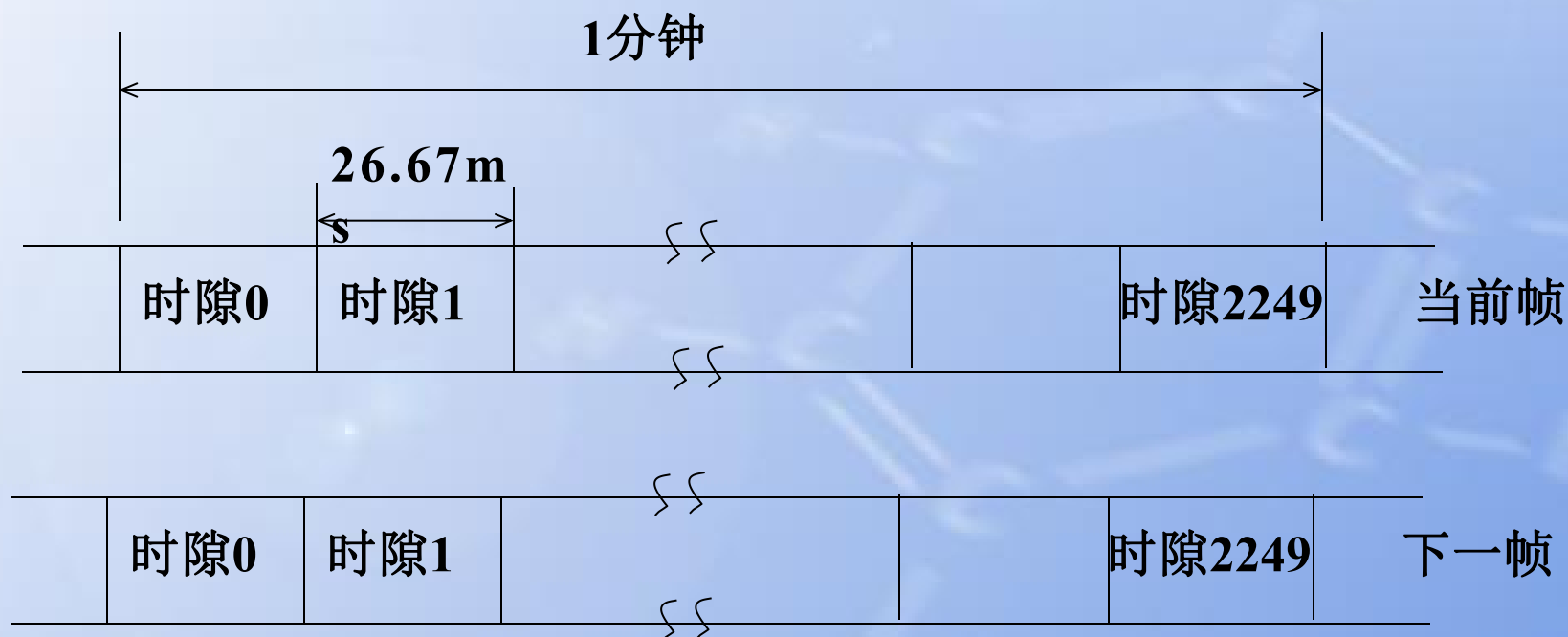
(3) AIS时隙划分和使用

1) 时隙划分

AIS数据帧长度：**1分钟，2250个时隙。**

每个船舶AIS用户或VTS中心可以选择一个或多个时隙

。



(3) AIS时隙划分和使用

2) 时隙的选择

1) 自组织TDMA (SOTDMA)

