

新型海洋应用对天地一体化信息网络的需求探讨

李玉辉, 黄宇, 王妮炜, 徐晓帆, 陆洲

(中国电子科技集团公司电子科学研究院, 北京 100041)

摘要: 分析海洋观测、极地科考、自主船舶航行、船舶动态跟踪等新型海洋应用对天地一体化信息网络的需求, 提出海洋遥感数据中继、海洋观测平台天基物联、中远海船舶安全监管等典型海洋应用。通过天地一体化信息网络海洋应用的示范及推广, 可促进海洋应用与天地一体化网络的有效融合, 提升海洋信息化的综合水平, 助力我国海洋经济的快速稳定发展。

关键词: 天地一体化信息网络; 海洋应用; 海洋信息化; 天基中继; 天基物联

中图分类号: TP393

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.2096-8930.20200113

Discussion on the New Marine Application of Space-Integrated-Ground Information Network

LI Yuhui, HUANG Yu, WANG Niwei, XU Xiaofan, LU Zhou

China Academy of Electronics and Information Technology, Beijing 100041, China

Abstract: The demand of new marine applications, such as ocean observation, polar scientific research, autonomous ship navigation, ship dynamic tracking, etc., for the space-integrated-ground information network was analyzed. The typical marine applications, such as ocean remote sensing data relay, space-based internet of things of ocean observation platform, safety supervision of ships in the middle and far seas were proposed. Through the demonstration and promotion of the space-ground integrated information network marine application, we can promote the effective integration of the marine application and the Space-Ground Integrated Information Network, improve the comprehensive level of marine informatization, and help the rapid and stable development of China's marine economy.

Key Words: space-ground integrated information network, the marine application, marine informatization, space-based relay, space-based internet of things

1 引言

海洋信息化是新一代信息技术与海洋调查观测、开发利用、综合管理、科学研究、海洋安全与权益维护等各类海洋活动的深度融合, 是认知海洋、经略海洋的重要手段^[1]。

近年来, 我国加快了开发和利用海洋的步伐, 海洋信息化开始从“数字海洋”向“智慧海洋”迈进, 海洋观测、海洋探测等信息化系统开始向无人化、智能化、网络化发展, 人类对海洋的开发及利用活动也从近海向中远海拓展, 由此带来诸多新型海洋应用需求。

海洋应用的有效推广实施, 离不开国家信息基础设施的支撑, 天地一体化信息网络作为国家信息化重要基础设施, 对拓展国家安全、保障国计民生、促进经济发

展具有重大意义^[2]。

本文结合新型海洋应用, 提出了对天地一体化信息网络的迫切需求, 并基于天地一体化信息网络的服务能力, 论述了海洋遥感卫星数据中继、海上观测平台天基物联以及中远海船舶安全监管3个典型海洋应用系统, 提出了相应的解决方案及需突破的关键技术, 为天地一体化信息网络海洋应用的推广奠定了基础。

