

VTS 水域内 AIS 监测的容量*

吴祖新¹ 戴 冉¹ 杨元辉²

(1. 大连海事大学航海学院; 2. 大连海事局交管中心)

内容提要: AIS 系统作为 VTS 的重要组成部分, 在船舶监控确保港口水域航行安全方面起到很大的作用, AIS 的监测容量是衡量其服务质量的一项重要性能指标。以大连 VTS 水域为例, 分析 AIS 监测容量的不足可能产生的影响, 并探讨可采取的弥补措施, 对 VTS 实际工作有指导意义。

关键词: VTS; AIS; 监测容量

0 引言

船舶交通管理系统(VTS)实质上是船舶交通监控系统, 主要从执行船舶报告、船舶交通管理和船舶交通服务等方面保证船舶在复杂水域安全航行。作为 VTS 重要监控手段的船舶自动识别系统(AIS)早在 20 世纪 90 年代中期就由瑞典等国家提出, 随着 AIS 设备在船舶上的逐步强制安装, 其迅速发展起来。AIS 在 VTS 中的作用主要体现在提高对附近船舶的掌控能力, 进而优化船舶交通流。在 VTS 的具体应用中, AIS 主要用于接收目标船舶的识别码、经纬度、航行信息以及简单的文字信息等, 从而实现识别目标、定位目标和与目标进行信息交换等目的。

鉴于 AIS 在 VTS 中的重要性, 而其本身是一个网络通信系统, 尤其是作为一个船舶监视系统, 其监测容量无疑是衡量其服务质量好坏的一项重要性能指标, 因此很有必要对 VTS 水域内的 AIS 监测容量进行研究, 看其是否满足 VTS 管辖水域的服务要求。

1 AIS 监测容量的含义

AIS 是网络通信系统, 处于该网络中的船舶根据自身运动状态自动收发信息。AIS 监测的容量^[1]就是该系统网络可以承受的最大数据量(船舶的数量), 该性能指标直接影响 VTS 水域内的监控能力。

装备 AIS 的船舶将利用自组织通信技术, 在 VHF 信道发布和接收船舶静态信息、动态信息、航行相关信息以及与安全相关的短消息等。在不同的水域, 船舶的种类、数量及其所处状态都不一样。为极小化无线信道负载, 同时又使之满足 AIS 的性能标准, ITU 规定处于不同运动状态的船舶使用不同的报告率。

2 VTS 水域内的 AIS 理论监测容量

VTS 多设于交通复杂水域, 交通流密度大, 船舶运行状态多变, 尤其是刚刚驶入或即将离开 VTS 水域的船舶需要向 VTS 进行常规报告。报告的信息主要包括静态数据、动态数据和航行相关数据, 需要占用较多的时隙。但是, 对已处于 VTS 水域的船舶而言, 动态信息的报告将是其报告的主要内容。因此, 在分析 AIS 的理论监测容量时, 本文将不考虑船舶静态信息所占的时

隙数, 而只计算动态信息占用系统的时隙数。

2.1 VTS 水域内船舶仅有一种运动状态

对处于同一 VTS 水域内且安装 AIS 的船舶, 在利用时分多址技术在同一信道上收发数据时, 数据是以帧的形式传输的。假设每个船舶发射子帧的时间为 T_s , 而该 VTS 水域内船舶安装 AIS 的船舶数目为 m , 每艘船舶以周期 T 发射信息, 则上述参数应满足

$$T_s \leq T/m \quad (1)$$

由式(1)可知, 在 AIS 系统中, 每个信道中船舶的最大数量约等于船舶发射信号的平均周期 T 与其发射单个子帧所需的时间长度 T_s 的比值。根据 ITU 规定, 1 帧在 AIS 信道中的长度为 1 min, 其由 2 250 个时隙组成, 可知每个时隙的时间长度

$$T_s \leq 60/2\ 250 \quad (2)$$

若在发射过程中, 某子帧连续占有 g 个时隙, 则该船舶发射该子帧的所需时间

$$T_s \leq g \times T_s \quad (3)$$

在 VTS 水域内的船舶已被 VTS 识别, 主要报告动态信息, 所以只需要考虑动态信息占用系统容量的情况, 而动态信息只占用一个时隙, 即 $g=1$, 此时系统的监测容量

$$C_{\max} = 2\ 250 \times T/60 \quad (4)$$

假设 VTS 水域内所有船舶都处于一种运动状态, 并假设速度都在 14~23 kn, 而其标称报告间隔^[2]都是 6 s, 故由式(4)可算出 AIS 在船舶都处于该运动状态的监测容量为 225

