



AIS TDMA接入方案

技术摘要

1. 摘要

AIS收发器利用时分多址（TDMA）技术共享分配给AIS操作的无线电带宽。AIS通常在两个平行的VHF海洋波段无线电频率频道上运行，每个频道通过每分钟2250个 "时隙" 划分给多个用户共享。

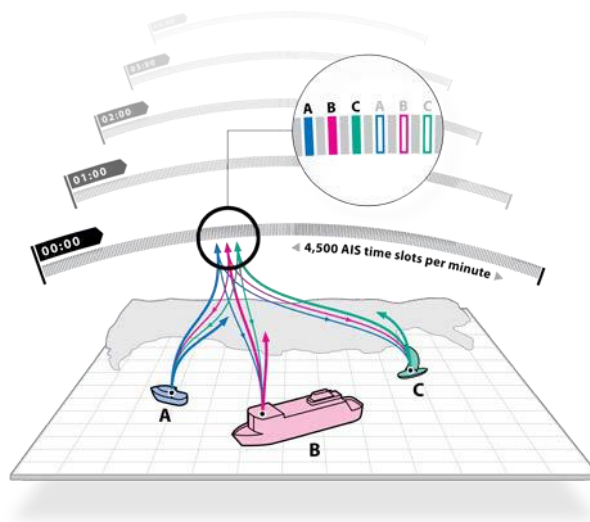


图1 - AIS TDMA系统

在一个典型的TDMA系统（如GSM）中，一个控制实体（GSM基站）被用来为每个用户分配传输时隙。由于AIS必须在远海运行，系统不能依靠控制实体来为每个用户分配时隙。这意味着每个AIS收发器必须决定自己的TDMA时隙分配，关键是它必须避免使用接收范围内另一艘船正在使用的时隙，以避免传输冲突。

TDMA时隙时间来自GPS时间，确保所有AIS收发器共享一个共同的精确时间参考。

第一个为AIS开发的TDMA接入方案是自组织时分多址（或SOTDMA），它被部署在世界各地的AIS收发器中。一系列与SOTDMA互通的其他接入方案也可使用，用于特定类型的数据通信，或用于特定类别的AIS设备。

选择适当的TDMA接入方案，以满足个别AIS设备应用的要求，同时为所有用户保持AIS网络的完整性，对任何大规模部署的成功至关重要。

2. AIS TDMA接入方案概述

在AIS中使用的TDMA接入方案由ITU-R M.1371-4的顶级AIS系统规范定义^[1]。定义的方案有

- SOTDMA - 自组织时分多址
- RATDMA - 随机存取时分多路存取
- ITDMA - 增量式时分多路存取
- FATDMA - 固定接入时分多址
- CSTDMA - 载波感应时分多路存取
- 修改后的SOTDMA - 修改者自组织时分多址（也称为PATDMA，预先宣布的时分多址）。

