

ICS 33.060.01

CCS M 30



团 体 标 准

T/CEATEC XXX—2025

海上安防通感算一体化系统通用架构 规范

General architecture specification for maritime security
communication-sensing-computing integrated 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 系统总体要求	1
4.1 架构设计原则	1
4.2 整体架构组成	2
5 分层架构要求	2
5.1 前端感知层	2
5.2 网络通信层	3
5.3 边缘计算层	3
5.4 云端计算层	4
5.5 应用服务层	4
5.6 运维管理层	4
6 性能指标要求	5
6.1 感知性能	5
6.2 通信性能	5
6.3 计算性能	5
6.4 系统整体性能	5
6.5 环境适应性要求	5
7 试验方法	6
7.1 感知性能试验	6
7.2 通信性能试验	6
7.3 计算性能试验	6
7.4 系统整体性能试验	6
7.5 环境适应性试验	6
8 运行维护要求	7
8.1 日常运行管理	7
8.2 定期维护	7
8.3 故障处置	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。

海上安防通感算一体化系统通用架构规范

1 范围

本文件规定了海上安防通感算一体化系统的系统总体要求、分层架构要求、性能指标要求、试验方法、运行维护要求。

本文件适用于海上安防通感算一体化系统的设计、研发、建设、验收与运行维护。

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 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温

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 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 21065 船舶电气装置 安装和完工试验

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

海上安防通感算一体化系统 maritime security communication-sensing-computing integrated system

融合通信、感知、计算三大核心能力，对海上目标、环境、行为进行全域感知、实时通信、智能计算分析，实现海上安全防范、预警、处置一体化的综合系统，简称海安防通感算系统。

4 系统总体要求

4.1 架构设计原则

4.1.1 全域覆盖

系统架构应支持对我国管辖海域重点区域的无死角覆盖，兼顾固定区域监测与移动区域补盲，陆地、海面、水下感知能力协同。

4.1.2 深度融合

通信、感知、计算能力深度耦合，实现数据互通、能力互补，感知数据为计算提供基础，计算结果为通信调度、感知优化提供依据。

4.1.3 智能高效

系统具备自主学习、智能分析、自动预警能力，对海上异常行为的识别与响应满足实时性要求。

4.1.4 环境适配

系统各设备、各层级架构应适应海上高盐雾、高低温、强风、颠簸等恶劣环境。

4.1.5 兼容扩展

系统架构应兼容现有海上安防相关设备、标准与系统，具备灵活的扩展能力，支持新设备、新技术、新功能的接入与升级。

4.1.6 安全可靠

系统具备数据加密、权限管理、故障自愈能力，关键设备与链路具备冗余设计。

4.2 整体架构组成

海安防通感算系统采用六层架构设计，从底层到顶层依次为：前端感知层、网络通信层、边缘计算层、云端计算层、应用服务层、运维管理层。各层级间的电气与数据接口应符合GB/T 21065的规定。