表 1 船舶仅一种运动状态的监测容量
艘。依此类推, 即可求得 AIS 单信道下船舶分别处于某种运动状态的监测容量, 见表 1。

在实际工程中, AIS 的监测容量必须留有余地, 因为当现实链路负载接近通信系统容

船舶的运动状态	标称报告间隔/s	监测容量/艘
锚泊或靠泊且移动速度不大于 3 kn	180	6 750
锚泊或靠泊且移动速度大于 3 kn	10	375
0~<14 kn	10	375
0~<14 kn 且改变航向	10/3	125
14~23 kn	6	225
14~23 kn 且改变航向	2	75
大于 23 kn	2	75
大于 23 kn 且改变航向	2	75

* 基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金(3132013010)

量的理论最大值时,系统的吞吐性能将会受到影响,它反过来又将制约其容量。

2.2 VTS 水域内船舶保持多种运动状态

事实上,VTS 水域内船舶的运动状态是复杂多变的,不同的运动状态对应着不同的更新周期,于是系统的监测容量随着该系统中各种运动状态的船舶的排列组合而动态变化。

本文将按船舶更新周期的不同把 AIS 系统中的船舶分为 8 类($i=1,2,\dots,8$),这 8 类同时也对应着船舶的 8 种运动状态。船舶的报告有静态报告与动态报告之分,其对应的报告周期分别为 $T_{s,i}$ 和 $T_{d,i}$ 。设 VTS 水域内,某类船舶的数量为 m_i ,则所有船舶发射的子帧占有信道的时隙总数

$$N_e = \sum_{i=1}^8 \left(\frac{60g_s}{T_{s,i}} + \frac{60g_d}{T_{d,i}} \right) \times m_i \leq N_m \quad (5)$$

式中: g_s 和 g_d 分别表示静态信息发射子帧和动态信息发射子帧所连续占用的时隙数; $\left(\frac{60g_s}{T_{s,i}} + \frac{60g_d}{T_{d,i}} \right)$ 是一艘 i 类运动状态船舶每帧占用的时隙数; N_m 为系统允许占用的最大时隙数。

如果 VTS 网络通信系统中信道负载小于 70%,则可满足处于该系统中的 AIS 船舶的报告吞吐率在 50% 以上^[1]。根据之前的假设,在 VTS 水域内不考虑静态信息 $T_{s,i}$,依照 ITU 的设计 $g_i=1$,故有

$$N_e = \sum_{i=1}^8 \frac{60m_i}{T_{d,i}} \leq N_m \quad (6)$$

根据式(6)可求出 m_i 值,从而计算出系统最大可容纳所有 AIS 船舶

$$m = \sum_{i=1}^8 m_i \quad (7)$$

VTS 水域内各类船舶会以多种形式出现,但可以结合水域内船舶的实际情况,对船舶数量进行适当调整,便可得到 AIS 的监测容量。通常,在 VTS 水域内,大部分船舶处于锚泊或靠泊状态;而受通航密度及水域规定的影响,运动中的船舶速度也大多处于低速状态,但转向会比较频繁。参考文献[1],可得到 VTS 水域内假设各种运动状态船舶的总容量,见表 2。由表 2 可知,在符合一定实际情况的前提下,VTS 水域内单信道的监测容量为 407 艘。目前使用的 AIS 系统都存在 2 个信道,可近似认为 AIS 系统的监测容量将是该数值的 2 倍。但是,如果在某些特殊情况下需要发布二进制广播信息及与安全相关的信息时,则系统容量将会有所减少。

3 大连 VTS 水域

大连 VTS 系统的服务区域主要有大三山岛水域及老铁山水域两部分,见图 1。主要包括大三山水域的分

表 2 AIS 监测容量(区域内船舶保持多种运动状态)^[1]

序号	船舶的运动状态	标称报告间隔/ t_s	1 帧内占用时隙数	船舶数量/艘	占用时隙数
1	锚泊或靠泊且移动速度不大于 3 kn	180	1/3	250	84
2	锚泊或靠泊且移动速度大于 3 kn	10	6	80	480
3	0 ~ < 14 kn	10	6	40	240
4	0 ~ < 14 kn 且改变航向	10/3	18	20	360
5	14 ~ 23 kn	6	10	5	50
6	14 ~ 23 kn 且改变航向	2	30	4	120
7	大于 23 kn	2	30	4	120
8	大于 23 kn 且改变航向	2	30	4	120
总计				407	1 574

