

文章编号:1000-4653(2025)01-0157-08

北斗报文服务系统加入 GMDSS 评估历程及 要点分析

庞波波^{1,2}, 宋 溱³, 周 益^{1,2}, 薛 峰⁴, 胡光明^{1,2}, 季克淮⁵

1. 北斗应用发展研究院, 北京 100089;
2. 中兵北斗卫星通信有限公司, 北京 100089;
3. 中国交通通信信息中心, 北京 100011;
4. 北京卫星导航中心, 北京 100094;
5. 北海航海保障中心天津航标处, 天津 300456)

摘要:为提供通导一体的海上遇险与安全手段,我国利用北斗三号系统区域短报文,建立北斗报文服务系统(BDMSS),历经5 a,成功推动该系统被国际海事组织(IMO)认可成为全球海上遇险和安全系统(GMDSS)服务提供方。阐述移动卫星系统申请加入 GMDSS 认可流程和接受国际移动卫星组织(IMS0)技术和运营评估流程;全面梳理北斗报文服务系统被 IMO 认可历程和接受 IMS0 评估历程;分析 IMS0 针对 BDMSS 的可用性,卫星备份与恢复策略,优先级机制,业务演示场景设计及额外考虑事项的评估要点。研究成果有助于了解国际组织对新移动卫星系统的认可及评估规则,对于参与 A. 1001(25)修订工作以及为新移动卫星系统在设计论证中充分考虑国际海事应用需求具有很好借鉴意义。

关键词:北斗报文服务系统;全球海上遇险与安全系统;移动卫星系统;北斗短报文;国际海事组织;国际移动卫星组织;技术和运营评估

中图分类号:U675.79 文献标志码:A DOI:10.3969/j.issn.1000-4653.2025.01.020

Analysis of the evaluation process and key points of BeiDou message service system incorporation into GMDSS

PANG Bobo^{1,2}, SONG Zhen³, ZHOU Yi^{1,2}, XUE Feng⁴, HU Guangming^{1,2}, JI Kehuai⁵

1. BeiDou Institute of Application and Development, Beijing 100089, China; 2. BeiDou Satellite Communication Co., Ltd. of Norinco Group, Beijing 100089, China; 3. China Transport Telecommunication & Information Center, Beijing 100011, China; 4. Beijing Satellite Navigation Center, Beijing 100094, China; 5. Tianjin AtoN Division of Northern Navigation Service Center, Tianjin 300456, China)

Abstract: To provide integrated communication-navigation means for maritime distress and safety communication, China has established the BDMSS (BeiDou Message Service System) based on the BeiDou system's regional short message capability. After five years of operation, BDMSS has been successfully recognized by the IMO (International Maritime Organization) as a GMDSS (Global Maritime Distress and Safety System) service provider. This paper outlines the evaluation and recognition procedures for mobile satellite systems used in GMDSS, as defined by the IMO and the IMSO (International Mobile Satellite Organization). It examines BDMSS's application process for IMO recognition and the technical and operational assessment conducted by IMSO. Key assessment points for BDMSS, including availability, restoration and spare satellite arrangements, priority mode, on-site demonstration scenario design, and additional considerations, are analyzed. The results enhance understanding of the international approval and evaluation criteria for

收稿日期:2023-09-04

基金项目:国家重点研发计划(2023YFE0208400)

作者简介:庞波波(1990—),男,硕士研究生,工程师,研究方向为北斗海上遇险与安全通信及国际化。E-mail: 270114576@qq.com

引用格式:庞波波,宋溱,周益,等.北斗报文服务系统加入 GMDSS 评估历程及要点分析[J].中国航海,2025,48(1):157-164.

PANG B B, SONG Z, ZHOU Y, et al. Analysis of the evaluation process and key points of BeiDou message service system incorporation into GMDSS[J]. Navigation of China, 2025, 48(1): 157-164. (in Chinese)

potential GMDSS mobile satellite systems. Furthermore, they provide valuable references for future revisions of IMO Resolution A. 1001 (25) and for incorporating international maritime requirements into the design of new mobile satellite systems.

Key words: BDMSS; GMDSS; mobile satellite system; BeiDou short message; IMO; IMSO; technical and operational assessment

国际海事组织 (International Maritime Organization, IMO) 是联合国特别机构, 负责海上航行安全与安保, 防止船舶对海洋及大气造成污染。国际移动卫星组织 (International Mobile Satellite Organization, IMSO) 是根据 1979 年国际移动卫星组织公约成立的政府间组织, 负责全球海上遇险和安全系统 (Global Maritime Distress and Safety System, GMDSS) 移动卫星系统日常运行监督。

GMDSS 是 IMO 提出并实施的用于海上遇险、紧急、安全和日常通信的海上无线电通信系统, 包括卫星通信系统、地面无线电通信系统和海上安全信息 (Maritime Safety Information, MSI) 播发系统及现场定位等其他系统。2008 年 4 月, 为与 E-Navigation 战略协同发展, 促进海上航行安全, IMO 提出 GMDSS 复审和现代化, 鼓励更多的移动卫星系统被认可成为 GMDSS 服务提供方^[1]。