图2显示了这些方案在现有AIS收发机类型中的应用。每种接入方案都有特殊的好处、用例和基本的硬件要求；本文件的其余部分将对这些问题进行探讨。

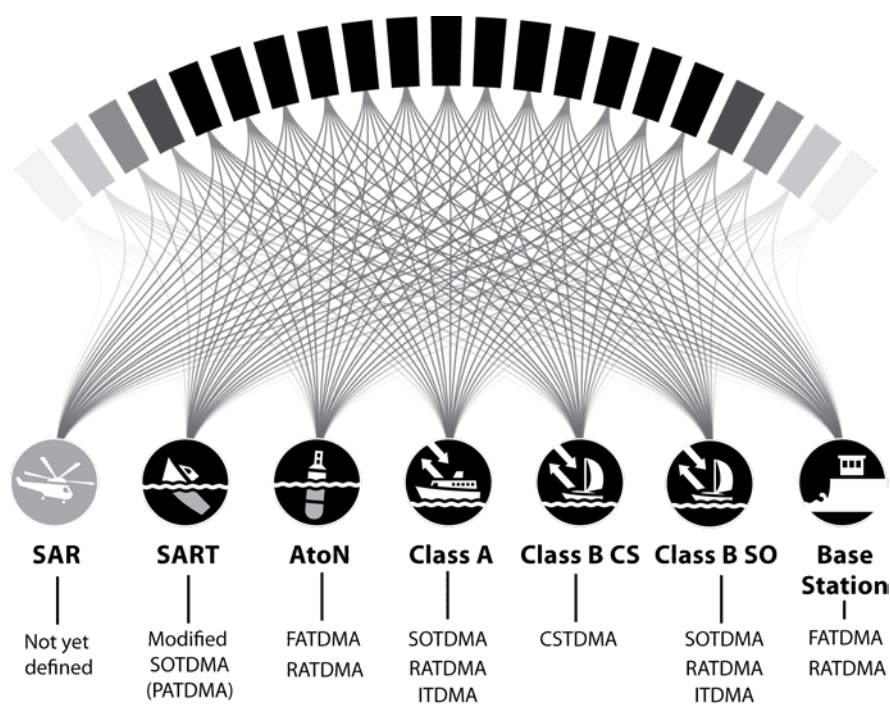


图2 - 按设备类型划分的TDMA使用情况

3. TDMA接入方案的描述

为AIS定义的每个TDMA接入方案的操作的顶层描述将在以下章节提供。

3.1. SOTDMA - 自组织时分多址

SOTDMA是为AIS定义的最复杂的TDMA接入方案，也为离岸网络的自主运行提供了主干。SOTDMA的完整技术定义可以在ITU-R M.1371-4^[1] 附件2中找到。

SOTDMA操作的关键因素如下。

- 所有站点共享一个共同的时间参考（来自GPS时间），确保他们都能准确确定每个TDMA时隙的开始时间。
- 每个数据传输包括指示TDMA插槽，该插槽将被发射站用于后续传输。这使得接收站可以建立一个 "地图"，了解哪个站在使用哪个槽位。
- 每个站都避免使用已知被其他站使用的槽位进行自己的传输。这就防止了两个在彼此范围内的站使用同一个槽位。
- 当移动台从一个地区移动到另一个地区时，他们会遇到具有不同时隙分配的新台。这可能会导致该站修改自己的时隙分配，导致一个动态的和自我组织的系统在时间和空间上。

SOTDMA还为繁忙地区的容量提供动态和自主管理。如果出现所有TDMA时隙都被占用的情况，将采用 "时隙再利用" 规则。这使得离某一移动台最远的台站所占用的时隙可以重新用于其自身的传输。这有效地减少了AIS "单元" 的大小，并确保最近的位置报告（与航行安全最相关）不受影响。

支持SOTDMA的基本硬件要求是。

- VHF发射器能够在海洋VHF频段的任何AIS频道上运行
- 两个VHF接收器，能够在海洋VHF频段的任何AIS频道上操作
- 对所有收到的信息进行全时解码，以填充内部插槽图
- GPS接收器为TDMA计时提供时间参考
- 有足够的内存（RAM）来存储至少5分钟的TMDA插槽分配的插槽图（2250个TDMA插槽的分配状态）

3.2. RATDMA - 随机存取时分多路存取

RATDMA是一种简单的TDMA接入方案，可用于某些类型的数据传输和AIS设备类型。RATDMA在ITU-R M.1371-4^[1] Annex 2, §3.3.4.2中定义。

