

我国海上数字广播系统 (NAVDAT) 发展展望

赵晋宇, 王福斋, 易中立

(交通运输部规划研究院, 北京 100028)

摘要: 文章介绍了海上数字广播系统 (NAVDAT) 的主要功能和国内外发展动态, 分析了我国推广 NAVDAT 研究应用的基础条件, 展望了我国 NAVDAT 系统发展的预期目标, 并研究提出了 NAVDAT 台站布局规划方案与覆盖效果。

关键词: 数字广播; 海岸电台; NAVDAT; 展望

中图分类号: U665.2

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2020) 06—0043—04

1 概况

1.1 NAVDAT 简介

近年来, 随着全球海上遇险与安全系统 (GMDSS) 现代化进程和 e-航海 (e-Navigation) 建设的不断推进, 涉海用户对海上安全信息播发的内容、速率、时效性等提出了更高的要求, 海上数字广播系统 (英文简称 NAVDAT) 应运而生。NAVDAT 系统相较于传统的奈福泰斯系统 (NAVTEX) 具备数字化、高带宽、高速率等优势, 国际海事组织 (IMO) 等国际组织也大力推进 NAVDAT 的应用进程^[1], NAVDAT 成为未来海上安全信息播发技术发展的重要方向。国际电信联盟 (ITU) 于 2012 年颁布了 NAVDAT 技术建议书《一种称为“Navigational Data”的在 500kHz 频段实施岸至船海上安全信息广播的数字系统的技术特性》(ITU-R 2010-0)^[2]。从技术角度而言, NAVDAT 系统是一种用于海上安全通信业务的中频无线电通信系统, 工作于 500kHz 频段, 采用数字传输技术, 提供岸到船方向的广播链路。NAVDAT 系统可使用类似奈福泰斯系统 (NAVTEX) 的播发方式, 由国际海事组织 (IMO) 协调时隙分配, 多个电台在相同频段下分时段播发; 也可以使用全球数字无线电 (Digital Radio Mondiale, DRM) 模式, 多个电台同时发射, 无线电信号范围可交叉覆盖, 实现对目标海域的加强覆盖。

1.2 NAVDAT 的作用

NAVDAT 系统是采用正交频分复用 (OFDM) 调制方式进行船的数字信息广播, 在不同编码模式下可实现 100 海里至 400 海里的覆盖范围, 有效数据传输速率达 12~18kbps, 约为 NAVTEX 系统传输速率 300 倍。利用 NAVDAT 技术可有效提升信息传输效率, 实现气象信息、水文信息、航道信息等的及时和可视化发布, 丰富完善海上安全信息播发类型; 通过发布可视化的搜救信息, 可直观的显示周边遇险船舶的位置, 并提供船舶载货和人员的各类信息, 便于迅速确定船位、组织搜救力量和快速出动, 有效提高海上搜寻救助应急响应行动效率; 利用数字化信息播发技术能够实现海上安全信息的同步播发、定向播发、个性化定制播发等, 更加贴合用户的实际使用需求。因此, NAVDAT 成为了 GMDSS 现代化和 e-Navigation 中提供海上宽带通信服务支撑的关键系统之一,

对提升我国沿海大通道安全通信覆盖效果具有重要意义。

表 1 NAVDAT 系统与 NAVTEX 系统对比表

通信特性	NAVDAT	NAVTEX
发射频率	500kHz	518/490/4209.5kHz
调制方式	OFDM / NQAM	F1B
调制速率	25kbps (典型值)	100bps
有效数据速率	12k ~ 18kbps	50bps
覆盖范围	A1、A2 海区	A1、A2 海区
播发内容	航行警告、气象水文信息、搜救信息、港口和引航业务、船舶交通信息、海事安全和保安、电子海图数据等。	航行警告、气象水文信息、搜救信息、引航业务。
播发格式	文字消息、文件 (文本或图像)	文字
播发方式	通用广播、选择性广播、专用广播	通用广播