北斗短报文是北斗卫星导航系统 (简称北斗系统) 区别于其他卫星导航系统的特色服务, 可面向亚太区域用户提供单次最长 1 000 汉字的报文通信服务。为丰富海上遇险与安全手段, 贡献通导一体北斗短报文方案, 早在 2014 年, 我国就按照北斗二号星座申报、北斗三号服务能力评估的推进路线开展论证^[2], 2018 年 5 月正式向 IMO 提出北斗报文服务系统 (BeiDou Message Service System, BDMSS) 申请加入 GMDSS^[3]; 先后通过边论证、边建设和边评估, 开展北斗大系统适应性改造、条件建设和国际评估; 历经 5 a, 建立北斗报文服务系统, 具备为海事用户提供符合国际海事标准与通用惯例的全球海上遇险与安全业务能力; 在 2022 年 11 月, 我国成功推动该系统被 IMO 认可成为 GMDSS 服务提供方^[4], 成为海事卫星、美国铱星之后的第三套 GMDSS 移动卫星系统。

1 GMDSS 移动卫星系统认可历程

1.1 IMO 认可 GMDSS 移动卫星系统流程

IMO 认可 GMDSS 移动卫星系统基本流程包含申请论证、国际评估和审议认可等 3 个阶段, 共涉及 1 个第三方组织 IMSO 和 IMO 2 个议事机构海上安全委员会 (Maritime Safety Committee, MSC) 和航行、通信和搜救 (Navigation, Communications and Search

and Rescue, NCSR) 分委会, 见图 1。

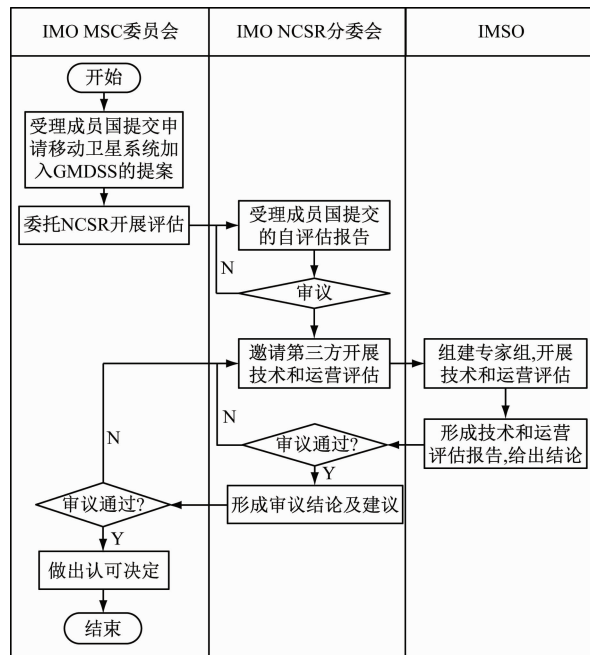


图 1 移动卫星系统申请加入 GMDSS 流程

Fig. 1 The process diagram for a potential mobile satellite systems to apply to join the GMDSS

1) 申请论证属程序性审议。申请国向 MSC 提出移动卫星系统加入 GMDSS 提案, 由 MSC 审议并委托 NCSR 开展评估。申请国按照《提供 GMDSS 的移动卫星系统标准》(A. 1001 (25)) 对移动卫星系统开展自评估并形成报告, 由 NCSR 分委会审议并邀请 IMSO 开展技术和运营评估。

A. 1001 (25) 作为移动卫星系统申请加入 GMDSS 评估认可的依据, 2007 年 11 月发布, 规定 GMDSS 通信功能、可用性、覆盖范围、容量、优先级、服务恢复、遇险转发、增强群呼和终端控制等要求^[5]。

2) 国际评估属技术性审议。IMSO 组建专家组对移动卫星系统开展实地评估, 形成技术和运营评估报告。由 NCSR 分委会在全体会议审议评估报告, 并组建通信工作组对技术状态和细节开展详细审查。审议通过, 形成审议结论及建议, 提交 MSC; 审议未通过, 要求 IMSO 继续评估, 提交补充报告再次审议。

3) 审议认可属程序性审议。MSC 审议 NCSR 分委会提交的有关结论及建议。审议通过, 做出认可决定, 签发认可该移动卫星系统作为 GMDSS 服

务提供方决议;审议未通过,要求 NCSR 分委会继续开展评估或做出不予以认可决定。

1.2 IMSO 评估 GMDSS 移动卫星系统流程

1) 评估协议签署。IMSO 与申请国移动卫星系统所属实体签署评估协议。协议规定 IMSO 组建专家组,在《未来 GMDSS 卫星服务提供方指南》(MSC.1/Circ.1414 通函)原则下,按照 A.1001(25)对移动卫星系统开展技术和运营评估,形成评估报告提交审议。