(1) 该协议提供了在**没有控制台介入**的情况下，解决寻址冲突的方法。

(2) 移动用户用该协议进行位置广播以及识别附近用户发送信息。

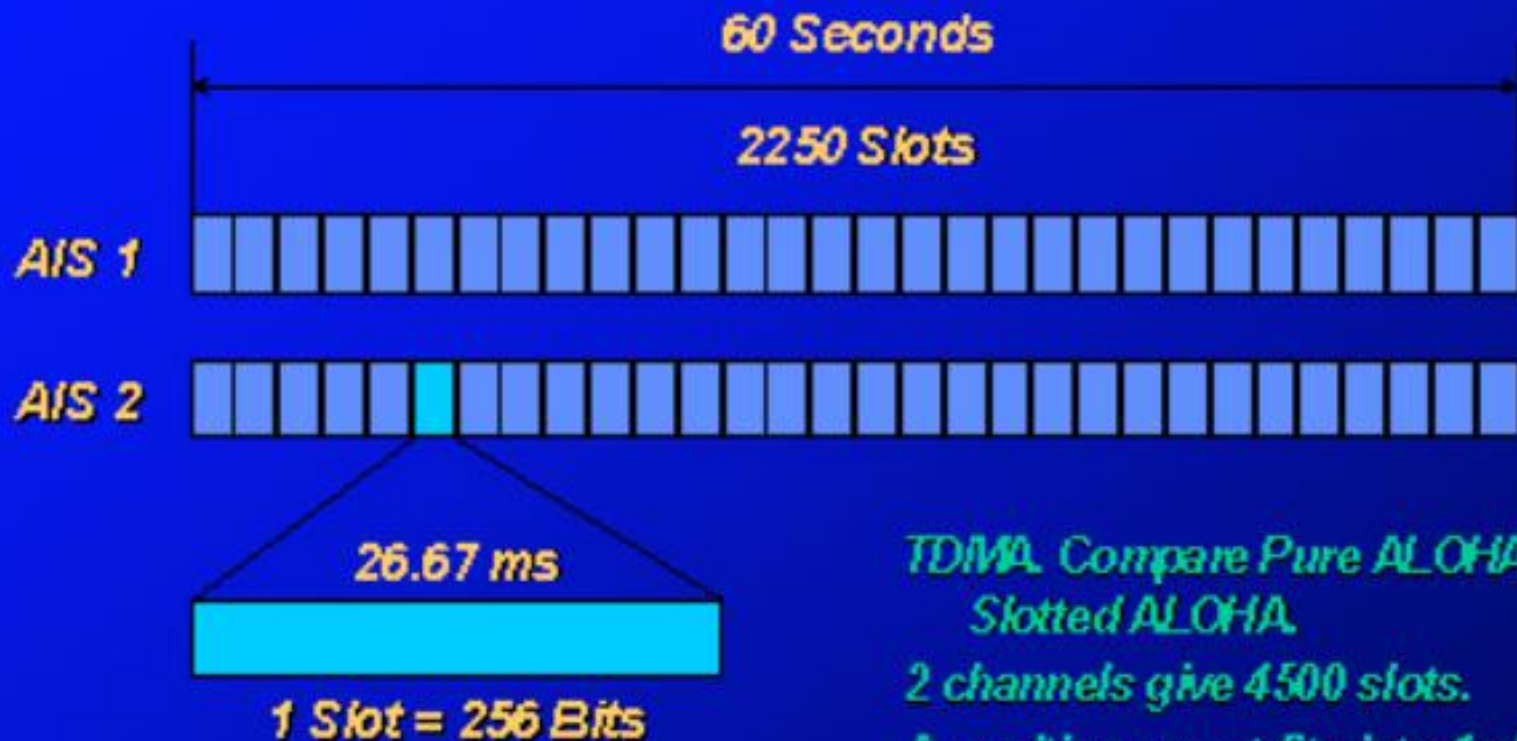
(3) **传输信息**：一般为重要的信息或不断更新的信息。

(4) 时隙选择过程：

确定时隙范围—>得到可供选择使用的时隙—>在可选时隙中随机确定一个时隙

(3) AIS时隙划分和使用

Frame Structure



TDMA. Compare Pure ALOHA with Slotted ALOHA.

2 channels give 4500 slots.

A position report fits into 1 slot.

Provisions for propagation delay.

Addressing within the frame is generally relative.

Possible to cross slot boundaries.

单台AIS: 每帧一个或多个时隙

不同帧使用相同的时隙

系统能力: 每分钟至少处理2000 份报告

时隙获得: 自选时隙--按照TDMA协议选择
分配时隙----基站分配

（二）船舶自动识别系统及其基本原理

5. AIS基本工作原理

（4）AIS时间基准（同步）

作用：保证每个用户以及基站发送的信号**不会重叠或者混淆**，并且能如在其他时隙用户发出的信息。

- UTC**直接**：本船GNSS提供
- UTC**间接**：与已经和UTC同步的台同步
- 基站**直接**：与标识数最高的基站UTC同步
- 基站**间接**：与已经同步于基站的移动台同步

（二）船舶自动识别系统及其基本原理

5. AIS基本工作原理

（5）AIS工作模式

● 自主连续：

- 按照TDMA协议自动连续接收播发AIS信息
- 在所有海域使用的自主的和连续的模式；
- 在通常情况下，AIS应当工作在自主和连续的模式下
- 是该系统的缺省工作状态。在这种模式下，系统可以自行确定其位置信息的发射时间表，自动解决与其他电台在发射时间上的冲突。

● 分配模式：在主管机关指定区域内，AIS运行的频道、收发模式、带宽、发射功率、时隙、和信息更新报告间隔等都服从主管机关分配。在沿岸控制中心管理区域内使用

● 轮询（查询/控制）模式：点对点工作

- 响应其他船舶或基站呼叫
- 在收到其他船舶或管理机关的询问时，在与询问台相同的信道上单独相应询问的工作方式
- B类CS-AIS设备不能主动询问其他台站

（二）船舶自动识别系统及其基本原理

5. AIS基本工作原理

（6）TDMA协议

船舶自动识别系统AIS（Automatic Identification System，）采用了独特的时分多址（TDMA）技术

●TDMA 定义：将时间分割成周期性的帧；每一帧又被分割成若干个时隙，然后根据一定的时隙分配原则，各个移动台在每帧内按照所分配的时隙进行通信；各移动台只要在特定的时隙内接收，就可以在合路中把特定的信息区分出来。

●类型 5种

RATDMA, ITDMA, SOTDMA, FATDMA, CSTDMA

（二）船舶自动识别系统及其基本原理

5. AIS基本工作原理

（6）TDMA协议

1) RATDMA（随机）在没有先前预定时，要使用RATDMA接入数据链路。通常在数据链路的网络入口处或非周期性报文传输时发生。RATDMA使用概率持续算法在可选时隙中确定传输时隙。登录或发射非重复特性消息，帮助ITDMA帧和SOTDMA帧确定发射时隙。

2) ITDMA（增量）ITDMA用于不重复性质的时隙分配，在数据链路的网络入口时、临时改变报告率时和传送与安全有关的报文时，预定传输时隙。第一个ITDMA时隙总是由SOTDMA或RATDMA分配。在RATDMA基础上，或在SOTDMA基础上分配新的未被声明过的时隙。

3) SOTDMA（自组织）：访问数据链路的主要方式，自主连续地选择发射时隙，安排位置报告的发射时间表，并预告后继3~7帧时隙的分配情况。接入消息具有可重复的性质。目的是向数据链路其他用户提供连续更新的监视画面。

（二）船舶自动识别系统及其基本原理

5. AIS基本工作原理

（6）TDMA协议

- SOTDMA (Self Organized TDMA) 不需要建设基站，移动台中自动组网的时分多址技术。一种智能时分复用传输系统，通过数据打包链接实现。
- 例如十个人各使用一个麦克风，而且各人都希望和其余每一个人说话，SOTDMA就是实现这项功能的一种有效方法，可以使每个人彼此之间都能自由地同时交流。
- AIS运用SOTDMA方式发射船舶数据，将本船的信息：MMSI码、船名、静态信息以及动态信息等，经接口电路转换后送信息处理器，在计算机内实现信息的融合、编程，然后再由接口电路经信道选择、编码，由VHF发信机发送到VHF信道，在此信道守听的目标船就可以接收；同时，本船亦可接收和显示目标船的识别信息，并将目标船的信息和本船信息一并存储在本船的存储器中，以便向其他目标船发送目标范围内的它船信息。

