

团 体 标 准

T/CAMC 0002—2025

船岸云一体化系统 第2部分：

船云交互指南

Ship-shore-cloud integrated system Part 2: Ship-cloud
interaction guide

征求意见稿

2025-xx-xx 发布

2025-xx-xx 实施

中国计算机自动测量与控制技术协会 发布

XX出版社

出版

目次

前 言 IV

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 数据交换架构..... 2

 4.1 总体架构 2

 4.1.1 船舶端系统..... 2

 4.1.2 岸基系统..... 2

 4.1.3 云计算平台..... 2

 4.2 数据流 2

5 数据格式与编码..... 2

 5.1 数据格式 2

 5.1.1结构化数据要求..... 2

 5.1.2非结构化数据数据要求..... 2

 5.2 数据编码 3

6 数据传输协议..... 3

 6.1 通信协议 3

 6.2 安全协议 3

7 数据交换接口..... 3

 7.1 API接口 3

 7.1.1 RESTful API..... 3

 7.1.2 gRPC..... 3

 7.2 数据推送与拉取 4

8 数据质量与完整性..... 4

 8.1 数据校验 4

 8.2 数据补全 4

9 错误处理与恢复..... 4

 9.1 错误类型 4

- 9.2 错误处理机制 4
- 9.3 数据恢复 5
- 10 性能要求..... 5
- 11 安全要求..... 5
 - 11.1 数据加密 5
 - 11.2 访问控制 5
 - 11.3 日志管理 5

计算机自动测量与控制技术协会

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。

本文件由中国计算机自动测量与控制技术协会提出并归口。

本文件起草单位：中国信息通信研究院、嘉兴市科讯电子有限公司、浙江启明海洋电力工程有限公司、招商局工业智能科技（江苏）有限公司、上海船舶工艺研究所

本文件主要起草人：王瑞、俞继华、周秋云、王勇、林军峰、袁舟龙、张桓钟、冯玉龙、徐绍衡、马福琪、

计算机自动测量与控制技术协会

船岸云一体化系统 第2部分：船云交互指南

1 范围

本文件规定了船岸云一体化系统中船端与云端之间的交互，主要包括船端与云端的数据交换架构、数据格式与编码、传输协议、交换接口、质量与完整性、错误处理与恢复、性能及安全要求等方面。

本文件适用于船岸云一体化系统船端与云端技术提供方或建设需求方，包括但不限于船舶、港口、物流公司和相关政府部门。面向技术提供方能够促进供应方为用户提供船岸云一体化系统船端与云端之间的交互指南，引导智能船舶领域健康发展。

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。

T/CSAE 295.2 车路云一体化系统 第2部分：车云数据交互规范

T/CIN 016 船岸协同智能航行系统构建指南

CCS 船舶与海上设施数字系统验证指南

CCS 船舶网络系统要求及安全评估指南

CCS 船舶系统网络要求及安全评估

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

船岸云一体化系统 Ship-shore-cloud integrated system

通过新一代信息与通信技术将船舶（船端）、岸基（岸端）、云计算平台（云端）相关物理信息、空间信息充分融合为一体，实现船舶的智能化航行、远程监控、决策支持和运营管理等功能的信息物理系统。

3.2

船云交互 Ship-Cloud Interaction

船舶端与云端之间进行信息传输、数据交换、指令传达等一系列信息交互行为的总称。

4 数据交换架构

4.1 总体架构

4.1.1 船舶端系统

a) 智能网关要求为支持 Modbus-TCP、OPC-UA 协议转换，支持内置数据湖（临时存储 ≥ 24 小时原始数据）。

b) 边缘计算节点要求为支持运行轻量化 AI 模型（如 TinyML）进行异常检测。

4.1.2 岸基系统

协议适配层要求为支持 MQTT/AMQP/Kafka 协议互转，还可支持 5G 切片网络与卫星通信（Inmarsat-FBB）动态切换。

4.1.3 云计算平台

数据湖仓需具备流批一体存储能力，支持通过流批融合存储技术实现流数据与批数据的统一存储管理；同时需拥有分层存储管理能力，可将访问频率高的热数据存储于高性能列式数据库，满足高频查询需求，并能将访问频率低的冷数据归档至低成本长期存储服务，实现数据存储的高效与经济平衡。

4.2 数据流

数据的采集、传输、处理和存储，包括但不限于《船岸云一体化系统 第1部分：系统组成及基础平台架构》中的内容，还可包括以下内容：

阶段	技术要求
数据采集	采样频率可配置（1Hz-1kHz），支持时间同步（NTP/PTP协议）
数据传输	关键数据（如AIS轨迹）采用冗余传输（前向纠错FEC）
数据处理	实时流处理延迟 $\leq 200\text{ms}$ （Apache Flink引擎）
数据存储	时序数据库（InfluxDB）与对象存储（S3）分级存储