5 分层架构要求

5.1 前端感知层

5.1.1 设备组成

前端感知层由海面感知设备、水下感知设备、岸基感知设备、移动感知设备四大类组成，具体设备类型与功能见表1。

表1 前端感知层设备组成及功能要求

设备类别	具体设备	核心功能	技术要求
海面感知设备	相控阵雷达	海面目标探测、定位、轨迹跟踪	水平角度覆盖 $\geq \pm 45^\circ$ ，探测距离 $\geq 13\text{km}$ ，定位误差 $< 30\text{m}$
	AIS接收机	船舶MMSI信息、位置、航速采集	覆盖范围 $\geq 30\text{km}$ ，数据接收刷新率 $\leq 1\text{s}$
	红外成像仪	夜间/低能见度海面目标识别	分辨率 $\geq 1080\text{p}$ ，帧率 $\geq 30\text{fps}$ ，红外探测距离 $\geq 5\text{km}$
	高清摄像头	海面目标可视化采集	分辨率 $\geq 4\text{K}$ ，支持微光夜视，录像保存 ≥ 90 天
水下感知设备	光纤水听器	水下目标噪声监测、定位	监测半径 $1\sim 1.5\text{km}$ ，节点间距 500m ，冗余设计 ≥ 3 基元
	水下声纳	水下目标探测、识别	探测距离 $\geq 500\text{m}$ ，目标识别准确率 $\geq 90\%$ ，工作频率 $10\text{kHz}\sim 100\text{kHz}$
	水下温盐深仪	水下环境参数采集	温度测量精度 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ ，盐度测量精度 $\pm 0.1\%$
岸基感知设备	远程声波设备	海上喊话、驱离、通讯	作用距离 $100\sim 3000\text{m}$ ，声压级 $90\sim 162\text{dB}$ ，波束宽度 $\pm 5^\circ\sim \pm 15^\circ$
	气象站	风速、风向、能见度采集	风速测量精度 $\pm 0.5\text{m/s}$ ；能见度测量范围 $0\sim 50\text{km}$
移动感知设备	便携式雷达	巡查海域补盲探测	重量 $< 27\text{KG}$ ，功耗 $< 300\text{W}$ ，AC $220\pm 5\text{V}$ 供电
	无人机载感知模块	远海区域快速探测	续航 $\geq 2\text{h}$ ，探测半径 $\geq 10\text{km}$ ，实时数据回传

5.1.2 数据采集与预处理

应满足以下要求：

a) 感知设备应实现无接触、无感知数据采集，对目标信息的采集刷新率 $\leq 3\text{s}$ ，异常数据实时剔除；

b) 前端设备应具备初步预处理能力,对采集数据进行滤波、降噪、格式标准化处理,预处理延迟<100ms;

c) 所有感知数据应携带时间戳、设备编号、地理位置等元数据,数据格式采用标准化JSON格式。

5.2 网络通信层

5.2.1 通信网络组成

网络通信层采用岸海联动、多网融合的通信架构,由岸基光纤通信、海上无线通信、卫星通信、船舶自组网四大通信网络组成,各网络的适用场景与技术指标见表2。

表2 网络通信层各通信方式技术指标

通信方式	适用场景	带宽要求	传输延迟	覆盖范围	备用方案
岸基光纤通信	港口、码头、近岸≤50km 区域	≥1000Mbps	<10ms	近岸固定区域	无线网桥
海上无线通信	近海 500km~200km 区域	≥100Mbps	<50ms	近海覆盖	卫星通信
卫星通信	远海>200km 区域、应急场景	≥10Mbps	<500ms	全球覆盖	北斗短报文
船舶自组网	海上执法编队、作业船队	≥50Mbps	<30ms	编队内≤10km	短波通信

5.2.2 通信协议与调度

应满足以下要求:

a) 岸基通信遵循TCP/IP协议,海上无线通信遵循LoRaWAN协议,卫星通信遵循CCSDS协议,北斗短报文遵循北斗三号民用协议;

b) 网络通信层具备智能调度能力,根据海域位置、网络状态自动切换通信方式,网络中断时实现无缝切换,切换延迟<1s;

c) 数据传输采用分级传输策略,实时感知数据优先传输,非实时统计数据延后传输,紧急预警信息采用专属信道传输,保障传输优先级。

5.3 边缘计算层

5.3.1 计算节点部署

边缘计算节点采用分布式部署方式,分为岸基边缘节点、海上平台边缘节点、船舶边缘节点三类,部署位置与计算能力要求见表3。

表3 边缘计算节点部署及计算能力要求

节点类型	部署位置	算力要求	存储能力	响应时间
岸基边缘节点	沿海地市海警指挥中心、港口管控中心	≥1024TOPS	≥100TB	<100ms
海上平台边缘节点	海上作业平台、海岛监测站	≥256TOPS	≥50TB	<200ms
船舶边缘节点	海警船、渔政船等执法船舶	≥64TOPS	≥10TB	<300ms