（二）船舶自动识别系统及其基本原理

5. AIS基本工作原理

（6）TDMA协议

●SOTDMA的技术核心：AIS中每一帧的长度为1分钟，被划分为2250个时隙，每个时隙长26.67ms，信道传输速率为9600bps，每个时隙为256比特。每一帧的开始和结束以卫星提供世界时UTC时间为标志。系统能够在一分钟之内一个信道中发送至少2000个船舶报告，可以满足交管系统对容量的要求

●每条船舶会通过询问（自动）选择一个与他船不发生冲突的时间段和对应的时间段来发布本船的信息。在统一的VHF的频道上，AIS范围内任何船舶都能自行互不干扰地发送报告和接受全部船舶（岸站）的报告。

●AIS系统（在同一区域）能同时容纳200-300艘船舶，当系统超载的情况下，只有距离很远的目标才会被放弃，以保证作为AIS船对船运行主要对象的近距离目标的优先权。在实施SOTDMA中，需要2个AIS专用的VHF信道，国际海事部门向国际电联申请并获得保护。

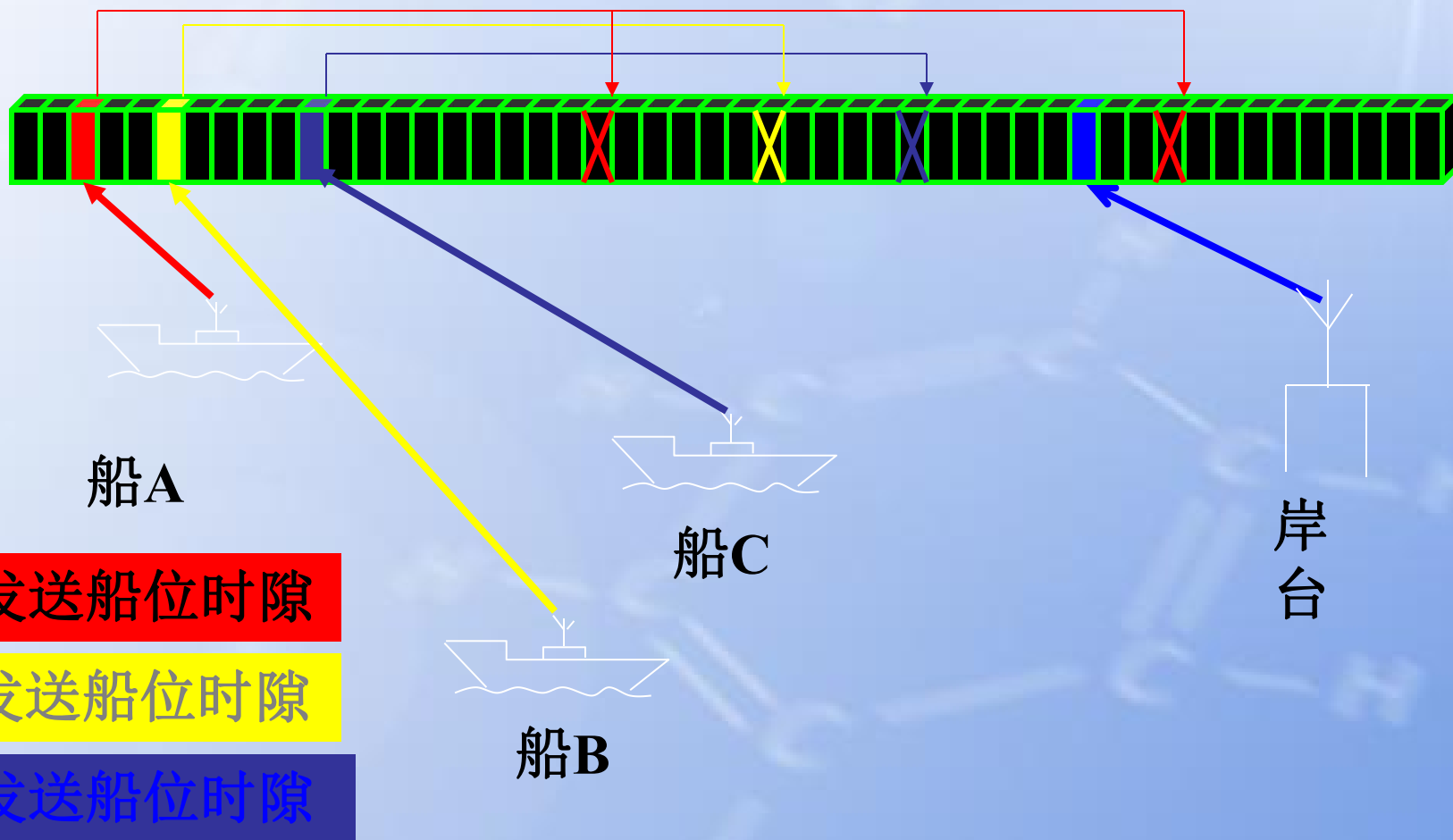
(6) TDMA协议



(6) TDMA协议

系统构成:

数据帧(含2250个时隙)



（二）船舶自动识别系统及其基本原理

5. AIS基本工作原理

（6）TDMA协议

4）FATDMA（固定）

FATDMA只用于基站，以一帧的开始为参照基准。按照主管机关预先安排的时隙，用于重复性消息的发布。岸台能在预定的时隙进行编程发射，而不管信道中其他预定情况。这个协议可以避免在某些情况下移动台占用岸台预定的时隙。

5）CSTDMA（载波侦听）

只应用于部分B类移动台站。开启电源后用载波侦听技术检测AIS网络活动情况，当AIS 有空闲时才能发射。礼让的接入方式确保CS-AIS 工作时不会对系统产生干扰，增加VDL的负荷