RATDMA用于当一个站需要分配一个没有预先通知的时隙。这通常是针对数据链路网络进入期间的第一个传输时隙，或针对不可重复的信息（如文本信息的传输）。

RATDMA操作的关键因素如下。

- 所有站点共享一个共同的时间参考（来自GPS时间），确保他们都能准确确定每个TDMA时隙的开始时间。
- 使用RATDMA传输的站点使用其内部的 "时隙图" 随机选择一个当前未被其他站点使用的时隙。它不宣布使用这个时隙，或用于非周期性传输的后续时隙。
- RATDMA不适合周期性传输，因为使用这种技术分配的时隙不可能被其他AIS设备知道。许多设备使用RATDMA进行定期传输会导致严重的数据碰撞，损害系统的完整性。
- RATDMA被A类AIS站用于 "网络进入"。这发生在A类设备首次开机时，并且之前没有使用SOTDMA宣布自己的时隙分配。一个初始的RATDMA传输被用来解决这个问题。

支持RATDMA的基本硬件要求是。

- VHF发射器能够在海洋VHF频段的任何AIS频道上运行
- 两个VHF接收器，能够在海洋VHF频段的任何AIS频道上操作
- 对所有收到的信息进行全时解码，以填充内部插槽图
- GPS接收器为TDMA计时提供时间参考
- 有足够的内存（RAM）来存储至少5分钟的TMDA插槽分配的插槽图（2250个TDMA插槽的分配状态）

3.3. ITDMA - 增量式时分多路存取

ITDMA在特定情况下用于预先通知非周期性信息的传输时隙。ITDMA在ITU-R M.1371-4^[1] Annex 2, §3.3.4.1中定义。

ITDMA运作的主要内容如下。

- 所有站点共享一个共同的时间参考（来自GPS时间），确保他们都能准确确定每个TDMA时隙的开始时间。
- 使用ITDMA传输的电台使用其内部的 "时隙图"，随机选择一个目前没有被其他电台使用的时隙供自己将来使用。它使用ITDMA传输来宣布使用这个槽位。
- 当一个站需要宣布一个定期信息的报告间隔的临时变化，预先宣布一个非定期信息（如与安全有关的信息）或在网络进入期间，ITDMA被使用。
- ITDMA是支持SOTDMA操作的必要条件，但它不作为独立的接入方案使用。

支持ITDMA的基本硬件要求是。

- VHF发射器能够在海洋VHF频段的任何AIS频道上运行
- 两个VHF接收器，能够在海洋VHF频段的任何AIS频道上操作
- 对所有收到的信息进行全时解码，以填充内部插槽图
- GPS接收器为TDMA计时提供时间参考
- 有足够的内存（RAM）来存储至少5分钟的TMDA插槽分配的插槽图（2250个TDMA插槽的分配状态）

3.4. FATDMA - 固定接入时分多址

FATDMA是一种人工管理的TDMA接入方案，AIS设备被预先配置为使用特定的TDMA时隙进行所有传输。FATDMA仅用于AIS基站和AIS AtoN站。FATDMA在ITU-R M.1371-4^[1] 附件2中定义。

§3.3.4.3.

FATDMA操作的关键因素如下。

- 所有站点共享一个共同的时间参考（来自GPS时间），确保他们都能准确地确定每个TDMA时隙的开始时间。
- 电台在安装时被配置为在一个或多个特定的TDMA槽中传输。
- 被配置为FATDMA操作的站点会发送一个数据链路管理信息，告知其他站点FATDMA插槽的分配情况。这将阻止范围内的任何其他站点使用这些时隙。由于这个原因，FATDMA的使用被最小化了，以减少对AIS网络动态行为的影响。
- 被配置为FATDMA操作的台站只在预先定义的槽中传输。