道通航,大连湾大窑湾港和旅顺新港内和锚地动态的监控,以及老铁山水域的分道通航和航行安全。其中,老铁山分道通航是国内外船舶进出渤海的重要通道。

大连 VTS 船舶交通管理系统能对辖区内 AIS、雷达数据进行收集,并以网络形式传递;能在覆盖区内自动检测和跟踪目标,并能形成各目标的轨迹图;具有多层次可定制的操作显示界面;能对历史数据进行回放,并可加入图片及语音等注释信息。

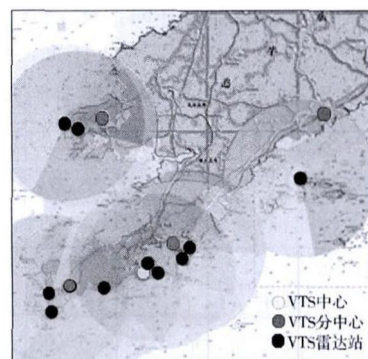


图 1 大连 VTS 中心水域示意

3.1 水域内 AIS 基站情况

大连 VTS 管辖水域内设有 3 座 AIS 基站,分别位于老铁山、黄白嘴和长兴岛,其中老铁山 AIS 基站因其位于渤海咽喉要道而使用率最高,因而存在较频繁的系统冲突;长兴岛附近船舶相对较少,其 AIS 使用率最低,存在信道资源的冗余。

为充分利用 AIS 系统,对单个 AIS 基站必须综合权衡其 AIS 的信道利用率、系统冲突率和发射成功率,找出三者的最优组合^[1];对整个 AIS 网络应采用相关负载均衡技术,以降低个别 AIS 基站的负荷,从而提升 AIS 网络的数据处理能力。

3.2 水域内船舶情况

考虑到大连 VTS 管辖水域内商船(A 类 AIS)的实际情况,可统计出一段时间内若干个时间点的各种运动状态船舶的数量,然后计算各数据的平均数,具体数据见表 3。

由表 3 可知,大连 VTS 水域商船(A 类 AIS)占用时隙数约为 924,低于本文讨论的单信道的系统最大时隙数 1 574。经理论分析^[1],当 AIS 信道使用率在 70% ~ 75% 时,系统的发射成功率可达到 75% ~ 85%,系统冲

突率会在 15% 以下, 此时系统可达到最佳性能。随着系统内报告次数的进一步增加, 会加剧系统的时隙冲突, 增大误码率, 从而制约 AIS 系统的发射成功率。通常情况下大连 VTS 水域内 AIS 工作正常, 但如果 AIS 工作在某些极值工况时, 会因系统短时间内大量数据占据信道造成因监测容量不足而引起的堵塞, 从而使系统冲突率迅速上升, 直接影响 VTS 的服务质量。

表 3 大连 VTS 水域内商船占用时隙

船舶的运动状态	船舶数量/艘	占用时隙数
锚泊或靠泊且移动速度不大于 3 kn	481	160
锚泊或靠泊且移动速度大于 3 kn	6	36
0 ~ < 14 kn	53	318
0 ~ < 14 kn 且改变航向	15	270
14 ~ 23 kn	8	80
14 ~ 23 kn 且改变航向	3	60
大于 23 kn	0	0
大于 23 kn 且改变航向	0	0
总计	566	924

3.3 AIS 监测容量不足产生的问题及弥补措施

AIS 系统短时间内因监测容量不足可能会引发的问题以及从 VTS 工作的实际出发可尝试采取的弥补措施探讨如下。如需从根本上解决监测容量不足的问题, 还有待进一步的研究。

3.3.1 VTS 无法正常跟踪、识别目标船

系统将无法同时处理所有目标船数据, 造成目标船轨迹不稳定。在 VTS 实际监控过程中发现辖区内多条目标船的轨迹不停跳跃, 很难对其进行跟踪、识别、监控或信息读取。

对此, VTS 操作人员可通过指定接收区域的方式限制区域外船舶的占用时隙数, 以达到优先服务重点区域的目的。在 SYTAR 中可打开区域设置界面, 即可输入经纬度对区域进行编辑, 见图 2。但需要注意: 一是只有具有超级管理员权限的 VTS 工作人员才能编辑接收区域; 二是区域改动后所有工作台均发生变动, 目前无法做到每个工作台接收不同的区域。