（二）船舶自动识别系统及其基本原理

5. AIS基本工作原理

（6）TDMA协议

6）A类AIS船载设备三种TDMA协议之间的关系

AIS缺省工作模式 以SOTDMA为主体的自主连续的工作模式

RATDMA和ITDMA 协议是对SOTDMA协议的补充，为SOTDMA协议服务；

RATDMA 协议主要为SOTDMA选择发射时隙

ITDMA则为SOTDMA信息帧预留位置报告的时隙，并在需要时插入安全或其他不重复的信息。

(二) 船舶自动识别系统及其基本原理

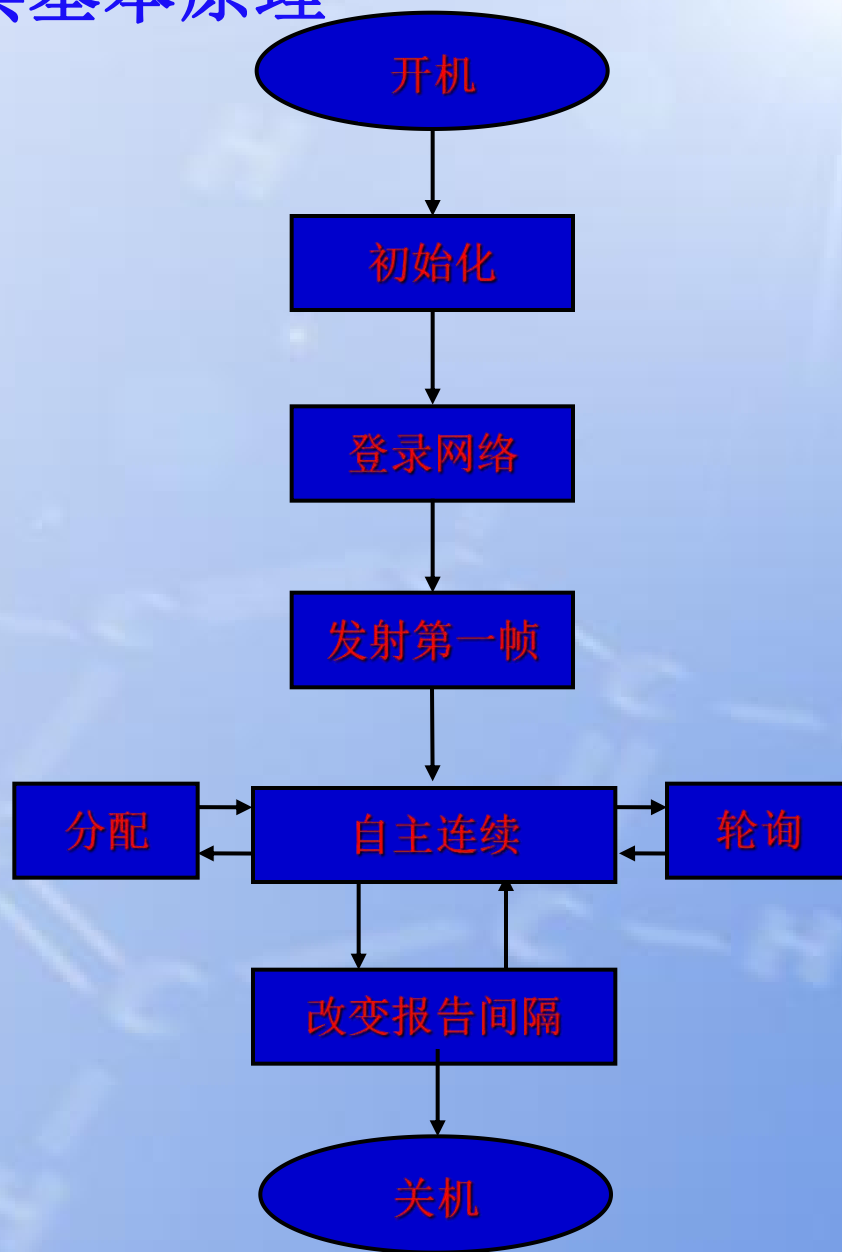
6. AIS车载设备工作流程

(1) 初始化

接通电源侦听1min，帧同步。

性能标准规定：**AIS初始化不超过2 min。**