2 海洋应用对天地一体化信息网络的需求

2.1 天地一体化信息网络简介

天地一体化信息网络以地面网络为依托、天基网络为拓展, 采用统一的技术架构、技术体制、标准规范,

由天基信息网、互联网和移动通信网互联互通而成。如图1所示,天基信息网包括天基骨干网、天基接入网、地基节点网3个部分^[2]。

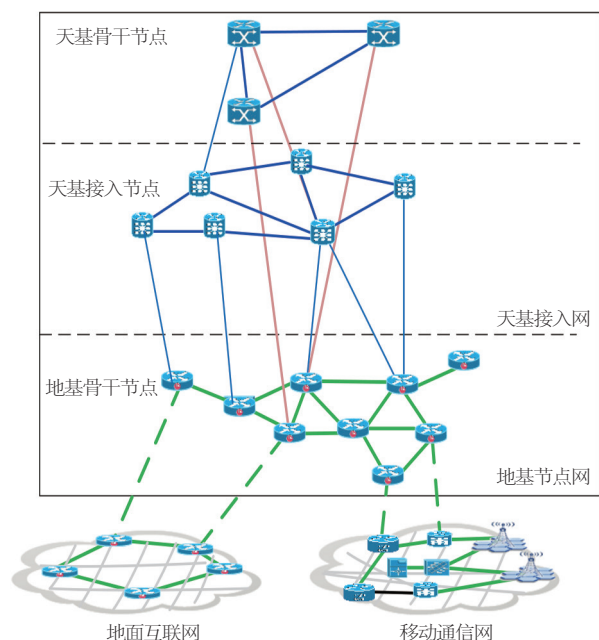


图1 天地一体化网络组成示意

天地一体化信息网络具备天基中继、宽带接入、移动通信、天基物联、天基监视等服务能力。

(1) 天基中继

天基中继是指利用天地一体化天基骨干节点,为低轨卫星用户(遥感卫星等)、航天器用户、无人机等非航天类用户,提供大容量业务数据的实时回传及分发。

天基中继的服务能力,激光不低于5 Gbit/s, Ka微波不低于1.2 Gbit/s。

(2) 宽带接入

宽带接入是指利用天地一体化天基骨干节点和天基接入节点,为政府通信、企业专网互联、海上平台/基站回传、互联网接入等用户应用,提供点对点、星状、网状互联的宽带数据接入业务。

宽带接入的服务能力,骨干节点接入不低于300 Mbit/s,接入节点接入不低于50 Mbit/s。

(3) 移动通信

移动通信是指利用天地一体化天基接入节点,为陆地、海上及空中的各类移动终端用户,提供语音业务和数据业务等。

移动通信的服务能力,速率2.4 kbit/s~2 Mbit/s,服务用户数不低于100万个。

(4) 天基物联

天基物联是指利用天地一体化天基接入节点,为陆地、海上及空中的各类物联终端,提供窄带低速数据业务。

天基物联的服务能力,速率1 kbit/s~64 kbit/s,服务用户数不低于1 000万个。

(5) 天基监视

天基监视是指利用天地一体化天基接入节点,搭载船舶自动识别系统(Automatic Identification System, AIS)、广播式自动相关监视(Automatic Dependent Surveillance-Broadcast, ADS-B)等载荷,形成天基监视网络,为全球海上及航空用户提供数据服务。

天基监视的服务能力,单节点服务用户数不低于1 500个。

2.2 新型海洋应用对网络的需求

卫星通信网络作为地面通信网络的补充及延伸,具备广域覆盖、大容量通信等天然的优势。新一代海洋综合信息网络的目标就是寻求一种接入网络,以确保信号无缝覆盖、数据业务高速传输、用户体验满意,适应海洋环境变化,辅以无线通信网络和卫星通信网络,并具备完善的网络管理机制^[3-4]。海洋新型应用主要包括海洋观测(卫星、海上平台)、极地科考、自主船舶航行、船舶动态跟踪等。以下主要论述新型海洋应用对天地一体化信息网络的应用需求。

(1) 网络覆盖方面

目前海洋的应用由近海拓展到中远海,乃至南北两极,主要海上活动包括远海运输、南北极地科考等,因此在网络覆盖方面的需求主要包括:

- 1) 实现全球无缝覆盖;
- 2) 面向极地等高纬度(82°以上)地区实现实时全覆盖。

(2) 网络容量方面

随着技术的发展,人们对海洋的观测主要依托海上平台、卫星遥感等手段,观测的要素涉及风、浪、流、温度、盐度、深度及水质参数等诸多门类,由此带来大容量数据回传的需求,对网络的带宽及传输速率提出了较高的需求。

1) 卫星遥感数据回传:100 Mbit/s以上大容量数据中继。

2) 海上观测站点信息回传:具备海上多站点观测数据实时回传保障能力,单站传输容量不低于2 Mbit/s;