2) 专家组组建。专家组成员包括三类,由 IMSO 总干事组织开展评估及编制报告。其中:独立咨询专家,全程开展评估,不超过 5 名,由 IMSO 总干事直接选定或在各成员国提名专家中选出;政府派遣专家,自行参与评估,由各个成员国提名;观察员可发表相关评估陈述,由 IMO 秘书处或申请国提名^[6]。

3) 技术文档审查。IMSO 及专家组审查移动卫星系统技术和运营文档,多次研讨并评估是否完全满足 IMO、国际电信联盟(International Telecommunication Union,ITU)和 IMSO 有关要求。

4) 实地评估验证。IMSO 及专家组开展实地参观、服务查看和业务测试,验证文档口径,查看设备设施与值守服务,测试海事业务功能和演示应急切换,是评估中最为重要的必须环节。

5) 评估报告编制。IMSO 及专家组编制评估报告,经 IMSO 总干事审核和与申请方交换意见后提交 NCSR 分委会。报告涵盖持续运营能力;卫星星座、频谱和地面设施总体概述;GMDSS 服务验证结果;A.1001(25)对标符合表;评估结论与建议。

2 北斗报文服务系统评估认可

2.1 北斗报文服务系统架构

北斗报文服务系统由空间段、地面段和用户段等 3 部分组成^[7],北斗报文服务系统架构见图 2;系统服务范围为北纬 10°~55°,东经 75°~135°,见图 3。

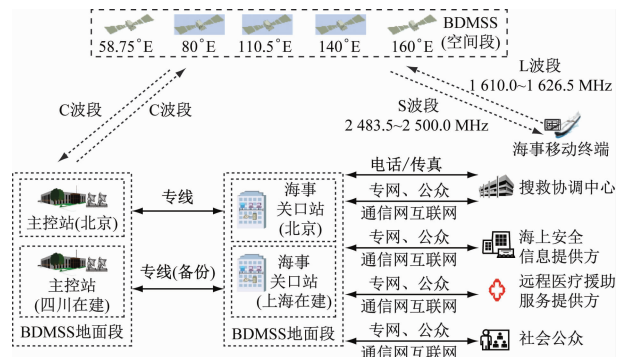


图 2 北斗报文服务系统架构^[7]

Fig. 2 The architecture of BDMSS

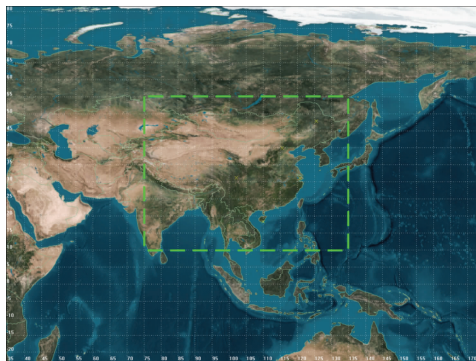


图 3 北斗报文服务系统服务范围

Fig. 3 The coverage area of BDMSS

2.2 北斗报文服务系统认可历程

1) 申请论证。2018 年 5 月,我国向 MSC 99 届会议提交申请 BDMSS 加入 GMDSS 提案,MSC 接受申请,委托 NCSR 分委会评估详细信息,并授权 NCSR 分委会在适当时候邀请 IMSO 开展技术和运营评估;2019 年 1 月,我国向 NCSR 分委会第 6 次会议提交北斗报文服务系统状态及发展计划信息文件;2020 年 1 月,我国向 NCSR 分委会第 7 次会议提交认可 BDMSS 作为 GMDSS 服务提供方提案及附件预评估报告。经审议,NCSR 分委会第 7 次会议正式邀请 IMSO 对北斗报文服务系统开展技术和运营评估。

2) 国际评估。2020 年 1 月,IMSO 正式对北斗报文服务系统开展技术和运营评估;2022 年 2 月和 7 月,对 BDMSS 开展线上评估和现场验证;2021 年 4 月,IMSO 向 NCSR 分委会第 8 次会议提交 BDMSS 评估进展信息文件;2022 年 6 月,IMSO 向 NCSR 分委会第 9 次会议提交技术和运营评估报告提案,经审议,NCSR 分委会第 9 次会议认为仍需开展现场评估予以验证,建议 IMSO 现场评估后直接向 MSC 提交报告。

3) 审议认可。2022 年 11 月,IMSO 向 MSC 106 届大会提交 BDMSS 现场验证报告;NCSR 向 MSC 106 届大会提交 NCSR 分委会第 9 次会议审议报告。经审议,MSC 106 届大会同意认可北斗报文服务系统作为 GMDSS 服务提供方,并签发认可决议。

2.3 北斗报文服务系统评估历程

1) 评估协议签署。2020 年 7 月,BDMSS 完成 IMSO 评估协议签署,成为继美国铱星后第 2 个接受 IMSO 评估的卫星系统。评估费用方面,协议约定预估费用 374 000 英镑,最高不超过 450 000 英镑,IMSO 建立一个专用账户,以预付形式收取,多退少补。费用组成为专家咨询费、公务差旅费和 IMSO 日常管理费。其中,专家咨询费用于聘请独立咨询专家,按照 IMO 专家每日咨询费标准执行;公务差

