

ICS 35.110

CCS A 91



团 体 标 准

T/CEATEC XXX—2025

海上安防通感算监测系统组网 技术要求

Technical requirements for networking of maritime security

communication-sensing-computing monitoring system

(征求意见稿)

2025-X-XX 发布

2025-X-XX 实施

中国欧洲经济技术合作协会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 系统组网总体架构	2
4.1 架构层级功能要求	2
4.2 组网拓扑设计要求	2
5 组网硬件要求	2
5.1 通感算核心设备要求	2
5.2 感知探测设备要求	2
5.3 通信传输设备要求	2
5.4 中继转发设备要求	3
6 组网通信要求	3
6.1 总体通信要求	3
6.2 有线通信要求	3
6.3 无线通信要求	3
6.4 通信协议要求	4
7 通感算协同要求	4
7.1 资源共享要求	4
7.2 数据协同处理要求	4
7.3 任务动态调度要求	4
7.4 协同控制要求	4
8 环境适应性要求	5
8.1 气候环境适应性要求	5
8.2 机械环境适应性要求	5
8.3 外壳防护要求	5
9 试验方法	5
9.1 试验总体要求	5
9.2 组网硬件试验	5
9.3 组网通信试验	6
9.4 通感算协同试验	6
9.5 环境适应性试验	7

前言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国欧洲经济技术合作协会提出并归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

本文件为首次编制。

海上安防通感算监测系统组网技术要求

1 范围

本文件规定了海上安防通感算监测系统组网的系统组网总体架构、组网硬件要求、组网通信要求、通感算协同要求、环境适应性要求、试验方法。

本文件适用于海上安防通感算监测系统的规划、设计、建设、调试及验收。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2423.3 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验
GB/T 2423.5 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ea和导则：冲击
GB/T 2423.10 环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）
GB/T 2423.16 环境试验 第2部分：试验方法 试验J和导则：长霉
GB/T 2423.22 环境试验 第2部分：试验方法 试验N：温度变化
GB/T 2423.38 环境试验 第2部分：试验方法 试验R：水试验方法和导则
GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）
GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
GB/T 13951 移动式平台及海上设施用电工电子产品环境试验一般要求
GB/T 51154 海底光缆工程设计规范
GA/T 670 安全防范系统雷电浪涌防护技术要求
SJ 20380 海底光缆通信系统通用规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

海上安防通感算监测系统 maritime security communication-sensing-computing monitoring system

融合通信、感知、计算三大核心功能，通过组网实现海上目标监测、数据传输、实时分析、预警反馈的一体化海上安防监测系统，可实现对海上船舶、人员、设施及海洋环境的全域感知与智能分析。

3.2

通感算协同 communication-sensing-computing collaboration

系统内通信模块、感知模块、计算模块通过统一协议栈和资源调度平台，实现硬件资源共享、数据同步交互、任务动态分配的协同工作模式，满足海上安防的低时延、高可靠需求。

3.3

海域覆盖补盲 sea area coverage blind spot compensation

针对海上复杂地理环境导致的感知、通信盲区，通过移动节点动态部署或中继节点加密设置，实现海域监测与网络覆盖的全域无死角。

4 系统组网总体架构

4.1 架构层级功能要求

系统组网采用“应用层-核心层-中继层-感知层-移动层”五层架构：

- a) 应用层：部署于岸基监控中心，实现系统数据可视化、安防预警、指挥调度、历史数据存储与回放，支持多部门协同操作；
- b) 核心层：为系统组网的算力与调度核心，实现通感算资源的动态分配、多源数据融合分析，具备海量数据处理和高速转发能力；
- c) 中继层：部署于海岛、海上平台等固定点位，实现信号放大与远距离转发，解决海上通信距离受限问题，保障岸基与海上节点的互联互通；
- d) 感知层：由岸基固定探测节点、水下探测节点组成，实现海上目标的精准感知与数据采集；
- e) 移动层：以海警船、渔政船、监测船为载体，搭载便携式通感算节点，实现海域覆盖补盲和现场应急监测。