支持FATDMA的基本硬件要求是。

- VHF发射器能够在海洋VHF频段的任何AIS频道上运行
- GPS接收器为TDMA计时提供时间参考

请注意，不需要接收器的能力来支持FATDMA接入方案。

3.5. CSTDMA - 载波感应时分多路存取

CSTDMA是为B类AIS站定义的，允许开发一种低成本的收发器，与SOTDMA传输完全互通，同时确保SOTDMA传输的优先权。

CSTDMA在ITU-R M.1371-4^[1] 附件7中定义。

CSTDMA操作的关键因素如下。

- TDMA时隙的时间是由接收器范围内的AIS类或AIS基站传输的时间决定的。基于GPS的计时是不需要的。
- 使用CSTDMA的台站持续监测AIS无线电频道的背景噪音水平。该背景水平被用作每个TDMA时隙开始时的接收信号强度测量的参考。
- 当需要传输时，会随机选择一个TDMA时隙，并测量该时隙开始时的信号强度。如果信号强度明显高于背景水平，则假定该时隙正在使用，传输被推迟。如果时隙开始时的信号强度接近于背景电平，则假定时隙未被使用，并进行传输。
- 先听后传 "或 "载波感应 "方案是在逐个时隙的基础上工作的；这将CSTDMA的传输限制在一个TDMA时隙。使用这种技术不能分配多个连续的时隙。

支持CSTDMA的基本硬件要求是。

- VHF发射器能够在海洋VHF频段的任何AIS频道上运行
- 两个VHF接收器，能够在海洋VHF频段的任何AIS频道上操作
- 对所有收到的信息进行全时解码，以进行载波感应测量。

3.6. 修改的SOTDMA - 修改的自组织时分多址（或PATDMA）。

修改后的SOTDMA（或预宣布的TDMA）是一种简单的TDMA接入方案，定义为只用于发射设备。它特别适用于紧急信标，如AIS搜索和救援收发器（SART）。

虽然与本节中描述的SOTDMA接入方案共享 "SOTDMA "的名称，但这并不意味着SOTDMA就不存在。

3.1 这种技术与SOTDMA几乎没有其他共同之处。修改后的SOTDMA在ITU-R M.1371-4附件9中被定义，并被描述为用于 "范围有限且操作量小的设备"。AIS SART设备标准IEC61097-14^[2]中给出了接入方案的进一步定义。

修改后的SOTDMA操作的关键因素如下。

- 所有站点共享一个共同的时间参考（来自GPS时间），确保他们都能准确确定每个TDMA时隙的开始时间。
- 一个电台随机选择一个时段进行传输。在第一次传输中，它宣布它打算在接下来的8分钟时间里使用这个时段。在下一阶段的开始，将随机选择一个新的时段。
- 传输是以每分钟一次的8条信息的 "突发 "方式进行的。这是为了确保在设备在海面附近运行时成功传输，并可能被周期性的膨胀所阻挡，无法接收。
- 该系统被称为 "改良的 "SOTDMA，因为它使用了与第3.1节中描述的完整SOTDMA方案相同的未来传输预告系统。
- 由于修改后的SOTDMA在不知道其他站点使用的情况下随机选择传输槽，因此可能会产生数据碰撞。这被认为是可以接受的，因为在紧急信标中，修改后的SOTDMA系统的成本优势超过了数据碰撞的影响（由于紧急信标不定期或高密度运行，所以数据碰撞很小）。
- 由于随机传输有可能与其他AIS收发器的传输发生碰撞，修改后的SOTDMA技术不适合用于大量安装的系统，或在小范围内使用大量的系统。

支持修改后的SOTDMA的基本硬件要求是。

- VHF发射器能够在海洋VHF频段的任何AIS频道上运行
- GPS接收器为TDMA计时提供时间参考

请注意，不需要接收器的能力来支持修正的SOTDMA接入方案。

4. 访问方案在AIS设备类型中的应用

每个AIS TDMA接入方案对特定AIS设备类型的适用性在图2中列出。虽然ITU-R M.1371-4^[1] 提供了每个接入方案的顶层定义，但对收发器类型的具体要求在相关的 IEC设备标准中定义。

4.1. A类AIS收发器

A类AIS收发器的操作由设备和测试标准IEC61993-2 Edition 1^[3] 规定。

A类收发器使用以下TDMA接入方案。

- SOTDMA用于大部分的传输，包括所有的定期传输（位置报告）。
- RATDMA和ITDMA在网络进入期间（当收发器首次打开时）使用，以实现初始传输和时隙分配。
- RATDMA用于不能预先通知的非周期性的传输。这将包括文本信息或安全相关信息的传输。
- 当周期性信息的报告间隔改变时，ITDMA被用来分配周期性传输的时隙（例如，当位置报告间隔因船只速度变化而改变时）。