旅费用于往返伦敦—北京的现场评估;IMSO 日常管理费用于组织技术和运营评估工作,按照 IMISO 两年度全体大会批准费用执行,本项占比较大,根据 IMISO 25 届大会批准 2019 年和 2020 年 IMISO 商业计划,日常管理费每日收取 4 562 英镑。

2) 专家组组建。2020 年 7 月,IMSO 选定专家组成员,并制定评估计划和任务时间表。专家组共有 5 名独立咨询专家和 2 名政府派遣专家;领域涵盖 GMDSS 卫星系统机制、卫星通信系统设计、海上遇险与安全通信操作和 ITU 卫星频谱规则。此外,我国提名 2 名观察员参与评估。北斗报文服务系统评估专家名单见表 1。

表 1 北斗报文服务系统评估专家名单
Tab.1 List of experts for BDMSS assessment

专家类型	国籍	领域
独立咨询专家	法国	卫星通信
独立咨询专家	英国	海事/IEC
独立咨询专家	英国	电信法规
独立咨询专家	挪威	海上安全信息
独立咨询专家	意大利	卫星通信
政府派遣专家	俄罗斯	卫星通信
政府派遣专家	美国	GMDSS

3) 技术文档审查。2020 年 9 月和 11 月,分两批次完成技术文档提交。2021 年 3 月,编制链路预算、频率协调、可用性、卫星星座、地面段和通信服务专题文件并提交,并对专家组疑问开展多轮补充及答疑。2021 年 5 月起,先后围绕频率协调、可用性、遇险处置流程、星座、地面段及应急切换、终端设备及系统业务功能和评估验证大纲等主题,与 IMISO 及专家组召开 7 次线上专题研讨会;为方便专家组直观了解,寄送 1 台终端到伦敦。相关文档审查筹备获得专家组一致认可。IMISO 要求提交的技术文档及相关要求见表 2,终端型式认可证书可暂不提供,配套服务协议提供一个即可。

4) 现场评估验证。2022 年 2 月,受疫情防控影响,IMISO 以线上形式开展为期 3 d 的正式评估。

①第一天参观海事关口站,线上展示值守大厅、业务软件、平台运行监控状态、部署机房和机房动环监控。

②第二天参观北斗主控站,线上介绍北斗主控站基本情况,卫星、天线和地面软硬件设施应急处置与恢复策略,展示主控站系统运行监控状态及部署机房。

表 2 IMISO 审查技术文档清单
Tab.2 List of documents for IMISO review

项目	要求	提交
移动终端	终端型式认可证书	否
	终端设计和安装指南	是
卫星星座	卫星数量及安排、链路预算	是
地面段	地面设施部署图、冗余及备份	是
可用性 & 卫星容量	两年内可用性数据和可用性相关证明	是
频谱	频段、分配类型、频率协调协议及登记	是
应变计划	卫星及地面段切换、计划与非计划服务中断的应急程序	是
日常操作计划	提供遇险处置流程、值班值守	是
配套服务协议	与搜救协调中心协议	否
	与航保机构协议 与医疗中心协议	是 否
收费策略	基于 A. 707(17)决议收费模式	是
增强群呼手册	北斗增强群呼手册初稿	是
持续运营能力	运营方概况、财务报表和业务连续计划	是
MSC. 1/Circ. 1414	通函指南列出的其他信息	是

③第三天业务演示,联合搜救协调中心(Rescue Coordination Center, RCC)、MSI 提供方和 3 艘海事公务船开展全流程业务功能演示,共完成 9 大板块 28 个业务场景功能测试。

2022 年 7 月,IMISO 开展为期 3 d 的现场评估验证。现场验证与线上评估内容基本一致,现场额外查看海事关口站和主控站供电机房及备用柴油发电机,并让北斗主控站现场启动备用柴油发电机演示。此外,针对每个业务场景开展 5 遍重复测试和专门验证 10 000 英文字符播发的能力。

5) 评估报告编制。2022 年 2 月,IMISO 及专家组编制评估报告,给出评估结论和 A. 1001(25)对标表,经 IMISO 总干事审核,并与我方交换意见后,向 NCSR 第 9 次会议提交北斗报文服务系统技术和运营评估报告提案。A. 1001(25)对标符合表共 73 项要求,程序性要求 15 项(属于 IMO 或 IMISO 事宜),不适用要求 2 项,非强制性要求 4 项,功能性要求 52 项;经评估,功能性要求已满足 17 项,待实地验证 34 项,未来满足 1 项,未来满足项目是 MSI 重复播发^[8]。

2022年7月,IMSO及专家组完成现场评估验证,编制现场验证报告,给出全部符合A.1001(25)决议要求结论,对标符合表中73项要求全部满足^[9]。最后,IMSO向MSC106届大会提交北斗报文服务系统现场验证报告提案。

3 北斗报文服务系统评估要点

3.1 可用性

系统可用性是IMSO评估重点,A.1001(25)对GMDSS移动卫星系统的整个系统可用性要求是99.9%,相当于每年仅能有8.8h中断时间^[5]。系统可用性可从历史年度可用度统计数据 and 系统可用度设计两方面佐证。