5.3.2 核心功能

应满足以下要求:

a) 实时数据处理:对前端感知层采集的实时数据进行本地分析,处理效率≥10万条/秒;

b) 本地智能预警:内置海上异常行为分析模型,对非法越界、异常停留、可疑聚集等行为进行本地预警,预警响应时间<5s;

c) 边缘协同决策:各边缘计算节点之间实现数据协同,对跨区域海上目标进行联合跟踪,决策结果实时同步;

d) 数据缓存与回传:对本地处理数据进行缓存,缓存时间≥7天,同时将关键数据与分析结果回传至云端计算层,回传频率可按需调节。

5.4 云端计算层

5.4.1 平台组成

云端计算层部署在国家级、省级岸基数据中心，由计算集群、存储集群、大数据分析平台、人工智能训练平台四大核心模块组成，采用云原生架构设计，支持弹性伸缩。

5.4.2 核心能力

应满足以下要求：

a) 集中数据存储：实现对海上全域感知数据、分析数据、业务数据的集中存储，总存储能力 $\geq 10\text{PB}$ ，支持结构化与非结构化数据存储，数据保存时间 ≥ 365 天；

b) 深度数据分析：构建全域海上态势分析模型，对海量数据进行挖掘分析，实现海上目标行为规律总结、违法活动趋势预测；

c) 人工智能训练：依托海量海上数据，对异常行为识别、目标分类等模型进行持续训练与优化，模型识别准确率 $\geq 95\%$ ；

d) 全局智能决策：对跨区域、跨部门的海上安防事件进行全局研判，制定最优处置方案，实现多部门、多区域的协同调度。

5.5 应用服务层

5.5.1 功能模块

应用服务层面向海警、渔政、海事、海关等海上执法部门与海上作业单位，提供六大核心功能模块，具体功能见表4。

表4 应用服务层核心功能模块

功能模块	核心服务	面向用户	交互方式
海上态势一张图	全域目标可视化、海域态势实时展示	各级指挥中心	PC端、大屏端
智能预警告警	异常行为预警、风险等级评估、预警推送	执法人员、值班人员	PC端、移动端、短信
目标精准查询	按目标类型、位置、时间等条件精准检索	一线执法人员	移动端、便携式终端
执法协同调度	执法指令下达、编队调度、资源调配	指挥人员	专用指挥终端
应急处置管理	海上应急事件上报、处置流程管理、复盘分析	应急处置人员	多终端协同
数据统计分析	海上安防数据统计、趋势分析、报表生成	管理决策人员	PC端

5.5.2 界面与交互要求

应满足以下要求：

a) 应用界面应遵循人性化设计原则，操作简洁易懂，支持多窗口、多地图切换，地图缩放与漫游流畅无卡顿；

b) 支持多终端交互，包括PC端、移动端、大屏端、便携式执法终端，各终端数据实时同步，同步延迟 $< 3\text{s}$ ；

c) 具备一键操作功能，对紧急事件可实现一键预警、一键调度、一键上报，提升处置效率。

5.6 运维管理层

5.6.1 系统监控

应满足以下要求：

a) 实现对系统各层级、各设备的 7×24 小时实时监控，包括设备运行状态、网络连通状态、计算资源使用率、数据传输状态；

b) 监控指标超过阈值时自动发出告警，告警方式包括声光告警、平台弹窗、移动端推送，告警响应时间 $< 1\text{s}$ 。

5.6.2 故障管理

应满足以下要求：

- a) 具备故障自动诊断能力，对设备故障、网络故障、软件故障进行精准定位，定位准确率 $\geq 90\%$ ；
- b) 关键设备与链路具备故障自愈能力，自动切换备用设备或链路，自愈时间 $< 5s$ ；非关键故障提供故障处置方案，指导运维人员维修。