4.2 组网拓扑设计要求

应满足以下要求：

- a) 岸基核心节点与中继节点、固定感知节点采用星型拓扑，保障核心数据的稳定传输，单条链路带宽不低于1Gbps；
- b) 中继节点、移动节点、水下节点之间采用网状拓扑，任意两个节点间至少具备2条独立通信链路，实现链路冗余；
- c) 水下探测节点组网采用自组织网络，支持节点自动发现与组网，水下节点间通信距离不小于5km，且可通过中继节点与水面组网连接。

5 组网硬件要求

5.1 通感算核心设备要求

5.1.1 岸基核心一体机

应满足以下要求：

- a) 应采用机架式设计，机柜尺寸宜选用600mm（宽）×800mm（深）×2000mm（高）规格；
- b) 具备RJ45千兆网口、光纤口、RS232现场总线接口等标准化接口；
- c) GPU AI性能 ≥ 150 TOPS，存储容量 ≥ 4 TB，存储速率 ≥ 2.5 GB/s，支持1MHz~6GHz全频段。

5.1.2 海上便携一体机

应采用铸铝机箱，支持AC 220 \pm 5V宽电压供电，具备防震、抗冲击设计，满足船舶航行环境的机械性能要求；重量 < 35 KG（含天线），功耗 < 300 W，搭载8核 ARM Cortex-A78AE CPU，主频 ≥ 2 GHz。

5.1.3 通用要求

所有核心设备应具备数据本地存储与云端同步功能，本地存储数据保存时间不少于90天，云端存储支持无限期归档。

5.2 感知探测设备要求

5.2.1 岸基雷达探测仪

水平角度覆盖 $> \pm 45^\circ$ ，空旷无遮挡下覆盖范围 > 12 km（安装高度 ≥ 20 m），GPS定位误差 < 30 m。

5.2.2 船舶AIS设备

可采集船舶MMSI信息，覆盖范围 > 30 km，数据更新频率 ≤ 3 s。

5.2.3 水下声呐探测仪

支持多目标同时探测，水下探测距离 ≥ 3 km，工作水深0~1000m。

5.3 通信传输设备要求

5.3.1 海底光缆

应满足以下要求：

- a) 海底光缆应符合SJ 20380的规定, 单纤传输速率 $\geq 10\text{Gbps}$, 支持远距离供电;
- b) 选型与铺设应符合GB/T 51154要求, 近岸段光缆应采用铠装设计, 抗张强度 $\geq 10\text{kN}$, 深海段光缆应具备抗水压、抗生物腐蚀能力。

5.3.2 海上无线通信

应满足以下要求:

- a) 工作频率 $300\text{MHz}\sim 6\text{GHz}$, 瞬时带宽 $\geq 2\text{GHz}$, 抗多径衰落能力 $\geq 20\text{dB}$;
- b) 应支持5G-A、LoRa、微波等多种通信方式, 可根据海上环境自动切换, 在风速 $\geq 15\text{m/s}$ 、浪高 $\geq 3\text{m}$ 的海况下保持通信稳定。

5.3.3 通信传输设备

应具备数据加密功能, 采用国密级加密算法, 保障海上监测数据传输的安全性。

5.4 中继转发设备要求

应满足以下要求:

- a) 海岛中继器射频增益 $\geq 30\text{dB}$, 转发时延 $< 0\text{ms}$, 支持多协议数据转发;
- b) 应采用户外一体化设计, 外壳防护等级不低于IP67, 满足 $-40^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$ 的工作温度范围;
- c) 应具备自动功率调节功能, 根据信号强度动态调整发射功率, 发射功率调节范围为 $10\text{dBm}\sim 30\text{dBm}$;
- d) 海上移动中继设备应具备快速部署能力, 部署时间 $\leq 30\text{min}$, 且支持电池供电, 电池续航时间 $\geq 8\text{h}$ (额定功率下)。

6 组网通信要求

6.1 总体通信要求

6.1.1 系统组网端到端通信时延

岸基节点与海上固定节点 $\leq 50\text{ms}$, 岸基节点与海上移动节点 $\leq 100\text{ms}$, 水下节点与水面节点 $\leq 200\text{ms}$ 。