侦听SOTDMA信道一分钟，用于判定当前时隙的分配情况。建立一个在该系统中的所有船台运行的动态目录，构成一幅反映SOTDMA信道活动性的帧图。



(二) 船舶自动识别系统及其基本原理

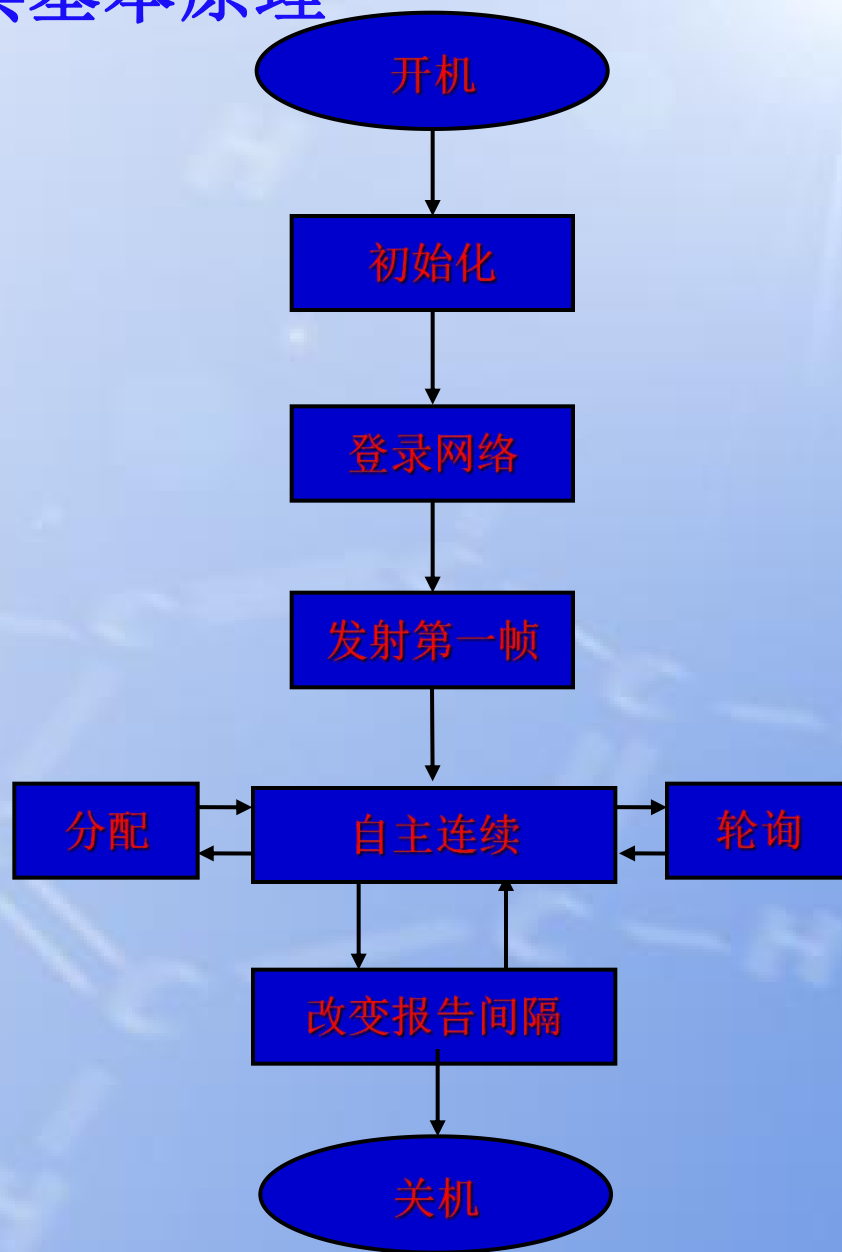
6. AIS车载设备工作流程

(2) 登陆网络

一分钟之后，本船进入网络登陆阶段，根据自己的时隙表开始发射。

(3) 发射第一帧

在首帧阶段，为了使其他船台知道自己的存在，本船将连续地定位其发射时隙，应在其选择的最初发射时隙，用ITDMA协议发射其预定的位置报告。



(二) 船舶自动识别系统及其基本原理

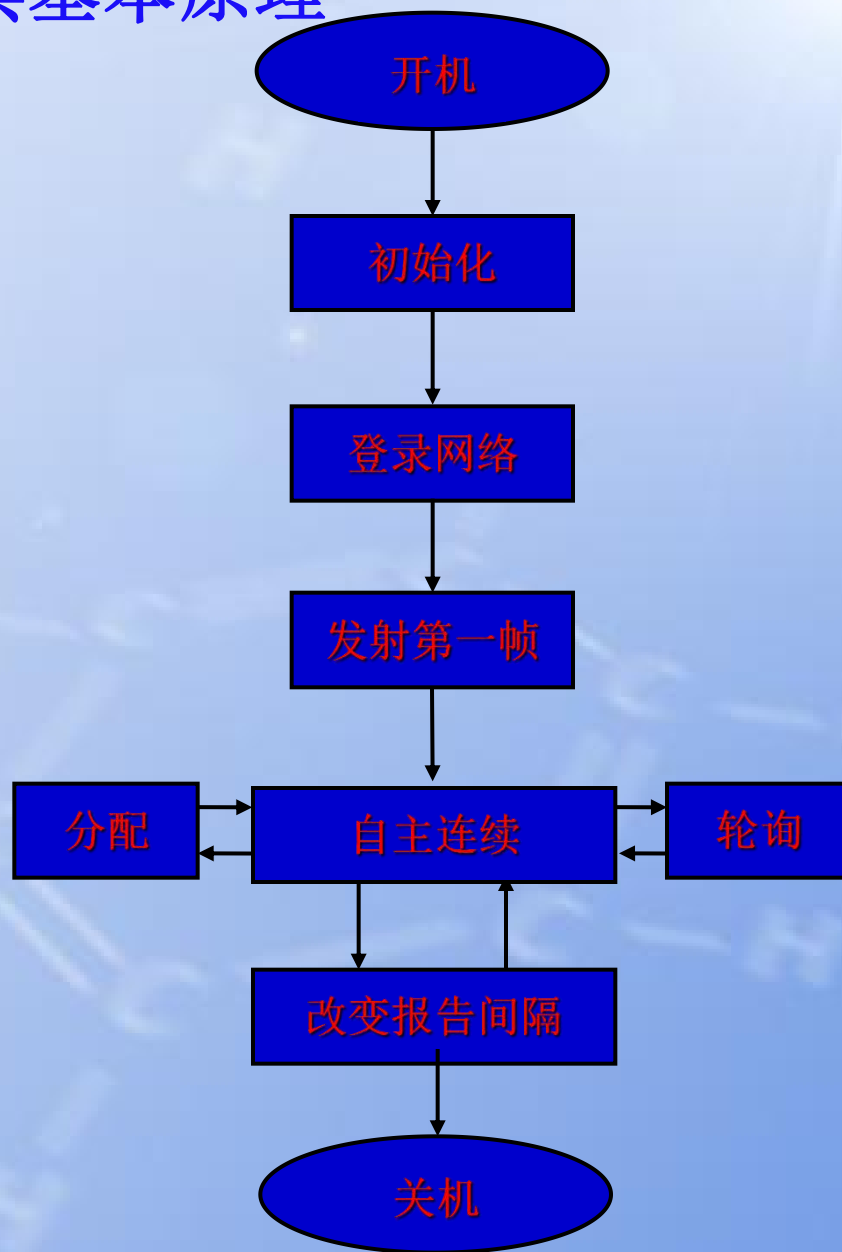
6. AIS车载设备工作流程

(4) 自主连续工作模式

在程序结束之前，AIS船台**一直保持在连续操作阶段**，除非进入指定模式或改变报告速率阶段。