5 数据格式与编码

5.1 数据格式

5.1.1 结构化数据要求

结构化数据要求为可支持数据压缩，如采用 Snappy 算法（压缩率 $\geq 50\%$ ）。

5.1.2 非结构化数据数据要求

a) 支持视频流，H. 265 编码，分辨率 1080P/30fps，码率 $\leq 5\text{Mbps}$ ；

b) 支持雷达图像，GeoTIFF格式，附带坐标系元数据（WGS84）。

5.2 数据编码

a) 支持字符编码，如UTF-8（强制），ASCII（兼容模式）；

b) 支持二进制编码，TLV（Type-Length-Value）结构，头部占4字节。

6 数据传输协议

6.1 通信协议

本指标定义为规范船云数据传输的通信协议,主要是指 ACN 芯片方式的通信协议。

a) ACN 芯片可支持可信泛在接入，包括蜂窝、Wi-Fi、卫星、短距（D2D / 侧行）等多种接入方式；

b) ACN 芯片内置 DID（Decentralized Identifier）和可验证凭证 VC，支持身份地址 AID、位置地址LOC 和服务地址 SID 等；

c) ACN 涉及多种协议，如 ANP 协议基于 W3C 去中心化身份（DID）和语义网技术构建，A2A 协议以 HTTP/HTTPS 为基础传输协议，基于 JSON - RPC 2.0 实现消息交互等，这些协议需要芯片层面的支持。

6.2 安全协议

本指标定义为规范船云数据传输的安全协议，应满足但不限于一下要求：

a) 支持传输加密，如TLS 1.3（禁用弱密码套件，如RC4/3DES），国密SM2/SM4（满足国内船舶监管要求）；

b) 支持数据加密。静态数据：AES-256-GCM（密钥轮换周期≤90天），动态数据：RSA-3072（用于密钥协商）。

7 数据交换接口

7.1 API 接口

7.1.1 RESTful API

a) 支持实时数据传送，如/v1/data/stream；

b) 支持历史数据查询，如=/v1/data/historical；

c) 支持限流策略，如限制每分钟最大请求数、令牌桶算法控制突发流量。

7.1.2 gRPC

该指标定义为：

```
service DataExchange {  
    rpc StreamData (stream DataRequest) returns (stream DataResponse);  
    rpc GetData (DataQuery) returns (DataResult);  
}
```

- a) 支持二进制传输；
- b) 支持双向流式通信。

7.2 数据推送与拉取

- a) 支持推送机制，如MQTT主题订阅（如ship/+ /sensor/#），Webhook回调（HTTPS POST，超时时间≤30s）；
- b) 拉取机制，如分页查询（limit=1000&offset=0），增量同步（基于时间戳或版本号）。

8 数据质量与完整性

8.1 数据校验

- a) 支持完整性校验，如每个数据包附加 CRC32 校验码，每日数据一致性检查（SHA-256 哈希比对）；
- b) 支持时效性校验，如设置超时阈值：关键数据≤10 秒，普通数据≤60 秒。

8.2 数据补全

- a) 支持重传策略，如自动重试 3 次（间隔 5s/10s/30s），失败数据存入死信队列（DLQ）人工处理；
- b) 支持数据插值，如线性插值（适用于传感器短暂中断），机器学习补全（LSTM 模型预测缺失值）。

9 错误处理与恢复

9.1 错误类型

错误分类	典型场景	处理优先级
网络错误	卫星链路中断、5G信号丢失	P0（紧急）
数据错误	校验失败、格式不兼容	P1（高）
服务错误	API响应超时、数据库连接失败	P2（中）

9.2 错误处理机制

- a) 支持熔断机制，如 Hystrix 熔断器（错误率>50%时触发），降级策略（返回最近有效数据

缓存)；

b)支持日志追踪，如全链路追踪（Zipkin），6个月日志保留周期。

9.3 数据恢复

a)支持备份策略，三副本存储（本地+异地+冷备），RPO≤5分钟，RT0≤30分钟；

b)支持断点续传，断点标记（基于字节偏移量），大文件分片传输（每片≤100MB）。

10 性能要求

本指标定义为船云交互中性能要求，包括但不限于标准《船岸云一体化系统 第1部分：系统组成及基础平台架构》中6.1性能要求章节的内容，还可包括以下内容：

指标	要求值	测试条件	测试方法
单节点吞吐	≥50万条/秒（JSON格式）	在数据字段数 10-20 个、单条数据大小 1-2KB 的标准负载下。	JMeter压力测试
端到端延迟	关键数据≤5秒，普通数据≤30秒	在模拟卫星链路（延迟≤600ms、丢包率≤1%）环境下。	网络模拟器（NS-3）
横向扩展能力	支持动态扩容至1000节点	在单节点负载 80%、数据分片均匀分布场景下。	Kubernetes集群伸缩测试

11 安全要求

本指标定义为船云交互中安全要求，包括但不限于标准《船岸云一体化系统 第1部分：系统组成及基础平台架构》中6.2章节安全要求内容，还可以包括以下内容：

11.1 数据加密

a)支持传输加密，如 TLS 1.3 + 国密 SM4 双轨制；

b)支持存储加密，如数据库字段级加密（AES-256-CBC），密钥管理系统（KMS）集中管控；

c)支持“双链路”加密，如北斗短报文与传统星链路的协同配合，并依托物理隔离机制。

11.2 访问控制

a)支持 RBAC 模型，如划分角色：管理员、操作员、访客，最小权限原则（如仅允许查看本船数据）；

b)支持动态令牌，如 OAuth 2.0 + JWT（有效期≤1小时）。

11.3 日志管理

a)支持审计日志，如记录数据操作（增删改查），设置保留周期（如180天）；

b) 支持异常检测，如基于规则引擎（Drools）的异常行为识别。

计算机自动测量与控制技术协会

参考文献

- [1] 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》
- [2] ISO 19062-1:2017 船舶数据交换通用框架
- [3] IEC 62305-4:2020 船舶通信系统可靠性
- [4] CCS 《船岸一体化系统检验指南》
- [5] DNV GL 《Cyber Security for Maritime Systems》
- [6] 中国船级社 《智能船舶数据交换规范》

计算机自动测量与控制技术协会