6.1.2 数据传输丢包率

有线通信 $\leq 0.01\%$, 无线通信 (非卫星) $\leq 0.1\%$, 卫星通信 $\leq 0.5\%$ 。

6.1.3 通信链路可用性

全年不低于99.9%, 单链路故障后, 冗余链路切换时间 $\leq 500\text{ms}$ 。

6.2 有线通信要求

应满足以下要求:

- a) 海底光缆通信应符合SJ 20380的规定, 无中继海底光缆传输距离 $\leq 100\text{km}$, 有中继海底光缆传输距离可根据需求扩展, 中继器间距 $\geq 50\text{km}$;
- b) 岸基与海上平台之间的铠装电缆应采用防水、抗盐雾设计, 电缆传输速率不低于 1Gbps , 工作温度范围为 $-20^{\circ}\text{C}\sim 65^{\circ}\text{C}$;
- c) 有线通信线路应设置防雷、防浪涌保护装置, 符合GA/T 670的规定。

6.3 无线通信要求

6.3.1 5G-A 通信

工作频率为 2.6GHz 、 3.5GHz 、 26GHz , 单基站覆盖范围 (海面) $\geq 5\text{km}$, 支持Massive MIMO技术, 单小区最大接入节点数 ≥ 200 个。

6.3.2 微波通信

工作频率为 $10\text{GHz}\sim 38\text{GHz}$, 点对点通信距离 $\geq 20\text{km}$, 发射功率 $\leq 5\text{W}$, 接收灵敏度 $\leq -95\text{dBm}$ 。

6.3.3 卫星通信

作为应急通信方式, 支持北斗、海事卫星等系统, 数据传输速率 $\geq 1\text{Mbps}$, 在无地面通信链路时, 保障系统核心数据的传输。

6.3.4 水下通信

采用水声通信技术, 通信频率为 $1\text{kHz}\sim 30\text{kHz}$, 水下节点间通信速率 $\geq 100\text{kbps}$, 且具备抗水声多径干扰能力。

6.4 通信协议要求

应满足以下要求：

- a) 系统组网采用TCP/IP为主协议，感知设备数据采集采用 Modbus、Profinet工业协议，数据融合与转发采用MQTT/CoAP轻量化协议，满足海上低带宽环境下的协议适配；
- b) 通感算协同数据交互采用统一的协议栈，协议栈应支持数据格式标准解析，兼容JSON、XML、二进制等多种数据格式；
- c) 所有通信协议应具备可扩展性，支持后续系统升级和新设备接入，且与现有海洋监测系统的通信协议兼容。

7 通感算协同要求

7.1 资源共享要求

7.1.1 射频资源共享

系统内通信模块与感知模块共享射频前端，工作频率为1MHz~6GHz，支持同时完成信号传输与海上目标探测，射频资源的分配与调度响应时间 $\leq 1\text{ms}$ 。

7.1.2 算力资源共享

核心层算力资源可根据感知任务和通信需求动态分配，当海上出现突发安防事件时，算力调度系统应在500ms内将算力向事件发生区域的节点倾斜，算力分配精度为0.1TOPS。

7.1.3 存储资源共享

系统采用分布式存储架构，岸基核心节点、中继节点、海上节点的存储资源可统一调度，当单个节点存储容量不足时，数据可自动迁移至其他节点，数据迁移速率 $\geq 1\text{Gbps}$ 。

7.2 数据协同处理要求

7.2.1 多源数据融合

系统应能融合雷达、AIS、声呐、红外成像等多类感知设备的监测数据，数据融合处理时间 $\leq 100\text{ms}$ ，融合后目标识别准确率 $\geq 95\%$ 。

7.2.2 数据同步传输

感知数据、通信状态数据、算力调度数据的同步误差 $\leq 10\text{ms}$ ，保障系统各模块的协同工作。

7.2.3 数据预处理

海上节点应具备数据预处理能力，对采集的原始数据进行去噪、降维处理，预处理后数据量压缩比 $\geq 10:1$ ，且不丢失关键安防信息。

7.3 任务动态调度要求

7.3.1 任务感知调度

系统应根据海上环境变化和安防任务需求，自动调整感知设备的工作模式，如雷达的扫描频率、AIS的数据更新频率，调整响应时间 $\leq 500\text{ms}$ 。