3.1.1 历史年度可用度统计数据

依据建议书《卫星移动业务中无线电通信电路可用度的定义》(ITU-R M.828),预定工作时间表示所报告运行期间的全部时间,中断时间表示所报告运行期间中GMDSS业务或服务的不可用时间^[10]。

$$\text{可用度} = \frac{\text{预定工作时间} - \text{中断时间}}{\text{预定工作时间}} \times 100\% \quad (1)$$

服务中断分为计划中断和非计划中断两类情况。

1) 计划中断主要包括是卫星段单颗卫星更替、地面段天线设备维护等。北斗系统空间段采用双重波束覆盖,当单颗卫星更替,北斗主控站可在短时间内完成工作卫星切换,在切换期间,终端用户会自动锁定其他波束,因此,该计划中断仅会导致部分地区变为单重波束覆盖。北斗系统地面段,采用各节点主备双工设计,当天线设备计划维护等计划中断仅会引起部分节点变为单工模式,并不会引起服务中断。

2) 非计划中断方面,主要集中在地面段硬件设备和系统宕机所引起。其中:在2014年3月因北斗主控站故障导致59min服务中断;2019年5月因北斗主控站故障导致5min59s服务中断。历史可用度统计数据见图4。

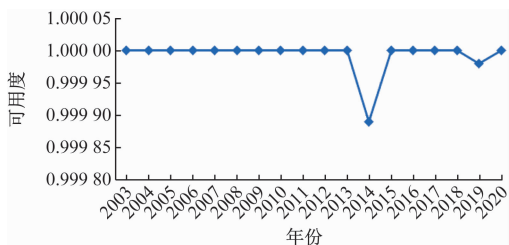


图4 历史可用度统计数据

Fig.4 The annual availability statics

3.1.2 系统可用度设计

系统可用度设计由系统各个组成部分可用性指

标决定,涉及卫星段、地面段、专线链路和移动终端,信号链路传输影响等诸多方面。在实际分析及向专家组阐述中,将所有可能情况全部列举不太实际。其中,系统单个组成部分的可用度,尤其是地面段设施,可用度(A')可依据平均无故障时间(t_{MTBF})和平均故障修复时间(t_{MTTR})来表示,仅考虑工作时间和修复性维修,见式(2)。

$$A' = \frac{t_{MTBF}}{t_{MTBF} + t_{MTTR}} \times 100\% \quad (2)$$

系统可用度(A),可依据空间段可用度(A_s)、地面段可用度(A_E)、地面链路可用度(A_C)和海事移动终端可用度(A_T)表示为

$$A = A_s \times A_E \times A_C \times A_T \times 100\% \quad (3)$$

因此,系统可用度因素分析见图5。图5中:为简化分析,将前向或返向射频链路事件、容量过载事件、干扰事件和电离层事件的这类信号传输影响因素,纳入卫星段一并考虑。

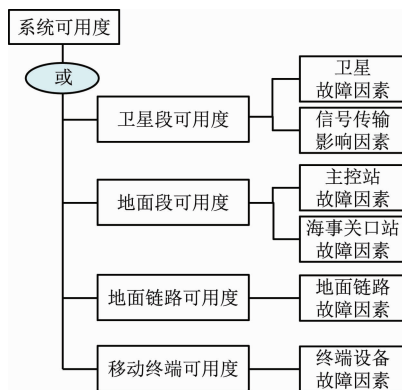


图5 BDMSS 可用度因素分析

Fig.5 The failure event for BDMSS availability analysis

1) 卫星段。卫星段可用度按照卫星故障事件分析和射频信号传输的无故障罕见事件分析。

①卫星故障方面,卫星结构由载荷和平台两部分组成,见表3。其中,保障GMDSS服务关键单元是RDSS载荷、供配电分系统与控制分系统。

表3 北斗卫星载荷与平台组

Tab.3 The payload and platform of BeiDou GEO satellite

载荷	平台
RDSS 载荷	供配电分系统
RNSS 载荷	控制分系统
	结构分系统
	推进分系统
	遥测分系统
	数传分系统
	软件分系统
	操作分系统

②载荷机制方面, RDSS 载荷属于透明转发, 对卫星平台要求较低, 只要卫星姿态正常, 载荷供电未中断, 转发器即可正常工作。

③可靠性设计方面, 卫星载荷与卫星平台每部分都是高可靠性, 均采用主备设计, 有充分冗余^[11]; 一旦检测到异常, 可自动切换或通过地面遥测切换。3 颗主用卫星约在 2020 年发射, 设计寿命 15 a, 整颗卫星的 MTBF $\geq 4\ 380$ h, MTTR ≤ 3 h, 单个组成部分的可靠性会更高、更健壮, 可充分保证卫星服务。

④用户服务方面, 所承诺的服务覆盖范围是双重波束覆盖, 覆盖范围内终端用户会在 10 s 内自动搜索和切换到可用卫星波束, 因此, 单星故障不会造成覆盖区服务中断。