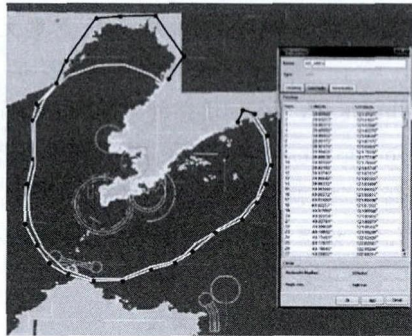


图 2 VTS 服务区域设置

3.3.2 B 类 AIS 占用 AIS 系统资源

根据中国海事局颁布并已开始实施的《国内航行船舶船载电子海图系统和自动识别系统设备管理规定》, 强制要求 500 总吨以下沿海航行船舶、内河航行船舶配备 A 级或 B 级 AIS 设备; 交通运输部和农业部也早在 2009 年共同签署《水上安全管理合作备忘录》, 推广渔船 AIS 设备安装是其中一项重要

措施。但是, 众多的 B 类 AIS 必然会占用部分 AIS 系统的资源, 也增加交通监管画面中的复杂度, 直接影响 VTS 对商船 (A 类 AIS) 的服务质量, 见图 3。根据 NORRIS^[1] 教授的仿真, 同一片水域, 300 艘配备 B 类 CSTDMA 型 AIS 的船舶与 120 艘配备 A 类 AIS 的船舶, 通信发生冲突的概率为 20% 左右。

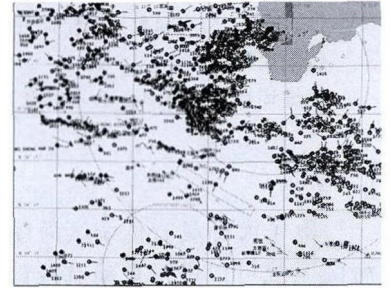


图 3 AIS 监控画面

VTS 操作人员不能直观地区分 A 类和 B 类 AIS, 但可通过查看目标船的详细信息进行分辨。因此, 当区域内 B 类 AIS 较多引起监测容量不足时, 可设置隐藏 B 类 AIS 信息, 减轻 B 类 AIS 对系统的负荷, 但此项操作会造成 B 类 AIS 数据流失。

3.3.3 VTS 水域内船舶间 AIS 通信受阻

处于繁忙 VTS 水域内的船舶也会因监测容量不足而使 AIS 的通信延时或受阻, 表现在接收到的 AIS 数据严重缺失, 或电子海图系统上显示的周围 AIS 船舶动态更新缓慢, 与视觉效果或雷达图像严重不符。

船舶 AIS 设备不能人为控制其接收和发射时机, 也无法选择接收 AIS 数据的类别。因此, 当其通信受阻时, 值班驾驶员只能保持高度警惕, 加强视觉瞭望和雷达监控, 以降低 AIS 通信受阻带来的风险。

3.3.4 降低 AIS 服务的稳定性

AIS 系统因监测容量不足而高负荷工作, 会降低 AIS 服务器的稳定性, 影响 VTS 服务效率甚至会中断服务。为此应加大 AIS 基站建设, 建立 AIS 服务器的冗余备份机制, 完善系统的维护制度, 确保 AIS 通信链路的安全。

4 结束语

本文讨论的 AIS 系统最大监测容量指在保证有足够链路吞吐量的前提下系统所能承受的最大监测容量。随着大范围安装 AIS 设备, 系统内的船舶数可能会逼近理论监测容量; 此外无线电在不同路径下的传播损耗也影响着系统监测容量^[2]。这时, 如果各个船舶的 AIS 利用自组织通信技术发送信息, 可能会使系统的信道阻塞率较快上升。因此, 建议各相关部门在加速推进 AIS 安装的同时, 应对 AIS 系统最大监测容量、系统时隙占有情况^[3]、通信链路等做进一步研究, 采取相应措施避免通信信道堵塞情况的发生。

参考文献

- [1] 孙文力, 孙文强. 船载自动识别系统[M]. 大连: 大连海事大学出版社, 2004.
- [2] 朱金发, 孙文力, 汤华. 船载自动识别系统手册[M]. 北京: 人民交通出版社, 2005.