7.3.2 通信任务调度

当海上监测数据量突增时，通信调度系统应自动调整链路带宽，优先传输安防预警数据，预警数据的传输优先级高于普通监测数据。

7.3.3 算力任务调度

系统算力调度应采用智能算法，根据任务的复杂度和实时性要求，分配相应的算力资源，对于实时性要求高的安防预警任务，算力保障率为100%。

7.4 协同控制要求

应满足以下要求：

- a) 通感算协同控制采用集中式+分布式相结合的方式，岸基核心节点为集中控制中心，海上节点具备分布式自主控制能力，当岸基与海上节点的通信链路中断时，海上节点可独立完成通感算协同工作，自主控制时间不少于8h；

b) 协同控制指令的传输时延 $\leq 50\text{ms}$ ，指令执行准确率 $\geq 99.99\%$ ，且具备指令重传机制，当指令传输失败时，重传次数不超过3次，重传间隔为100ms。

8 环境适应性要求

8.1 气候环境适应性要求

8.1.1 盐雾防护

设备在pH6.5~7.2的盐雾环境下，持续工作96h后，无锈蚀、无性能下降。

8.1.2 温度适应性

设备应能承受温度突变，温度变化速率为 $10^\circ\text{C}/\text{min}$ ，从 -20°C 突变至 65°C 后，设备能正常工作，无性能衰减。

8.1.3 湿度适应性

设备在工作相对湿度5%~95%（无凝露）、存储相对湿度0%~95%（无凝露）环境下能正常工作。

8.1.4 抗霉菌能力

设备应具备抗霉菌能力，在长霉环境下霉菌生长等级不超过1级，设备电气性能和机械性能无下降。

8.2 机械环境适应性要求

8.2.1 振动与冲击

海上移动设备应具备抗振动、抗冲击能力，振动频率范围为10Hz~2000Hz，加速度为10g，冲击加速度为50g，持续时间为11ms。

8.2.2 抗积雪与倾覆

海岛户外设备应具备抗风、抗积雪能力，设备安装基座的抗倾覆力矩 $\geq 100\text{kN}\cdot\text{m}$ ，积雪荷载 $\geq 2\text{kPa}$ 。

8.2.3 抗水压能力

水下设备应具备抗水压能力，工作水深对应的水压下，设备外壳无变形，密封性能良好，无渗水现象。

8.2.4 抗风抗浪

户外设备在 ≥ 12 级台风（风速 $\geq 32.7\text{m/s}$ ）环境下，无倾倒、无损坏，能正常工作；海上船载设备在浪高 $\geq 5\text{m}$ 的海况下，数据传输无中断，能正常工作。

8.3 外壳防护要求

岸基固定设备防护等级 $\geq \text{IP65}$ ，海上移动设备 $\geq \text{IP67}$ ，水下设备 $\geq \text{IP68}$ ，在此防护等级下能正常工作。

9 试验方法

9.1 试验总体要求

应满足以下要求：

a) 应在系统组网全部完成后进行，测试环境应模拟海上实际安防场景，测试时间不少于72h，连续无故障运行时间不少于48h；

b) 试验所用仪器仪表应经计量检定合格，精度等级不低于0.5级，且在检定有效期内；

c) 试验数据应真实、完整，测试记录应存档保存，保存时间不少于3年。

9.2 组网硬件试验

9.2.1 通感算核心设备

应按照以下方法进行：

a) 岸基核心一体机：用精度1mm量尺测机柜尺寸；通过接口适配仪接入各标准化接口传输数据，验证接口有效性；用算力测试仪满负载测试GPU AI性能、存储速率，射频分析仪验证频段覆盖；

b) 海上便携一体机：核查机箱材质，振动冲击试验台模拟船舶工况测试防护性能；变频电源调节至AC 220 \pm 5V 验证供电适配；通过电子秤、功率计、CPU测试仪分别测重量、功耗、核数及主频。

9.2.2 感知探测设备

应按照以下方法进行：

- a) 岸基雷达探测仪：安装于 $\geq 20\text{m}$ 基座，采用角度校准仪测水平覆盖角度；布设已知坐标标校目标，验证覆盖范围及GPS定位误差；
- b) 船舶AIS设备：海上布设AIS应答器，测试覆盖范围及MMSI信息采集准确性；时序记录仪统计数据更新频率；
- c) 水下声呐探测仪：试验水池布设多水下目标，验证多目标探测能力；调节目标距离测探测距离，深水压力箱验证0~1000m水深工作有效性。