⑤信号传输影响因素方面, 入站链路预算, 入站频点 1 614. 32 MHz, 分别按照发射功率 3 W 和 10 W 计算, 入站链路预算余量达 1. 8 dB 和 7. 5 dB; 出站链路预算, 出站频点 2 491. 75 MHz, 根据实际等效全面辐射功率值, 在出站速率 8 kps 和 24 kps 情况下, 出站链路预算余量 10. 7 dB 和 4. 5 dB。因此, 传输段中充分考虑到电离层损耗、对流层损耗、极化损失、用户环境遮挡和环境干扰等因素, 在链路预算中留有足够的余量, 确保信号被有效接收^[12]。此外, 海上终端不受电离层闪烁效应影响。

因此, 从卫星故障方面和信号传输方面综合分析, 卫星段可用度近乎等于 1。

2) 地面段。地面段包括主控站故障和海事关口站故障因素。北斗主控站采用本地双工加异地灾备设计, 单系统可用度为 99. 989 866 763 3%, 在双工机制下有足够冗余。未来, 如果建设完成异地灾备, 其可用性近乎等于 1。海事关口站采用本地双工加异地灾备设计, 单系统可靠度为 99. 95%, 同样双工机制下有足够冗余。因此, 地面段可用度计算模型见图 6, 采用保守方式, 仅取单系统可用度来计算, 地面段可用度为 99. 939 9%。

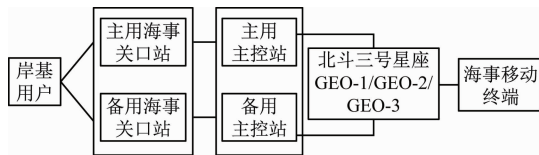


图 6 地面段可用度计算模型

Fig. 6 The availability computation model of BDMSS ground segment

3) 地面链路。北斗主控站和海事关口站的地面通信链路采用主备专线, 可自动切换; 海事关口站与搜救协调中心 (Rescue Coordination Center, RCC) 采用传真、电话专线、邮件和互联网等多种方式, 因此, 地面链路可用度近乎等于 1。

4) 海事终端。海事移动终端可用度主要受设备安装及周围干扰影响, 不被计入。

综上, 北斗报文服务系统可用度为 99. 939 9%, 满足 A. 1001 (25) 要求的 99. 9%。

3.2 卫星备份与恢复

卫星备份与恢复是 GMDSS 卫星系统基本条件。A. 1001 (25) 在备用卫星安排方面要求当部分或整颗卫星发生故障的时候, 覆盖区内经认可的海上遇险与安全通信业务可能在 1 h 内恢复到正常可用性^[5]。对于 GEO 系统, 一般采用双重波束覆盖来满足该要求。

卫星星座由 3 颗主用卫星 (BeiDou3-GEO1、BeiDou3-GEO2 和 BeiDou3-GEO3) 和 2 颗备用卫星 (COMPASS-GEO4 和 COMPASS-GEO5) 组成。BDMSS 卫星星座见图 7, 由图 7 可知: 服务范围内绝大部分区域处于 3 颗主用卫星常规固定波束天线双重覆盖, 仅左下角处于 3 颗主用卫星的单重覆盖区, 但考虑到备用卫星, 则服务范围均为双重波束覆盖^[13]。

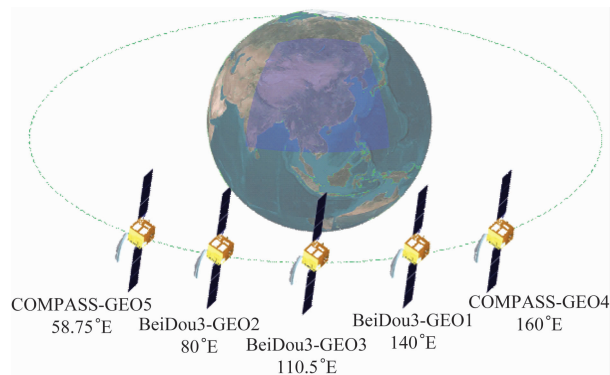


图 7 BDMSS 卫星星座

Fig. 7 Satellite constellation of BDMSS

1) 入站方面, 主备卫星均采用透明转发, 如单颗卫星出现部分或整星故障, 一是终端都不需切换或锁定卫星波束, 其发送的入站信息也不会受到任何影响; 二是此时终端会自动搜索并保存其他可用波束, 完成波束切换, 此过程不超过 10 s。

2) 出站方面, 在 3 颗主用卫星的双重波束覆盖区, 当单颗卫星出现部分或整星故障时, 北斗主控站将依据覆盖终端的波束, 选择最强信号的波束出站, 不会影响到终端接收; 在 3 颗主用卫星的单重波束覆盖区, 当主用卫星出现故障时, 将由 COMPASS-GEO5 接替 BeiDou-GEO2 服务, 卫星接替及服务恢复可在 1 h 内完成。主备用卫星模拟波束覆盖示意图 8。