用 OpenCPN 软件免费制作全球电子海图

深圳港引航站 沈建云

内容提要: 电子海图显示与信息系统(ECDIS)在船舶上的应用越来越普及,虽然使用费用有所下降,仍感较高。同时,各厂家产品采用平台各异,也给使用者带来一定麻烦。介绍某款开源免费的电子海图显示与信息系统(ECDIS)—OpenCPN(The Open Source Chart Plotter/Navigator)软件,自行制作全球电子海图,具有开源、免费、跨平台(适用 Windows, iOS, Linux 平台)使用,功能强大、操作简便,能通过多种方式与外接设备连接,方便接收数据等特点,可方便船长、引航员作为辅助导航手段操控船舶。

关键词: 电子海图显示与信息系统(ECDIS); 免费开源; 跨平台; 全球海图; iPad; iPhone; 引航员专用接口

0 引言

电子海图具有传统纸海图无法比拟的优点。电子海图系统可以进行自动航线设计、航向航迹监测、自动存储本船航迹、历史航程重新演示、航行自动报警(如偏航、误入危险区等),快速查询各种信息(如港口、潮汐、海流等),随时刷新船位、航速、航向,显示船舶实时动态,也可将雷达/ARPA 的回波图像重叠显示在电子海图图上。系统内数千幅海图的自动更新只需几分钟。通常使用的电子海图软件价格较高,而电子海图资料价格更高,并且需要定期购买新图更新,否则过期失效。使用开源、免费的电子海图 OpenCPN 软件能够满足国际海事组织的要求,可以在电脑(PC机),iPad, iPhone 上免费安装使用,大大降低电子海图的使用成本。

OpenCPN 是一款自由软件,遵从 GPLv2 协议开放源代码,有如下特点。

(1)支持以下格式海图:S57 矢量格式、BSBv3 栅格格式、CM93 矢量格式;支持 S52 显示标准;支持 iENC and KAP;支持自动海图跟踪;支持航线规划及跟踪;支持 NMEA0183 GPS 接口;支持 AIS 接口,实现船舶跟踪和避碰报警;支持插件机制,可方便扩展功能。

(2)可在 Windows, iOS, Linux 系统同时跨平台运用,共享船舶转向点、航线、新增碍航物或浮标等信息。

1 OpenCPN 软件

1.1 下载并安装 OpenCPN 软件

对于 Windows XP SP3/Vista/7/8 系统可按下列地址下载软件:http://opencpn.org/ocpn/downloads/beta/opencpn_3.1.1405_setup.exe 下载 opencpn Windows 安装包,或 <http://download.csdn.net/download/sh1996/4924675> 下载“opencpn”。

刚开始使用 OpenCPN,建议选择使用稳定版。

OpenCPN 软件安装:

- 退出所有其他程序(包括反病毒程序,为安全起见,建议拔下网线);

- 运行下载软件的安装程序;

- 安装后重新启动防病毒软件,连接网络。

注意点:

- 如果已经安装 OpenCPN 早前的版本,无需卸载旧版,新版本安装后将自动升级并保存现有的配置和选择。

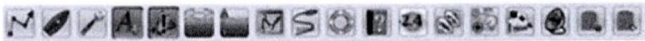
- 如果是初次安装,打开 OpenCPN 软件,单击软件主界面上方工具箱图标(见图1),配置 GPS 或 pilotplug(引航员专用接口)等,以及安装海图和进行其他设置。



图1 opencpn 主界面按钮

如果顺利安装 Windows 版 OpenCPN 后不能打开,可能是缺少文件,可尝试到微软公司主页下载并安装 Microsoft Visual C++ 2008 SP1 Redistributable Package (x86)运行组件。

1.2 熟悉 OpenCPN 所带的重要文件、日志和配置文件

在 OpenCPN 中会有很多参考配置文件,熟悉 OpenCPN 后,可方便找到 C:\Program Files\OpenCPN\config files 高级选项,根据需求修改选项并保存所有数据,这样就可改变原先的默认设置。

1.3 设置 pilotplug 接口与电脑连接(通过 USB 连线、蓝牙或 Wi-Fi 链接)

2 海图的下载与安装

百度网搜索关键词“cm93 V2 海图”并下载。如:

[3] 刘彤,吴建华,雷金平. AIS 通信系统性能分析[J]. 交通科技, 2004(8): 134-136.

[4] NORRIS A. Automatic identification systems—the effects of class B on the use of class A systems[J]. J Navigation, 2006, 59(2): 335-347.

[5] 吴青,崔建平,马枫,等. 基于奥村模型的内河 AIS 基站监测范围研究[J]. 武汉理工大学学报, 2011, 33(1): 36-42.

[6] 谢伟东,郑佳春,张杏谷,等. AIS 基站通信时隙的在线监测与评估[J]. 航海技术, 2012(6): 33-35.