1.3 NAVDAT 系统构成

NAVDAT 系统主要由信息管理系统、海岸电台网络、中频发信设备、传输通道和船用接收机五部分构成。

(1) 信息管理系统 (SIM): 收集和控制各种信息; 创建要发送的消息文件; 根据消息文件是否需要重复发送及其优先级创建发送计划。

(2) 海岸电台网络; 确保信息源到发射机间消息文件的传输。

(3) 中频发信设备; 从 SIM 接收信息; 将信息编码并以 OFDM 方式调制, 生成射频信号; 将射频信号发送到天线向船只播发。

(4) 传输通道: 即 500kHz 频段射频信号传输信道。

(5) 船用接收机: 将射频 OFDM 信号进行解调; 重构消息文件; 根据消息文件类型, 整理并使消息能够在专用设备上使用。

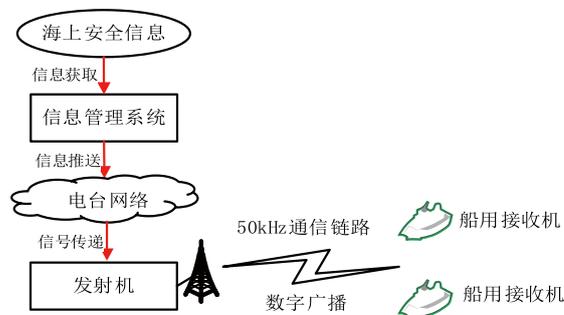


图 1 NAVDAT 系统构成示意图

2 国际 NAVDAT 发展动态

20 世纪初, 美国、法国、日本等国家便开始了对高速数字海上安全信息播发系统的研究。2009 年法国提出了 NAVDAT 技术方案, 并进行了较完整的通信试验, 之后随着美国、丹麦、日本等国的加入, NAVDAT 技术基础研究日渐完善。NAVDAT 技术自 2009 年提出以来, 得到了多个国际组织和部分国家的高度重视, 相关标准、建议案的研究编制工作持续开展。

2010 年, ITU 根据部分欧洲国家前期研究成果, 发布了 M.2201《在 495-505kHz 频段海事移动服务数字播发岸-船安全和保安相关信息》报告, 提出了利用现有水上移动业务的中频频段部分设备, 开展水上安全信息数字播发的方案。

2012 年 2 月, 世界无线电通信大会 (WRC-12) 最终通过对现行国际《无线电规则》的修订, 将 495kHz-505kHz 频段再次划分为水上移动业务专用。

2012 年 3 月, ITU-R 正式颁布新的技术建议书《一种称为“Navigational Data”的在 500kHz 频段实施岸至船海上安全信息广播的数字系统的技术特性》(ITU-R M.2010)。

2012 年 7 月, 在国际海事组织航行安全分委会 (NAV) 第 58 次会议上, 保加利亚、法国和罗马尼亚共同提出了《495-505 kHz 频段海上安全保障信息数字广播系统》的提案 (NAV 58/INF.17)。

2013 年, COMSAR 17/4《国际海事组织/国际电信联盟海上无线电通信专家组第八次会议报告》(第 44 节) 将海上安全数字广播系统列为 GMDSS 现代化可能应用的设备、系统和技术之一。

2015 年 IMO/ITU 联合专家工作组报告 (NCSR 3/17) 指出, NAVDAT 可以引入 SOLAS 公约, 作为 NAVTEX 业务的补充或替代。

2016 年 IMO 导航、通信和搜救小组委员会 (NCSR) 第 3 次会议的报告 (NCSR 3-29) 指出, IMO 和 IEC 应制定国际 NAVDAT 必要的技术和运营服务和性能标准的建议。

2017 年, IMO 海上安全委员会第 98 届会议 (MSC 98) 批准了《GMDSS 现代化计划草案》, NAVDAT 系统作为 GMDSS 现代化的一项重要应用, 将随着上述草案逐步实施。

2018 年以后, NAVDAT 技术建议书 (ITU-R M.2010-0) 仍在不断修订完善, IMO 计划于 2023 年正式对外发布 NAVDAT 技术标准 (ITU-R M.2010-1)。