3) 具备千万量级海上传感物联终端的接入能力。

(3) 网络时延方面

随着无人化、智能化在海洋方面的应用,尤其是自

主航行船舶对通信网络时延要求较高,要求具备实时传输能力。

- 1) 船舶远程监控信息传输时延不大于1 s。
- 2) 自主航行船舶远程控制信息传输时延不大于200 ms。

(4) 卫星终端方面

1) 低成本、高可靠、低能耗,适应复杂海洋环境的物联传感终端。

- 2) 适应复杂海洋环境的船载通信终端。

(5) 小结

依据新型海洋应用在网络覆盖、网络容量、网络时延、卫星终端等方面的应用需求,天地一体化信息网络在已有设计的基础上,应进行综合考虑,并结合网络的能力形成计划,视情况开展海洋应用领域的典型示范。

3 典型应用系统

3.1 海洋遥感卫星数据中继应用

(1) 海洋遥感卫星数据落地的现状与问题

海洋卫星能够对全球海洋进行大范围、长时期的观测,为人类深入了解和认识海洋提供其他观测方式无法替代的数据源^[9]。我国已经发射了2颗海洋水色卫星和1颗海洋动力环境卫星以及高分三号卫星。但现有大多数低轨道遥感卫

星没有星间链路,与高轨道卫星之间也没有星间链路,只能和地面站在过顶可视区域内进行通信和数据传输^[5-6]。

由此可见,尽管我国已初步建立海洋观测卫星的监测体系,但由于地面数据接收站有限,在遥感数据的实时传输及利用时效上存在滞后的问题,亟需通过中继卫星建立高速数据传输通道。

(2) 解决方案

为解决海洋遥感卫星数据实时落地问题,提升遥感卫星的数据获取能力和时效性,可通过在全球合理布局地面接收站点、采用高轨卫星中继遥感卫星数据的方式,提高星地间高速数据长时间的传输能力^[7]。全球布局地面站,受国家间的政策制约,很难推进,因此,利用天地一体化信息网络天基骨干节点的激光/微波链路,建立与海洋遥感卫星的高速数据传输通道,是比较好的解决方案之一。海洋遥感卫星数据中继应用示意如图2所示。

海洋遥感卫星在国土上空地面站可视区域时,直接通过与地面站的回传链路进行数据传输。

在国内地面站不可视的区域,通过海洋遥感卫星上的激光载荷与天地一体化信息网络骨干节点激光载荷建立激光中继链路,在天地一体化信息网络地面站落地后,利用地面光缆传输至遥感卫星中心。亦可利用天地一体化骨干节点的微波宽带链路把海洋遥感数据分发给