3.3 优先级机制

A. 1001 (25) 决议的要求系统具备遇险、紧急、

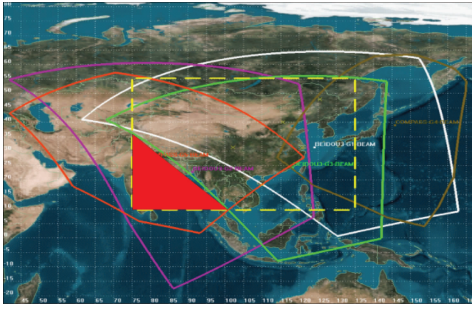


图8 主备用卫星模拟波束覆盖示意^[13]

Fig. 8 Footprint of the operational and in-orbit spare satellite

安全和常规等4类优先级机制^[5],既要在系统通信信息里始终携带优先级标识,又要在系统存储转发中,按照优先级队列处理消息。

优先级队列机制方面,北斗报文服务系统分为入站链路(前向链路)和出站链路(反向链路)两部分。

1) 前向链路。前向链路信号中心频率为1 614.26 MHz,在L频段16.5 MHz(1 610.0 MHz ~ 1 626.5 MHz)内,采用直接序列扩频、BPSK调制和突发帧信息结构形式^[14]。采用用户随机突发的形式,不需要握手和建立稳定的独占通道,所有用户随机向北斗系统GEO卫星发射短突发信号,由主控站进行信号捕获、解调和解析处理,随后将入站申请(包含遇险、紧急、安全和常规通信)实时转发海事关口站。此时,不同优先级的信息具有相同的时延。

2) 反向链路。反向链路信号中心频率为2 491.75 MHz(2 483.5 ~ 2 500.0 MHz),包括导频支路S2C_p和电文支路S2C_d,均采用直接序列扩频、BPSK调制^[14],采用队列调度机制,按照先到先出的原则排队,按固定时序通过北斗系统GEO卫星发射信号。不同信息之间,按照遇险、紧急、安全和常规通信等4个优先级在队列中进行插队,即遇险信息可排在队列最前,紧急只能排在安全和普通通信之前,安全只能排在常规通信之前,常规通信按照先到先出的原则排队。

3.4 业务演示场景设计

业务场景演示是评估验证的核心环节,A.1001(25)要求具备船到岸、岸到船和船到船的6类海上遇险与安全通信^[5],专门设计9大板块28个业务场景,展示系统的遇险与安全通信业务。

1) 遇险报警,设计终端一键发出未配置遇险类型遇险报警,递送至系统默认RCC或终端预设RCC,并收到RCC确认;终端手动配置遇险类型及RCC,一键发出的遇险报警,递送至配置RCC,并收到RCC确认;终端一键发出遇险报警,递送至主用RCC,主用RCC未确认且无法联系,60 s后,系统将

该报警自动分发给备用RCC。

2) 未成功递送遇险报警,当终端发送遇险报警,如没有收到北斗主控站回执确认,将间隔10 s后重发,直至收到确认;如没有收到海事关口站回执确认,将间隔120 s重发,直至收到确认;如系统值班人员认为4 min内无法成功递送至RCC,将手动发送未成功递送通知告知终端。

3) 遇险报警中继及搜救协调,当RCC收到船舶遇险告警信息,RCC通过系统自动建立一个以遇险位置为圆心、30 n mile为半径的圆形区域发送遇险报警中继信息或手动配置圆心与半径的圆形区域发送遇险报警中继信息,仅圆形区域内船舶响应该信息。终端与RCC间发送携带遇险、紧急和安全级别的搜救协调通信息,在系统平台端,该类信息自动触发声光提示。

4) 海上安全信息广播及报告,广播方面,MSI提供方建立紧急或安全级别的航行警告或气象警告信息,向航行/气象警告区、圆形、矩形和沿海警告区等4类区域,按照立即或定时以及重复次数来播发信息;同时,RCC可同样发送遇险、紧急与安全级别的搜救相关广播信息,仅播发区域内船舶收到;终端也可向MSI提供方或医疗中心发送紧急、安全级别信息。

5) 常规通信,终端与公众用户人或其他终端发送常规级别信息。

6) 终端测试及控制。终端处于“测试模式”,发出遇险报警测试信息,收到测试确认,而不触发真实的遇险报警;终端处于通信控制情况,仍可发送与接收遇险、紧急与安全级别信息。

3.5 额外考虑事项

A.1001(25)决议,由于发布时间较早,有关频率协调、地面段备份站及应变程序、终端形式认可和增强群呼手册,虽与提供GMDSS服务息息相关,但均不在决议范畴。因此,不能被作为评估及认可前置条件,但会被作为提供正式服务的前置条件。

1) 频率方面。评估中需提供有关频率登记、频率协调进展材料,但应在ITU框架下解决,且有关引入BDMSS提供GMDSS服务已被列入WRC-23 1.11议题下解决^[15]。