(5) 改变报告间隔

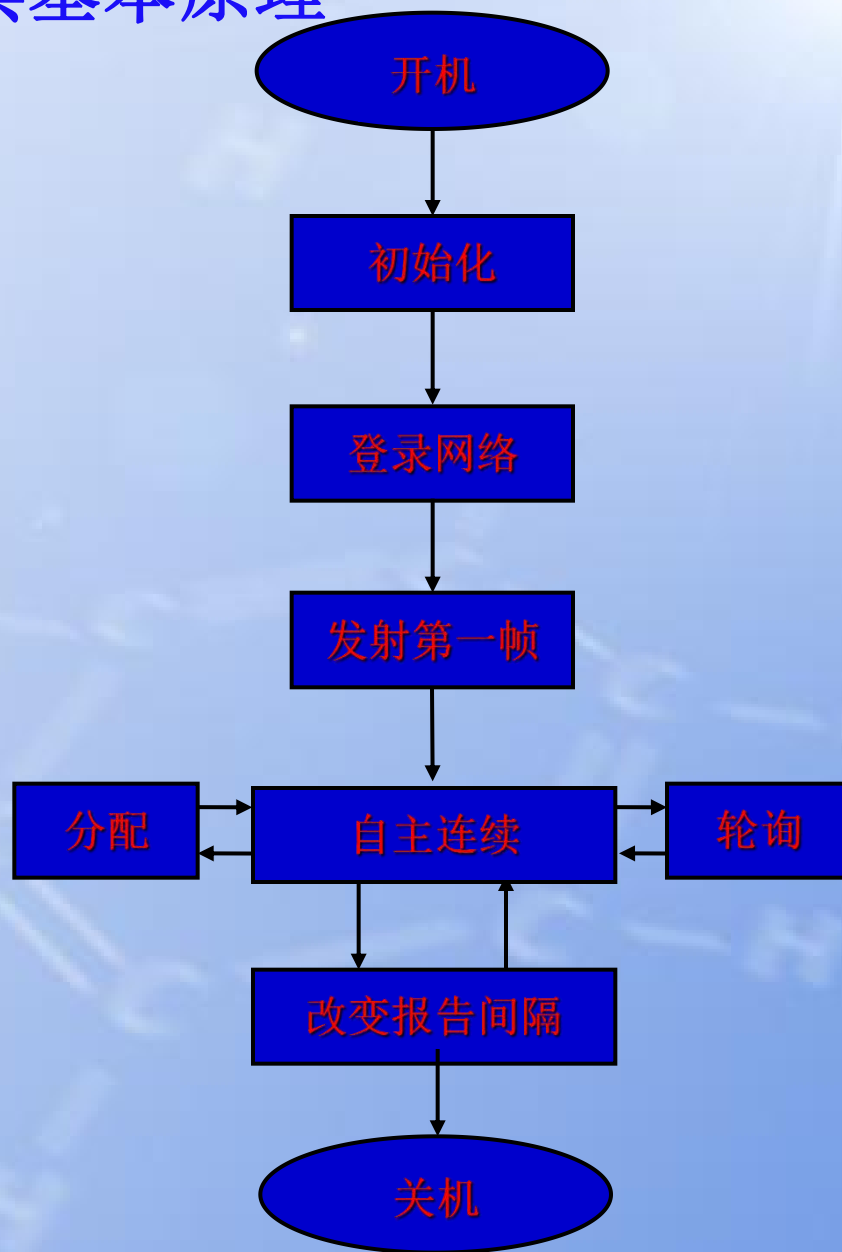
在这个阶段，电台将重新制定适合新的报告速率的**定期发射时间表**。



(二) 船舶自动识别系统及其基本原理

6. AIS车载设备工作流程

- (6) 分配工作模式
- (7) 轮询工作模式
- (8) 信道切换与管理
- (9) 信息管理
- (10) 信息阻塞



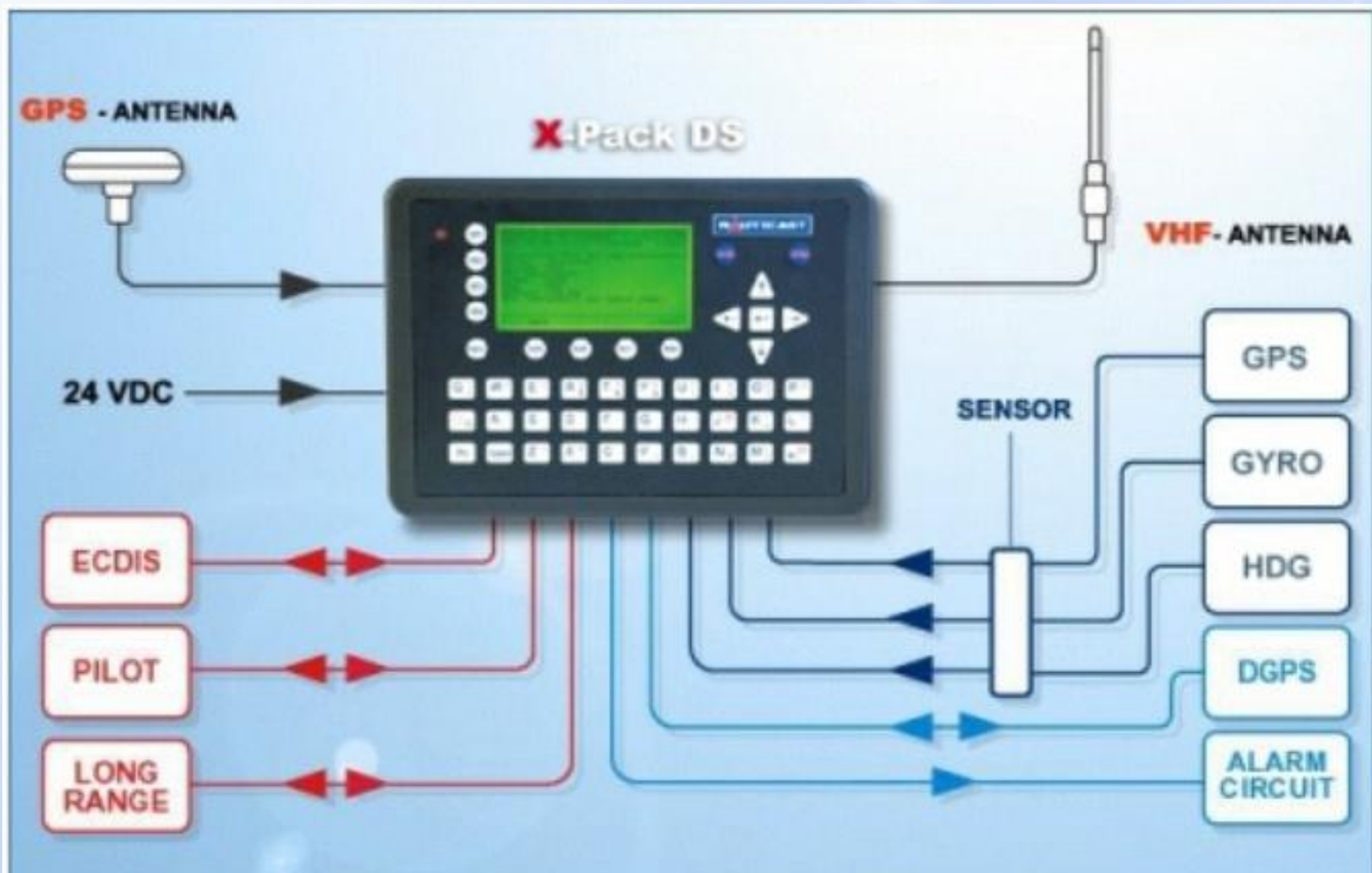
（二）船舶自动识别系统及其基本原理

7. AIS设备表示接口

- AIS设备表示接口用于**输入和输出数据**的交换符合IEC61162规范
- 发射的通过表示接口输入，接收的通过表示接口输出；
 - AIS可以与许多外部设备（组件）连接，构成一个完备的信息发送\接收\显示系统。