4.2. B类'CS'AIS收发器

B类'CS'（载波感应）收发器的操作由设备和测试标准IEC62287-1第2版定义^[4]。

B类 "CS "收发机只允许使用CSTDMA接入方案。

4.3. B类 "SO "AIS收发器

B类'SO'（自组织）AIS收发器的操作是由设备和测试标准IEC62287-2^[5] 规定的。该标准最近由IEC技术工作组制定，目前是最后的草案格式。预计将在2012年第四季度出版。

B类 "SO "收发器使用与4.1节中A类收发器定义的相同的接入方案。

4.4. AIS基站

AIS基站的操作由设备和测试标准IEC62320-1 Edition 1^[6] 规定。

AIS基站使用FATDMA和RATDMA接入方案。FATDMA时隙分配是手动配置的，并使用数据链管理信息广播给其他AIS收发器。RATDMA传输通常用于非周期性的信息，如安全相关信息的广播。

4.5. AIS助航收发器

AIS助航器的操作是由设备和测试标准IEC62320-2 Edition 1^[7]。

AIS辅助导航系统根据其硬件配置，使用FATDMA或RATDMA接入方案。

- 只具备发射能力的1类AIS AtoN使用FATDMA接入方案。这需要附近的基站通过数据链路管理信息保留AIS AtoN使用的时隙。
- 具有接收和发射能力的第三类AIS AtoN可以使用FATDMA接入方案（有基站保留）或RATDMA接入方案。后者允许AIS AtoN根据需要自主分配槽位用于自己的传输。

4.6. AIS搜索和救援收发器（SART）。

AIS搜索和救援收发器的操作在设备和测试标准IEC61097-14 Edition 1^[2] 中有规定。

AIS SARTs只使用修改过的SOTDMA接入方案，专门为低容量紧急信标应用中的突发传输而定义。

5. 参考文献

- [1] **国际电信联盟**
建议ITU-R M.1371-4 (04/2010) --在VHF海上移动频段使用时分多址的自动识别系统的技术特征。

- [2] **国际电工委员会**
国际标准IEC61097-14第1版 (02/2010) --全球海难和安全系统 (GMDSS) --第14部分 : AIS搜索和救援发射器 (AIS-SART) --操作和性能要求、测试方法和所需测试结果

- [3] **国际电工委员会**
国际标准IEC61993-2第1版 (12/2001) --海上导航和无线电通信设备和系统--自动识别系统 (AIS) 第2部分 : 通用自动识别系统 (AIS) 的A类船载设备--操作和性能要求、测试方法和所需测试结果。

- [4] **国际电工委员会**
国际标准IEC62287-1 Edition 2 (11/2010) - 海上导航和无线电通信设备和系统 - 自动识别系统 (AIS) 的B类船载设备 - 第一部分。载波感应时分多址 (CSTDMA) 技术

- [5] **国际电工委员会**
国际标准IEC62287-2, CDV草案--海上导航和无线电通信设备和系统--自动识别系统 (AIS) 的B类船载设备--第二部分 : 自组织时分多址 (SOTDMA) 技术

- [6] **国际电工委员会**
国际标准IEC62320-1, 第1版 (2007) --海上导航和无线电通信设备和系统--自动识别系统 (AIS) --第1部分。AIS基站 - 最低操作和性能要求, 测试方法和所需的测试结果

- [7] **国际电工委员会**
国际标准IEC62320-2第1版 (03/2008) --海上导航和无线电通信设备和系统--自动识别系统 (AIS) --第2部分 : AIS AtoN站--操作和性能要求、测试方法和所需测试结果