5.6.3 升级与维护

应满足以下要求：

- a) 系统支持远程在线升级，包括设备固件、软件系统、算法模型，升级过程不影响系统正常运行，升级成功率 $\geq 99\%$ ；
- b) 建立系统运维档案，记录设备安装、维修、升级、巡检等信息，档案保存时间 \geq 设备使用寿命；
- c) 制定定期巡检制度，岸基设备巡检周期 ≤ 3 个月，海上固定设备巡检周期 ≤ 6 个月，移动设备巡检周期 ≤ 1 个月。

6 性能指标要求

6.1 感知性能

6.1.1 全域感知覆盖

重点海域感知覆盖率100%，一般海域感知覆盖率 $\geq 95\%$ ，移动补盲响应时间 $< 10min$ 。

6.1.2 目标识别能力

海面船舶、人员目标识别准确率 $\geq 95\%$ ，水下目标识别准确率 $\geq 90\%$ ，小目标（ $< 5m$ ）识别准确率 $\geq 85\%$ 。

6.1.3 定位精度

海面目标定位误差 $< 30m$ ，水下目标定位误差 $< 100m$ ，岸基目标定位误差 $< 10m$ 。

6.2 通信性能

6.2.1 数据传输可靠性

各类通信方式的数据传输成功率 $\geq 99.9\%$ ，紧急数据传输成功率100%。

6.2.2 网络切换能力

多通信网络之间无缝切换，切换延迟 $< 1s$ ，切换过程无数据丢失。

6.2.3 带宽利用率

网络带宽平均利用率 $\leq 70\%$ ，峰值利用率 $\leq 90\%$ 。

6.3 计算性能

6.3.1 数据处理效率

边缘计算层实时数据处理延迟 $< 300ms$ ，云端计算层批量数据处理效率 ≥ 1000 万条/小时。

6.3.2 模型识别精度

海上异常行为识别准确率 $\geq 95\%$ ，预警误报率 $< 5\%$ ，漏报率 $< 1\%$ 。

6.3.3 系统并发能力

支持 ≥ 1000 个感知设备同时接入， ≥ 500 个终端同时在线， ≥ 100 个并发操作。

6.4 系统整体性能

6.4.1 响应时间

系统从感知目标到发出预警的端到端响应时间 $< 10s$ ，从预警到指令下达的响应时间 $< 30s$ 。

6.4.2 连续运行能力

系统全年连续运行时间 $\geq 8760h$ ，年平均故障时间 $\leq 8h$ ，故障恢复时间 $< 1h$ 。

6.4.3 兼容性

兼容现有海上安防相关系统与设备，兼容率 $\geq 90\%$ ，新设备接入时间 $< 24h$ 。

6.5 环境适应性要求

系统各设备的环境适应性应满足以下要求，未明确要求的按GB/T 13951执行：

- a) 高低温环境：设备工作温度为-30℃~60℃，存储温度为-40℃~70℃；
- b) 盐雾环境：设备外壳及金属部件应通过1000h中性盐雾试验；
- c) 防护等级：固定部署设备防护等级不低于IP65，移动部署设备防护等级不低于IP66，水下设备防护等级不低于IP68；
- d) 振动与冲击：船舶搭载设备应承受5~200Hz正弦振动与15g半正弦冲击。

7 试验方法

7.1 感知性能试验

应按照以下方法进行：

- a) 覆盖范围：在测试海域布置不同距离的测试目标，通过相控阵雷达、AIS接收机等设备对目标进行探测，记录设备的最大探测距离；
- b) 识别准确率：在测试海域布置船舶、人员、水下目标等测试对象，包含不同尺寸、不同类型的目标，通过前端感知设备采集数据并进行识别，统计目标识别准确率；
- c) 定位精度：采用高精度GPS定位仪作为标准，对比前端感知设备的定位结果，计算定位误差。