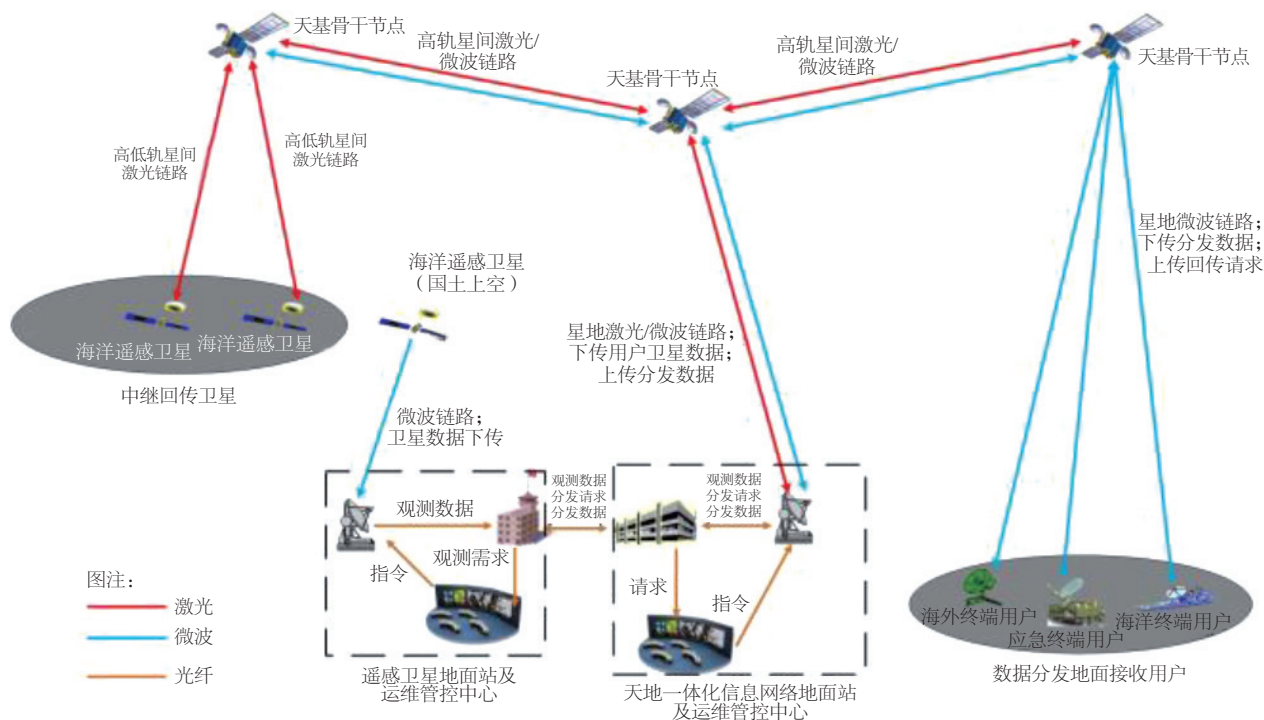


图2 海洋遥感卫星数据中继应用示意

海外、应急及海上的终端用户。

(3) 关键技术

激光传输系统既要有很高的目标搜索捕获能力，又必须具备双向高速通信能力。因此在激光传输载荷研制上，需要进行星间高精度激光跟瞄、高探测灵敏度相干激光通信技术等诸多关键技术的研究。

1) 星间高精度激光跟瞄技术

为了实现低功耗、远距离、高速率的星间激光传输，通信激光光束通常以近衍射极限角发射，其值通常在微弧度量级。在卫星相对运动和平台振动的条件下，要求星间激光通信系统保证高动态、高精度地对准跟踪，这对捕获、对准、跟踪（Acquisition Pointing Tracking, APT）系统提出了挑战。当前，在卫星激光通信领域广泛采用的跟瞄技术是粗精复合跟瞄方式，即首先由粗跟踪系统完成大范围、二维角度运动，实现目标搜索、捕获和粗跟踪功能，用于补偿卫星轨道和姿态变化，然后由精跟踪系统完成小范围、高帧频、高精度、二维运动，实现目标精确跟踪，用于补偿卫星平台微振动。

2) 高探测灵敏度相干激光通信技术

目前较常用的通信体制包括直接探测和相干探测两种，由于IM/DD（强度调制/直接探测）逐渐不能满足传输数据率和探测灵敏度的需求，人们开始转向相干探测体制。相干调制通信方式主要有光锁相环和数字相干两种途径。早期采用锁相环的相干通信系统对激光器频率稳定度要求很高，而且系统比较复杂，技术难度很大，系统的稳定性和环境适应性也不高，因此，采用锁相环的相干通信技术没有得到广泛的应用。近些年，随着大规模集成电路技术的飞速发展，数字相干激光通信技术得到了广泛应用，即通过高速数字采样和数字信号处理技术对信号的频率误差、相位误差、偏振模色散和非线性损伤等各种信道效应进行补偿和均衡。数字相干通信系统无须锁相环，能够大大降低相干通信系统对激光器的要求，有利于简化系统结构、提高系统稳定性。

3.2 海上观测平台天基物联应用

(1) 海上观测平台天基物联的现状与问题

海上观测平台，如锚泊浮台、浮标、海上观测船等平台观测技术飞速发展，但由于海上部署的各平台之间海域跨度较大，且缺乏有效的物联手段，造成观测平台之间以及观测平台与岸基之间观测信息及传感终端状态信息传输不畅，相互孤立，不利于未来海洋立体观测的发展。

然而，目前关于物联网的标准、技术和文献等主要基于地面网络的陆基系统，天基物联网的相关研究才

刚刚起步。将传统航天应用的卫星通信技术与新兴物联网、大数据技术进行跨界融合，对于实现人人相通、物物相通、人物相通的万物互联生态圈来说至关重要^[8]。

(2) 解决方案

为解决海上观测平台之间以及与岸基之间的物联信息传输问题，利用天地一体化信息网络的天基组网、天地互联优势，建立天基接入网与海上观测平台互联的天基物联网，是较好的解决方案之一，海上观测平台天基物联网应用示意如图3所示。