9.2.3 通信传输设备

应按照以下方法进行：

- a) 海底光缆：光缆传输测试仪测单纤速率及远供功能；拉力试验机测近岸段抗张强度，水压箱验证深海段抗水压、抗生物腐蚀能力；
- b) 海上无线通信：射频综合测试仪测工作频率、带宽及抗多径衰落能力；模拟风速 $\geq 15\text{m/s}$ 、浪高 $\geq 3\text{m}$ 海况，测试多通信方式切换及稳定性；
- c) 加密功能：数据分析仪抓取传输报文，验证国密算法加密效果。

9.2.4 中继转发设备

应按照以下方法进行：

- a) 用射频功率计、时延测试仪测增益及转发时延，多协议终端验证转发功能；
- b) 防尘防水箱、高低温箱测试防护等级及温区适配；
- c) 信号发生器调节信号强度，验证功率自动调节范围；记录部署时间及额定功率下续航时长。

9.3 组网通信试验

9.3.1 总体通信性能

应按照以下方法进行：

- a) 端到端时延：高精度时延测试仪接入各节点，1000次/小时发送数据包，采集不同场景时延数据。
- b) 丢包率：网络性能测试仪搭建各链路，满负载传输 100GB 数据，统计丢包占比。
- c) 链路可用性：统计全年可用时长计算可用性；人工断链测试冗余链路切换时间，每类链路测10次取均值。

9.3.2 有线/无线通信

应按照以下方法进行：

- a) 有线通信：核查光缆传输距离及中继间距；电缆测试仪测传输速率，防雷防浪涌按GA/T 670规定进行；
- b) 无线通信：采用射频分析仪测5G-A、微波工作参数及覆盖范围；切断地面链路，验证卫星通信速率及应急传输能力；水池搭建水下链路，测试水声通信速率及抗干扰性。

9.3.3 通信协议

协议分析仪抓取报文，验证各类协议适配性；下发多格式数据，测试协议栈解析能力；接入新增设备及现有海洋监测系统，验证扩展性与兼容性。

9.4 通感算协同试验

9.4.1 资源共享

同步启动通信与感知模块，验证射频资源共享及调度响应时间；模拟突发安防事件，测试算力倾斜响应及分配精度；向节点写入数据至阈值，验证存储迁移功能及速率。

9.4.2 数据协同

同步启动多类感知设备，测试数据融合时间及识别准确率；采集各类数据时间戳，计算同步误差；核查海上节点数据预处理效果及压缩比。

9.4.3 任务调度

模拟环境及任务变化，测试感知设备模式调整响应时间；模拟数据量突增，验证带宽调整及预警数据优先传输机制；下发不同任务，测试算力分配及预警任务保障率。

9.4.4 协同控制

切断岸基链路，持续8h测试海上节点自主协同能力；恢复链路，测试控制指令时延、准确率及重传机制。

9.5 环境适应性试验

9.5.1 气候环境

应按照以下方法进行：

- a) 盐雾试验：按GB/T 10125的规定进行；
- b) 温度适应性：按GB/T 2423.22、GB/T 13951的规定进行；
- c) 湿度适应性：按GB/T 2423.3的规定进行；
- d) 长霉试验：按GB/T 2423.16的规定进行。

9.5.2 机械环境

应按照以下方法进行：

- a) 振动与冲击试验：按GB/T 2423.10、GB/T 2423.5的规定进行；
- b) 抗积雪与倾覆：采用静载荷试验方法，对海岛户外设备安装基座施加 $\geq 2\text{kPa}$ 积雪荷载，持荷1h；采用力矩测试装置测试基座抗倾覆力矩；
- c) 抗水压能力：按GB/T 2423.38的规定进行；
- d) 抗风抗浪：采用风洞试验装置对户外设备施加 $\geq 32.7\text{m/s}$ 风速，持荷1h；采用波浪模拟试验台对海上船载设备模拟浪高 $\geq 5\text{m}$ 海况，持续试验2h。

9.5.3 外壳防护

按GB/T 4208的规定进行。