7.2 通信性能试验

应按照以下方法进行：

- a) 传输可靠性：通过网络测试仪向各通信网络发送10万条测试数据，统计数据接收成功条数，计算传输成功率；
- b) 网络切换：在测试船舶上进行不同海域的航行测试，模拟网络切换场景，通过网络分析仪记录切换延迟与数据丢失情况；
- c) 带宽：采用流量发生器向通信网络发送不同速率的测试流量，记录网络带宽利用率与数据传输延迟。

7.3 计算性能试验

应按照以下方法进行：

- a) 数据处理效率：向前端感知层发送海量模拟感知数据，分别记录边缘计算层与云端计算层的数据处理时间，计算处理效率；
- b) 模型识别精度：收集海上正常行为与异常行为的测试数据，输入系统的人工智能模型，统计模型的识别准确率、误报率与漏报率；
- c) 并发能力：采用性能测试工具模拟1000个感知设备接入、500个终端同时在线的场景，执行100个并发操作，记录系统的响应时间与运行状态。

7.4 系统整体性能试验

应按照以下方法进行：

- a) 端到端响应时间：在测试海域布置异常目标，模拟海上违法行为，记录从设备感知目标到系统发出预警的时间，以及从预警到指挥中心下达指令的时间；
- b) 连续运行：将系统置于测试环境中连续运行30天，记录系统的运行状态与故障情况，计算系统的连续运行时间与故障恢复时间；
- c) 兼容性：将现有海上安防设备与系统接入本系统，测试设备的接入成功率、数据互通能力与功能协同能力，统计兼容率。

7.5 环境适应性试验

应模拟海上实际工作环境，包括高低温试验、盐雾试验、设备防护等级试验、振动与冲击试验等：

- a) 高低温试验：应按GB/T 2423.1、GB/T 2423.2的规定进行；
- b) 盐雾试验：应按GB/T 10125的规定进行；
- c) 设备防护等级试验：应按GB/T 4208的规定进行；
- d) 振动与冲击试验：应按GB/T 2423.5、GB/T 2423.10的规定进行。

8 运行维护要求

8.1 日常运行管理

应满足以下要求：

a) 安排专业运维人员进行7×24小时值班，实时监控系统运行状态，发现告警信息及时处理，并做好值班记录；

b) 每日对系统的感知数据、通信数据、计算数据进行抽查，确保数据的准确性与完整性，发现数据异常及时排查原因；

c) 每周对系统的计算资源、存储资源、网络资源进行统计分析，及时清理无用数据，保障系统资源充足。

8.2 定期维护

应满足以下要求：

a) 设备维护：岸基设备每3个月进行一次现场巡检，清洁设备、检查设备运行状态、测试设备性能；海上固定设备每6个月进行一次海上巡检，对设备的防护层、连接线等进行检查与维护；移动设备每次执行任务后进行检查与保养；

b) 软件维护：每月对系统的软件系统、算法模型进行一次漏洞扫描与安全检测，每6个月对系统进行一次版本升级与优化；

c) 数据维护：每月对系统的存储数据进行一次备份，每年对历史数据进行一次整理与归档，备份数据应异地存储，保障数据安全。

8.3 故障处置

建立故障分级处置机制，将系统故障分为一般故障、严重故障、紧急故障三类，不同等级故障对应不同的处置流程与响应时间，具体见表5。

表5 系统故障分级处置要求

故障等级	故障类型	处置响应时间	故障恢复时间	处置责任人
一般故障	单个感知设备故障、非关键软件故障	2h 内	8h 内	现场运维人员
严重故障	局部通信网络中断、边缘计算节点故障	1h 内	4h 内	区域运维负责人
紧急故障	系统全域瘫痪、核心计算平台故障、重要数据丢失	30min 内	1h 内	总运维负责人
注：故障处置完成后，应对故障原因进行分析，制定整改措施，避免同类故障再次发生，并将故障处置情况记入运维档案。				