3 国内 NAVDAT 发展动态

交通运输部海事局高度重视 NAVDAT 系统在我国海上安全信息播发方面的应用, 自 2013 年起要求东海航海保障中心跟进相关研究。2015 年东海航海保障中心搭建了 NAVDAT 试验系统, 开展试验验证工作^[3]。多年来, 我国 NAVDAT 系统研究和应用已取得多项成果^[4]。

2017 年 5 月在 19 次 ITU WP 5B 会议中, 我国第一次就

M.2010-0 修订的初步草案工作文稿提交了一份提案, 对于选择性广播的定位与要求、信息和管理系统的监控功能、OFDM 参数设定要求等方面提出了修订建议。

2018 年 5 月在 21 次 ITU WP 5B 会议中, 我国再次就 M.2010-0 修订的初步草案工作文稿提交了一份提案, 重点对 NAVDAT 系统的操作特性、系统结构、技术特征、传输结构等进行了修订和补充。

2018 年 11 月在 22 次 ITU WP 5B 会议中, 我国继续对 M.2010-0 建议书进行修订, 对广播优先级、同步头设置和有关参数设置等提出了修订建议。

2019 年 12 月, 东海航海保障中心 NAVDAT 试验验证平台基本建成^[5], 建设内容包括数据源系统、信息管理处理系统、播发台、船载终端以及陆地监视系统等。东海航海保障中心结合此前开展的大量试验工作, 初步验证了 NAVDAT 系统在不同编码方式、播发条件等因素对系统播发效果的影响, 为进一步深化 NAVDAT 技术研究提供了实证支撑。其中, 上海地区 1kW 中频发射机、10kHz 带宽条件下 NAVDAT 系统通信覆盖范围如表 2 所示^[6]。

表 2 NAVDAT 系统通信覆盖范围

天线效率	调制方式 (码率)	覆盖距离 (海里)
25%	4-QAM (0.5)	95.6~299.0
	16-QAM (0.5)	53.0~219.2
	64-QAM (0.5)	24.7~138.0
100%	4-QAM (0.5)	154.1~380.8
	16-QAM (0.5)	94.1~296.6
	64-QAM (0.5)	47.4~206.0

此外, 我国交通运输行业规划也对 NAVDAT 系统的应用提出要求。2017 年, 交通运输部海事局宣贯的《中国海事航海保障“十三五”发展规划》^[7]中明确“拓展水上宽带数字广播通信 (NAVDAT)”, 近期正在开展 NAVDAT 台站的布局研究。

总体而言, 我国 NAVDAT 系统的建设研究得到了国家和行业的大力支持, 在设备研制、测试验证、应用布局研究等方面已处于世界领先水平, 近年来 M.2010 建议书的修订工作也多由我国主导, 国际话语权不断提升。

4 我国 NAVDAT 发展展望

4.1 我国 NAVDAT 发展具备良好条件

从国际履约角度, 我国是国际海运大国, 是国际海事组织 (IMO) 的 A 类理事国, 是《1974 国际海上人命安全公约》(SOLAS 公约) 和《1979 国际海上搜寻救助公约》的缔约国, 应当认真履行相关国际公约, 承担国际义务, 同时也应积极提供“中国方案”, 提升我国在国际航海保障领域的影响力和话语权。因此, 我国应与国际公约与建议案的更新发展节奏适配, 及时响应 IMO、ITU 等国际组织号召, 在 NAVDAT 技术前期研究的基础上持续跟进, 进一步强化在国际标准制定过程中的主导作用, 为实现我国从“跟跑”到“并跑”并

最终“领跑”提供宝贵契机。

从国家发展角度，党的十九大报告提出“加快建设海洋强国”和“建设交通强国”的战略发展要求，保障水上交通安全是国家涉海战略顺利推进的重要前提。但沿海宽带通信手段的缺失导致我国海上安全通信服务质量难以提升。为此，交通运输部高度重视海上安全通信能力建设，在多个层面规划中均将 NAVDAT 系统建设确定为未来重要任务，为我国 NAVDAT 系统的建设发展提供了政策支持与资金保障。