 - 连接有的是**任选的**，有几项是**IMO强制的**。外置的**GPS信号**；外置的**电罗经信号**；引水员插座

(二) 船舶自动识别系统及其基本原理

7. AIS设备表示接口



（二）船舶自动识别系统及其基本原理

8. AIS的远程应用

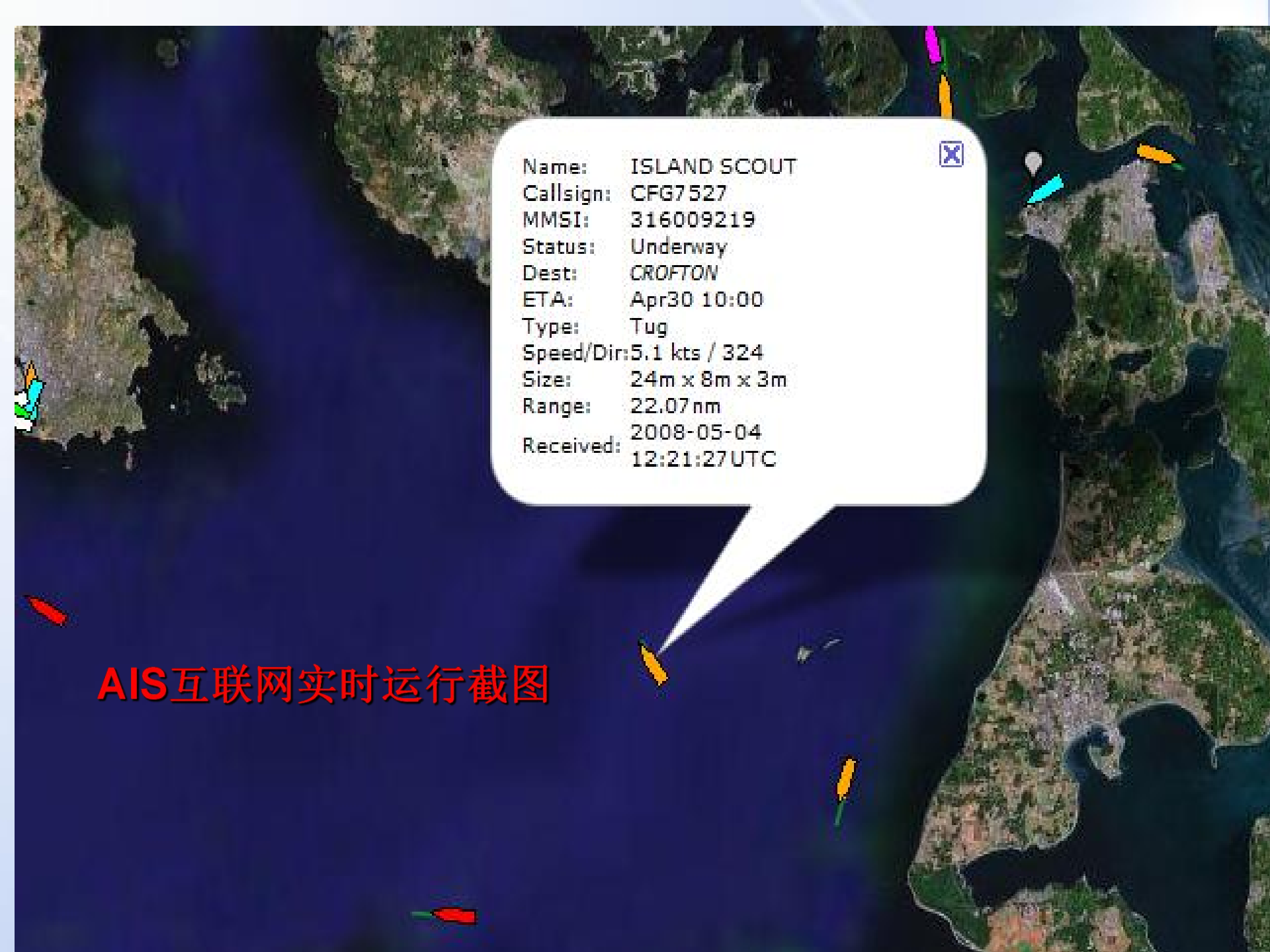
- AIS远程应用：超越VHF范围传递AIS信息
- A类设备标配远程通信接口，B类设备选装
- 远程通信采用轮询工作模式不连续进行
- 应用：船舶报告、船舶远程监控

9. DSC的兼容性

AIS设备内置CH70的DSC接收机，在不能使用AIS1和AIS2两个信道的地区，该接收机用于接收主管机关的信道分配信息包括指定区域的边界和AIS在该区域使用的频率信道和发射机功率电平，完成发射机应答器的转换工作。