①与全球星存在同频同向干扰,全球星系统卫星网络协调地位优先于北斗。

②WRC-19将1 621.0 ~ 1 626.5 MHz频段划分为铱星GMDSS服务,该频段需与具有优先地位的铱星完成协调。

③覆盖区内有10座射电天文站,在1 610.6 ~ 1 613.8 MHz频段可能会存在对射电天文服务的影响。

目前,国际上存在以下几种方案。

①WRC23 大会不做讨论。

②有关 GMDSS 服务频率受到保护的前提是要充分完成频率协调和登记在《国际频率登记总表》。

③在保护现有已分配频段的服务上,为新 GMDSS 系统分配频段,写入无线电规则。

④建议将全部或部分 1 614. 422 5 ~ 1 621. 35 MHz 频段和 2 483. 59 ~ 2 500. 00 MHz 频段写入无线电规则以支持 GMDSS 服务^[16]。

2) 其他方面。评估中需提供地面段备份站建设进展、提供测试终端和增强群呼手册初稿。待正式服务前,IMSO 将实地查看备份站,开展贮备设施应急切换演练,要求终端通过型式认可和在 IMO、国际海道测量组织、世界气象组织框架下完成增强群呼手册发布。

4 结束语

北斗短报文服务系统功能,作为继海事卫星、美国铱星后的第三个被 IMO 认可的 GMDSS 卫星系统,在丰富海上遇险与安全手段的同时,有效增强我国在国际海事的话语权,实现北斗海事产业、通导海事方案走出去。本文通过对 BDMSS 加入 GMDSS 评估历程回顾及要点分析,有关研究成果有助于了解国际组织对新 GMDSS 移动卫星系统认可及评估规则,为我国参与 A. 1001 (25) 决议修订提供参考,也为新移动卫星系统在设计论证中充分考虑国际海事应用需求提供借鉴。

参 考 文 献

- [1] 李建民,王满博,张瑞恒,等. GMDSS 现代化与 E-Navigation 战略的关系[J]. 中国航海,2018,41(4):7-11.
LI J M, WANG M B, ZHANG R H, et al. On the relationship between GMDSS modernization and E-Navigation strategy [J]. Navigation of China, 2018,41(4):7-11. (in Chinese)
- [2] 谭述森. 北斗系统创新发展与前景预测[J]. 测绘学报,2017,46(10):1284-1289. (in Chinese)
TAN S S. Innovative development and forecast of BeiDou system [J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2017, 46(10): 1284-1289.
- [3] IMO. Report of the maritime safety committee on its ninety-ninth session[R]. London: IMO, 2018.
- [4] IMO. Report of the maritime safety committee on its 106th session[R]. London: IMO, 2022.
- [5] IMO. Criteria for the provision of mobile satellite communication systems in the global maritime distress and safety system(GMDSS)[R]. London: IMO, 2007.
- [6] IMSO. Independent group of experts terms of reference, verification and evaluation procedures [R]. London: IMSO, 2005.
- [7] 宋溱,庞波波,翁艳云,等. 北斗短报文在全球海上遇险与安全通信领域的应用与展望[J]. 中国航海,2022,45(4):65-69.
SONG Z, PANG B B, WENG Y Y, et al. Application of BeiDou short message in global maritime distress and safety communication service [J]. Navigation of China, 2022,45(4):65-69. (in Chinese)
- [8] IMSO. Report on the technical and operational assessment of the BeiDou message service system[R]. London: IMO, 2022.
- [9] IMSO. Report on outcome of the site visit to the BDMSS facilities[R]. London: IMO, 2022.
- [10] ITU. Definition of availability for radiocommunication circuits in the mobile-satellite service [R]. Geneva: ITU, 2006.
- [11] 谢军,王平. 北斗导航卫星姿态与轨道控制技术发展及贡献[J]. 空间控制技术与应用,2021,47(5):1-8.
XIE J, WANG P. Development and contributions of beidou navigation satellite attitude and orbit control technologies [J]. Aerospace Control and Application, 2021,47(5):1-8. (in Chinese)
- [12] 郭树人,蔡洪亮,孟轶男,等. 北斗三号导航定位技术体制与服务性能[J]. 测绘学报,2019,48(7):810-821.
GUO S R, CAI H L, MENG Y N. BDS-3 RNSS technical characteristics and service performance [J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2019,48(7):810-821. (in Chinese)
- [13] 谢军,康成斌. 北斗三号导航星座的工程创新与发展[J]. 工程,2021,7(5):37-49.
XIE J, KANG C B. Engineering innovation and the development of the BDS-3 navigation constellation [J]. Engineering,2021,7(5):37-49. (in Chinese)
- [14] YANG Y, LIU L, LI J, et al. Featured services and performance of BDS-3[J]. Science Bulletin, 2021, 66(20): 2135-2143.
- [15] ITU. Consideration of possible regulatory actions to support modernization of the global maritime distress and safety system and the implementation of e-navigation [R]. Geneva: ITU, 2019.
- [16] ITU. Report of the CPM on technical, operational and regulatory/procedural matters to be considered by the world radiocommunication conference 2023 [R]. Geneva: ITU, 2023.