从用户需求角度，海上安全信息播发是海岸电台通信量最大的业务，为中远海域航行船舶提供了重要的安全信息服务。目前，传统航运业正逐步朝智能化方向发展，对航行相关信息的丰富性、及时性、可靠性要求不断提升。但是现有 NAVTEX 系统在播发机制、播发速率、播发内容等方面均受到较多制约，难以满足未来智能航运的信息获取需求。NAVDAT 系统作为 NAVTEX 系统的升级延续，能够实现航行信息的数字化、图形化、选择性播发，并能够结合卫星定位信息和船舶识别信息开展定制化服务，在提升信息服务效果的同时具有较好的经济性，具备良好的用户基础。

表 3 三大海岸电台近三年通信业务数据统计表 单位：次

海岸电台	年度	遇险报警	海上安全信息播发			常规通信
			航行警告	气象警告	气象预报	无线电话
天津	2017	251	91116	10624	12078	39674
	2018	923	105156	11998	12782	29188
	2019	994	113592	14087	12775	20990
上海	2017	2850	111198	11386	12346	70109
	2018	3254	100362	10346	12354	25511
	2019	2228	119239	12263	11295	26293
广州	2017	285	30324	8968	14028	45415
	2018	278	36972	12160	24160	37762
	2019	678	42468	11040	24192	32244

从发展基础角度，我国 GMDSS 在沿海布局有 16 座中高频海岸电台，其中大连、天津、上海、福州、广州、湛江和三亚等七座海岸电台开设有 NAVTEX 业务。多年来，我国逐步积累了丰富的海岸电台基础设施资源，建设了完备的通信专业技术人才队伍，并形成了完善的海上安全信息获取与多台站协调播发管理机制。结合前期开展的大量研究和试验工作，我国 NAVDAT 系统的建设发展具备良好的软硬件基础条件。

4.2 我国 NAVDAT 发展的预期目标

鉴于 NAVDAT 技术建议文件仍在优化完善，IMO 计划于 2023 年正式对外发布技术标准，因此近期应当适当布设少量 NAVDAT 系统试点，加强对 NAVDAT 系统的实用性、可靠性和先进性等方面的试验验证，形成更加完整翔实的试验结论和高质量的技术提案，为我国相关技术标准的制定提供实证支撑，推动国内技术标准的国际化工作。

待 NAVDAT 国际技术标准明确后，依托我国现有海岸电台资源，积极推动 NAVDAT 台站布局建设，最终实现我国沿海水域 NAVDAT 通信的连续覆盖，满足最新国际公约和建议案相关要求，全面提升内部管理和对外服务能力，为航海者提供数字化、高速率、定制化的海上安全信息播发服务。

4.3 我国沿海 NAVDAT 布局规划

根据我国现有对 NAVDAT 系统覆盖效果的仿真与实验验证结果，16-QAM 编码方式下 NAVDAT 系统通信覆盖范围约为 200 海里。结合我国现有海岸电台布局方案和基础设施情况，本文提出了我国沿海 NAVDAT 台站的总体布局方案。北方海区布设大连、天津和青岛等 3 座 NAVDAT 台站，能够实现我国北方海区的连续覆盖和渤海的重点覆盖；东部海区布设上海、宁波和福州等 3 座 NAVDAT 台站，能够实现我国东部海