（三）AIS基站设施及网络服务

- 监视和管理AIS船舶
- 增强VTS的功能
- 船舶管理的信息化、现代化
- 船舶报告
- 气象、DGPS等多种附加服务
- Internet实现互联



Name: ISLAND SCOUT
Callsign: CFG7527
MMSI: 316009219
Status: Underway
Dest: CROFTON
ETA: Apr30 10:00
Type: Tug
Speed/Dir: 5.1 kts / 324
Size: 24m x 8m x 3m
Range: 22.07 nm
Received: 2008-05-04 12:21:27 UTC

AIS互联网实时运行截图

（三） AIS基站设施及网络服务

1. AIS岸基设施

基站、转发器（单工、双工）、岸基网络系统

MMSI标识 00MIDXXXX XXXX 岸基识别码

船舶移动台站与陆地航运及航行安全设施间的信息桥梁

基站及转发器的作用

- （1） AIS基站
- （2） AIS转发器

（三） AIS基站设施及网络服务

1. AIS岸基设施

（1） AIS基站

- 基站AIS的物理组成与船载AIS基本一样，有工作于VHF频段的两台TDMA接收机和一台发射机、一台DSC、相应的接口和软件。
- 基站除了接入GPS（用于获取时间基准）外，其他船舶航行状态传感器均无须接入。
- 基站总是以指配模式工作，不采用SOTDMA频道访问协议，而是按固定的发射时间表采用FATDMA频道访问协议进行周期性发射；需要时，采用ITDMA或RATDMA发射非周期性电文。
- 缺省工作状态下，每10S 发射一次AIS信息，报告位置，日期和UTC时间

(三) AIS基站设施及网络服务

1. AIS岸基设施

(2) AIS转发器

与基站平行运行的设备，用于超越船载设备覆盖范围，在相对较远距离上实现AIS信息传播，改善海上安全条件。

单工转发器、双工转发器

(3) 物理岸站PSS

AIS基本实体设施, 安装在特定物理位置，独立完成系统功能的一个完整部分。包括基站和转发器、电源供应设备、VHF天线、电缆安装基站和转发器的环境设施。

(4) 逻辑岸站LSS

软件处理过程，AIS基站网络管理系统的进程。将物理岸站数据流转换为AIS相关应用数据流。

（三） AIS基站设施及网络服务

2. AIS岸基网络服务

功能：1）通过若干基站和通信网络系统，对安装AIS船台的船舶实现**自动识别和信息交流**，实时监控所覆盖水域的交通情况

2）增强VTS的功能，**提高对船舶的识别精度、分辨率和信息量**，提高船舶的**通信效率扩展和延伸船舶的交通管理范围**

3）为船舶管理**提供信息化现代化平台**，提供与海事信息网整合的接口预防和减少船舶交通事故，**提高航道的船舶通过能力**确保航运安全畅通

4）简化船舶报告程序，为航行船舶**提供信息服务**，向社会提供咨询服务创造条件

5）**提供水文、气象差分校正、航标、VTS信息都能多种系统扩展接口**，便于系统扩展升级。

（四）AIS航标设施

- 提供实时的天气，潮汐，流速，水深等助航信息
- 可监测助航设备状态并可跟踪漂移的浮动助航设备
- 识别与助航设备发生碰撞的船舶
- 远程遥控改变助航设备参数
- 提供虚拟助航设备

（1）AIS真实航标：配备了AIS设备的物理航标（灯塔、浮标等），可用电文21向覆盖区域内的船舶和岸站发送自己的位置和其他身份数据。

（2）AIS仿真航标：没有配备AIS设备的物理航标，其位置和身份数据由岸基AIS发送，与真实航标AIS一样，这些数据可被船载AIS接收并显示。

（3）AIS虚拟航标：非实体航标，由真实航标AIS或岸基AIS用电文21发送实际不存在的虚拟航标数据，这些数据可被船载AIS接收并显示。

（五）AIS机载设备

- 用于搜救飞机，也称SAR-AIS设备
- 机载设备位置报告——10秒/次发送静态和动态信息包括MMSI, 位置, 高度, COG, SOG.
- 机载AIS MMSI 格式 111MID1XX固定机翼
111MID5XX直升机
- 需经航空认证

(六) AIS-SART

AIS Search
And
Rescue
Transmitter



- 根据IMO于2008年5月16日通过的MSC. 256(84)号决议，**2010年1月1日及以后**建造的船舶或在此日期后更换设备的船舶，允许船上配备雷达SART或AIS-SART作为示位设备，即**AIS-SART可取代SART**，满足GMDSS的示位功能
- AIS-SART是通常安装在救生筏或者遇险船舶上采用**标准AIS消息格式发送位置报告的一种搜救信号发射机**
- AIS-SART:970XXyyy, (XX是厂家代码, yyy是序列号)

(六) AIS-SART

1. AIS-SART结构

AIS-SART由通信控制器、GNSS接收器、双信道TDMA发射机、简易显示器、启闭开关和电池构成

2. AIS-SART信息

AIS-SART应在遇险情况下发射设备的位置信息、静态信息和安全信息，发射功率为1W

3. AIS-SART的操作特性

手动启动关闭

自动启动

声光响应

防意外启动保护措施

(六) AIS-SART

4. AIS-SART的环境特性

颜色橘黄色，阳光下不退化，抗海水油液侵蚀，20m高空落水不损毁，水下10m5min，45℃水密完好，漂浮，浮缆5-8m，25kgf

5. AIS-SART的技术特性

外表天线位置，高于水面1m以上，能够在-20℃~+55℃连续工作96小时以上。启动后GNSS每分钟定位，启动1h后可进入5min定位一次，启动1min内在两个信道用PATDMA交替发射位置报告，带宽25KHz，间隔不大于1min

GNSS位置丢失，也能发射最后已知位置指示EPFS失效。水面探测距离5nmile

•AIS-SART的维护保养

每个月进行一次自测

电池有效期为5年

启动后至少提供96h电量