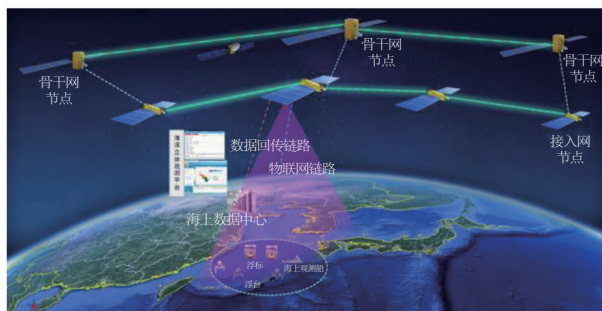


图3 海上观测平台天基物联网应用示意

海上观测平台（浮台、浮标）、海上观测船等，通过部署天基物联网终端，利用天地一体化网络建立互联互通的海上天基物联网，可实现平台之间、平台与海洋数据中心间的信息交互，实现海洋立体观测“一张图显示”。

(3) 关键技术

为有效推进天地一体化信息网络天基物联网功能在海洋观测领域的应用，需要进行海洋观测天基物联网标准体系技术、天基物联网终端技术等诸多关键技术的研究。

1) 海洋观测天基物联网标准体系技术

为实现地基物联网技术在海洋观测中的应用，需在已有海洋观测系统架构基础上，结合天地一体化信息网络的架构，设计适应于海洋观测的天基物联网标准体系。

2) 海洋观测天基物联网终端技术

海洋环境具有高温、高盐、高湿等特性，传统的物联终端设计技术无法适应，因此需在环境适应性、高可靠性、低能耗等方面进行物联终端技术突破。

3.3 中远海船舶安全监管应用

(1) 中远海船舶的现状与问题

经过多年的建设，尤其是自2007年《国家水上交通安全监管和救助系统布局规划》经国务院批准实施以来，我国水上交通安全监管系统建设实现了重大突破。目前，已形成以船舶交通管理系统（VTS）、甚高频通

信系统(VHF)、船舶自动识别系统(AIS)、电视监控系统(CCTV)等为主体的通信监控系统^[9]。目前该系统可有效覆盖我国沿海水域,并在沿海近岸水域和内水重要航段水域实现多重覆盖,覆盖范围离岸约20 km。同时,我国当前的海上安全通信业务主要是通过建设在沿海的多座海岸电台承担和完成的,其主要进行窄带通信,传输数据量很低。由此可见,对于中远海船舶的监管,岸基设施无法实现覆盖,船舶的AIS信息不能及时回传岸基。