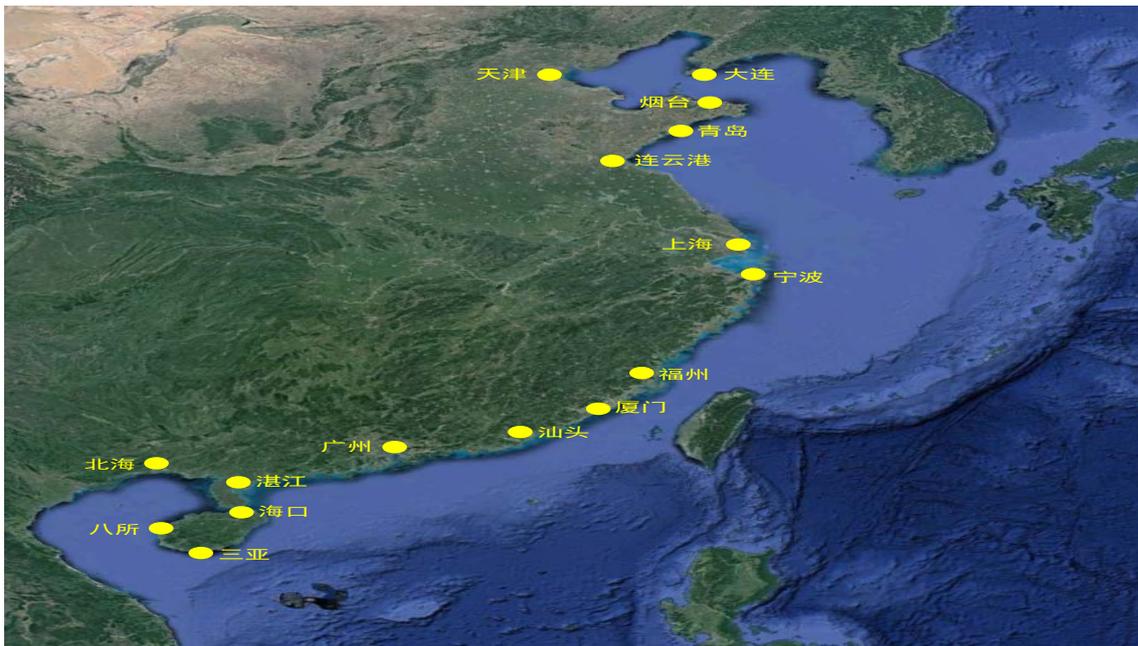


图 2 我国海岸电台总体布局示意图

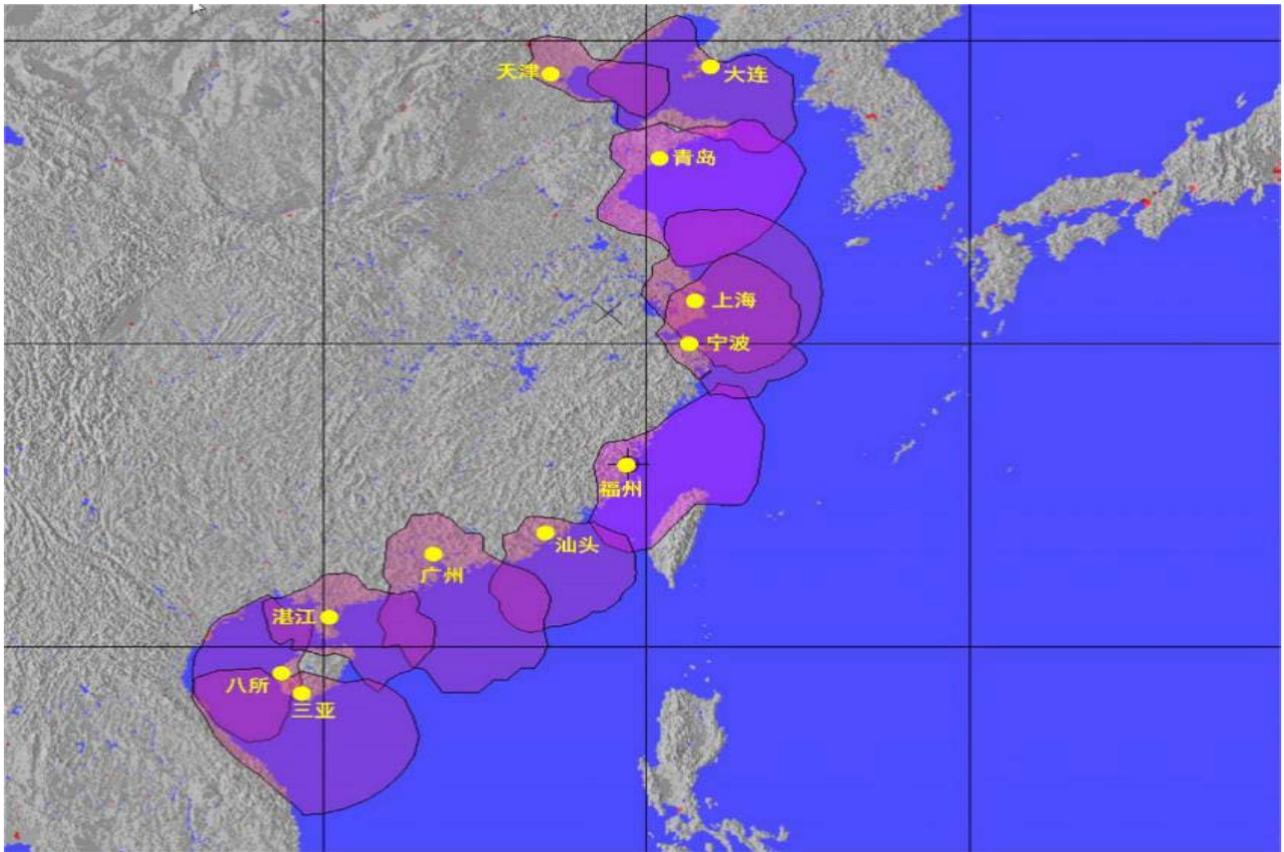


图3 我国沿海NAVDAT布局规划图

区的连续覆盖和长江口水域、台湾海峡的重点覆盖；南方海区布设汕头、广州、湛江、八所和三亚等5座NAVDAT台站，能够实现我国南方海区的连续覆盖和珠江口、琼州海峡、北部湾水域的重点覆盖。上述布局方案基本实现了我国沿海水域NAVDAT通信的连续覆盖，能够覆盖我国沿海主通道，包括南北航线、沿海“六区”等重点海域。NAVDAT台站覆盖效果如图3所示。

5 结束语

随着国家涉海战略的不断推进和航运业态的变革发展，宽带数字通信技术在海上交通安全保障领域的应用需求更为迫切。NAVDAT系统经过多年的研究实践，技术体制已逐渐成熟，目前IMO正在推进国际标准的研究制定工作。我国作为IMO的A类理事国，应当及时跟进国际研究步伐，继续深化应用研究，保持在NAVDAT领域的国际领先优势。之后应充分利用良好基础条件，科学制定NAVDAT系统建设发展计划，及时认真履约，为航海者提供更为优质的安全通信服务。

参考文献：

[1]ITU-R, Utilization of the 495-505kHz band by the maritime mobile service for the digital broadcasting of safety and security related information from shore-to-ships[S], Report

ITU-R M.2201, 2010.11

[2]ITU-R, Characteristics of a digital system, named Navigational Data for broadcasting maritime safety and security related information from shore-to-ships in the 500kHz band[S], Recommendation ITU-R M.2010, 2012.3

[3]IMO NCSR, NAVDAT based maritime safety related information broadcasting tests conducted in China, NCSR 2/INF.4, 2015.1

[4]许幼成,陈涤非.我国参与国际电联NAVDAT研究进展[J].中国信通信,2019(11).

[5]交通运输部海事局.《关于东海航海保障中心海上数字广播(NAVDAT)试验验证平台工程可行性研究报告的批复》(海航保〔2018〕319号)[Z],2018

[6]许幼成,陈涤非.NAVDAT覆盖范围估算[J].中国水运(下半月),2018(04).

[7]中国海事局,交通运输部规划研究院.《中国海事航海保障“十三五”发展规划》[Z].2015

本论文受2019年度交通运输战略规划政策项目《海岸电台安全通信系统发展思路及布局研究》和2019年度交通运输部海事局“十四五”规划前期研究支持