(2) 解决方案

为解决中远海船舶安全监管问题,可利用天地一体化信息网络天基接入节点搭载天基AIS监视载荷来解决。

中远海航行的船舶AIS信息,通过天基接入链路,由天基AIS载荷接收后,传输至交通海事部门,实现对船舶的安全监管,如图4所示。

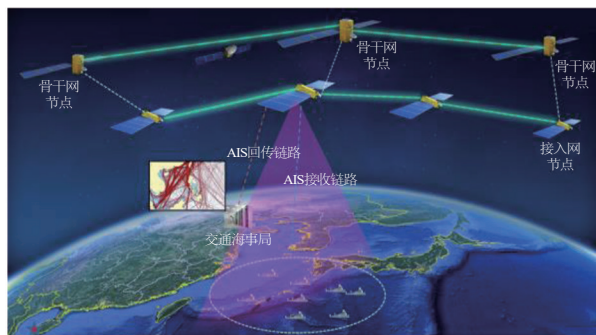


图4 中远海船舶安全监管应用示意图

(3) 关键技术

为有效推进天地一体化信息网络天基监视功能在中远海船舶安全监管中的应用,需要进行载荷轻量化设计技术、海量数据的接收及分发技术等关键技术的研究。

1) 载荷轻量化设计技术

由于天基平台空间及功耗有限,为满足天基船舶AIS监视需求,需要进行天基AIS载荷小型化、低功耗、高集成度设计等技术的研究。

2) 海量数据的接收及分发技术

由于天基卫星的广域覆盖性,为实现对中远海船舶的实时有效监管,需进行海量数据的接收及分发技术的研究。

4 结束语

利用天地一体化信息网络的天地中继、宽带接入、移动通信、天基物联、天基监视等能力,可满足对新型海洋应用的需求。因此,亟需开展海洋遥感数据中继、海洋观测平台天基物联、中远海船舶安全监管等典型海

洋应用的示范及推广,可促进海洋应用与天地一体化信息网络的有效融合,提升海洋信息化的综合水平,助力我国海洋经济的快速稳定发展。

参考文献:

- [1] 何广顺,李晋.海洋信息化顶层设计框架[J].海洋信息, 2018(1):11-16.
HE G S, LI J. Top level design framework of marine informatization [J]. Ocean Information, 2018 (1): 11-16.
- [2] 陆洲. 天地一体化信息网络总体架构设想 [C]// 第十二届卫星通信学术年会论文集, 2016:1-11.
LU Z. The overall framework of the space earth integrated information network [C] // Proceedings of the 12th Annual Conference on Satellite Communications, 2016:1-11.
- [3] 赵天歌. 基于平流层平台的海上宽带通信系统部署优化研究 [D]. 大连: 大连海事大学, 2017.
ZHAO T G. Research on deployment optimization of offshore broadband communication system based on horizontal flow platform [D]. Dalian: Dalian Maritime University, 2017.
- [4] 齐国坤. 无人机与海面浮标无线通信技术的应用研究[D]. 天津: 河北工业大学, 2014.
QI G K. Research on the application of wireless communication technology between UAV and sea buoy [D]. Tianjin: Hebei University of Technology, 2014.
- [5] 蒋兴伟, 林明森, 张有广, 等. 海洋遥感卫星及应用发展历程与趋势展望[J]. 卫星应用, 2018(5):10-18.
JIANG X W, LIN M S, ZHANG Y G, et al. Development history and trend of marine remote sensing satellite and its application [J]. Satellite Applications, 2018 (5): 10-18.
- [6] 周馨, 张永超. 高轨海事卫星与低轨遥感卫星的星间通信链路技术展望[J]. 数字技术与应用, 2017(7):27-28.
ZHOU X, ZHANG Y C. Prospect of inter satellite communication link technology between high orbit maritime satellite and low orbit remote sensing satellite[J]. Digital Technology and Application, 2017 (7): 27-28.
- [7] 王王玉,毛伟,何元春. 遥感卫星星地链路数据传输技术分析[J]. 物联网技术, 2017(7): 33-36.
WANG W Y, MAO W, HE Y C. Analysis of satellite earth link data transmission technology of remote sensing satellite [J]. Internet of Things Technology, 2017 (7): 33-36.
- [8] MINOLI D, SOHRABY K, OCCHIOGROSSO B. IoT considerations, requirements, and architectures for smart buildings-energy optimization and next-generation building management

systems[J].IEEE Internet of Things Journal,2017,(4):269-283.

- [9] 杨立波.水上交通安全监管和救助装备综合评估[J].中国水运,2017,17(1):33-35.

YANG L B. Comprehensive assessment of water traffic safety supervision and rescue equipment. [J]. China Water Transport, 2017, 17 (1): 33-35.

[作者简介]



李玉辉（1983-），男，山东人，工程师，主要研究方向为卫星通信、卫星应用等。



黄宇（1982-），男，湖北人，工程师，主要研究方向为卫星通信、卫星应用等。



王妮炜（1987-），女，甘肃人，高级工程师，主要研究方向为低轨卫星通信系统。



徐晓帆（1986-），男，山东人，高级工程师，主要研究方向为高轨卫星通信系统、空间激光通信。



陆洲（1970-），男，河北人，研究员，主要研究方向为卫星通信、卫星应用等。