

ICS 01.020

CCS A 00

T

团体标准

T/CAMC 0005—2025

船岸云一体化系统 第5部分：平台服务场景规范

Ship-Shore-Cloud Integrated System Part Five: Platform Service Scenario Specifications

征求意见稿

2025-12- 发布

2025-12- 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	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 典型服务场景	2
4.1 协同应用	2
4.2 数据赋能中枢	10
5 场景服务方式	11
5.1 融合感知	11
5.2 协同决策	11
5.3 协同规划	12
5.4 协同接管	12
6 系统相关设备要求	12
6.1 云控平台要求	12
6.2 船载设备要求	13
6.3 岸基设备要求	13

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。本标准适用于船岸云一体化系统场景库与测试服务。

本文件起草单位：武汉理工大学、中国船舶集团有限公司第七〇一研究所、江苏海仓工程科技有限公司、江苏新航船舶科技股份有限公司、深海技术科学太湖实验室连云港中心、中国信息通信研究院、青岛杰瑞工控技术有限公司、中国船舶集团有限公司第七〇八研究所、江南造船（集团）有限责任公司、安徽交通职业技术学院、上海船舶工艺研究所、中国石油建设工程有限公司北京设计分公司

主要起草人：万程鹏、黄亮、王兴众、石展伟、马枫、余庆、李新刚、王瑞、李哲、张海华、姚凤翔、豆张瑞、张海彬、庞路、刘肖洋、朱晖宇、毛立夫、徐绍衡、赵瑛

计算机自动测量与控制技术协会

船岸云一体化系统 第5部分：平台服务场景规范

1 范围

本文件规定了船岸云一体化系统的服务场景、场景服务方式、系统相关设备要求等内容。

本文件适用于船岸云一体化系统场景库与测试服务。

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。

IMO MSC.1/Circ.1621《船舶远程操控系统（RCS）安全指南》；

GB/T 25068.3-2022《信息技术 安全技术 网络安全 第3部分：面向网络接入场景的威胁、设计技术和控制》

GB/T 34316-2017《港口安全防范系统技术要求》

GB/T 41834-2022《智慧物流服务指南》

T/CIN 016—2023《船岸协同智能航行系统构建指南》

T/CITSA 63-2025《内河新一代航运系统标准体系架构指南》

3 术语和定义

T/CSAE 295.1-2023和T/CIN 016—2023界定的以及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

通过新一代先进的技术将船舶（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 融合感知 fusion perception

集成船舶、岸基、航道等多源传感器数据，实时监测航运环境与设备状态的功能。

3.3 协同决策 collaborative decision-making

依托全局数据资源，为船舶航行、港口作业等场景提供实时时优化建议，构建支持科学决策的技术机制。

3.4 协同规划 collaborative planning

基于船岸数据实时交互与云端智能分析，为船舶提供全航程动态航线规划、资源调度及风险预判服务，实现航行路径优化与多船协同调度。

3.5 协同接管 collaborative takeover

在航行异常或紧急情况下，系统自动触发岸基干预机制，通过数据共享与指令下发实现船舶控制权部分移交，保障航行安全。

3.6 数字孪生平台 digital twin platform

通过虚拟模型映射物理实体，实现港口、船舶、航道、船闸等对象的实时仿真与优化的技术系统。

4 典型服务场景

4.1 协同应用

4.1.1 用途类别

根据用途，协同应用宜分为下列三类。

- a) 航运过程协同优化应用，以船舶作为独立执行单元，实现端到端航运流程的基础性协同优化，聚焦船舶航行、岸基调度的效率与安全提升。
- b) 基于全要素数据映射形成的大数据进行离线学习和分析的应用。例如，通过整合历史事故报告、设备失效日志生成不同船型的风险预警模型；基于孪生航道模型进行数据沙盘仿真推演。
- c) 货物管理与物流业务协同运营应用。例如对船舶特殊货物进行实时状态监控与追踪；整合港口装卸、仓储等环节信息，实现货物高效流转与供应链协同。

4.1.2 面向智能船舶的协同应用

4.1.2.1 此类场景下的系统功能的部署位置、功能类型与应用场景要求见表1。

表1 面向智能船舶的协同应用

部署位置	服务方式	功能类型及性能要求		
		高效类	安全类	节能类
中心云	提示	航道网级交通流估计：数据更新频率≤5分钟，交通流预测支持覆盖≥1000公里航道网。	航行安全分析：风险识别响应时间≤10秒，安全隐患识别准确率≥90%，可同时分析≥500艘船舶航行状态。	节能路线规划：主要航段航线规划响应时间≤30秒，基于规划航线的主要类型船舶燃油节约率≥5%，支持多船同时规划。
区域云	提示/预警	航道级高效航线规划：航线规划响应时间≤15秒，航线匹配航道实际情况准确率≥90%，支持覆盖单个区域内≥500公里航道。	航行风险预警：预警信息推送延迟≤3秒，风险预警准确率≥95%，可实时监测区域内≥300艘船舶。	智能能耗分析：能耗数据采集频率≤1分钟，能耗分析误差率≤3%，可生成单船/船队能耗报告。
	辅助驾驶	航道级高效驾驶辅助：驾驶指令响应延迟≤1秒，辅助决策建议准确率≥85%，支持船舶在复杂航道。	危险避让纵向辅助：避让决策响应时间≤2秒，避让方案安全性验证通过率≥95%。	航线级经济驾驶辅助：驾驶建议下的燃油消耗降低率≥3%，建议调整响应时间≤2秒，适配不同吨位船舶（≥5000DWT）。
边缘云	提示/预警	微观交通感知与预测：感知数据采集频率≤1秒，交通状态预测时间	实时风险分析：风险分析响应时间≤2秒，风险等级判定准确率	-

		窗口 ≥ 5 分钟，预测准确率 $\geq 80\%$ ，感知范围 ≥ 5 公里。	$\geq 92\%$ ，可识别碰撞、搁浅等 ≥ 8 类风险。	
	辅助驾驶	实时高效航行辅助：航行指令下发延迟 $\leq 500\text{ms}$ ，辅助控制精度 ± 2 米（航向偏差），支持船舶在能见度低（ ≤ 1 公里）环境下行驶。	实时避碰辅助：避碰决策响应时间 ≤ 1 秒，避碰行动建议可行性 $\geq 95\%$ ，可实时计算与周边船舶的会遇局面。	实时经济驾驶辅助：经济驾驶调整建议响应时间 ≤ 1 秒，基于建议的能耗降低率 $\geq 2\%$ ，支持实时适配海况变化。
	远程驾驶	信息共享，通用船舶远程驾驶：远程驾驶控制指令响应延迟 $\leq 300\text{ms}$ ，航行精度 ± 1.5 米，连续无故障运行时间 ≥ 24 小时；风险识别率 $\geq 98\%$ ，紧急制动响应时间 ≤ 0.5 秒，支持与岸基与其他船舶信息交互（延迟 ≤ 1 秒）；能耗比人工驾驶降低 $\geq 4\%$ ，国内船舶信息共享数据完整性 $\geq 99\%$ 。		
船端	感知	船舶状态与外部环境感知：船舶状态数据采集频率 ≤ 0.5 秒，外部环境感知精度 $\pm 0.5\text{m/s}$ （风速）、 $\pm 0.3\text{m}$ （浪高），感知数据存储时长 ≥ 7 天；船舶故障状态感知准确率 $\geq 98\%$ ，障碍物识别距离 ≥ 2 公里（雷达）、 ≥ 1 公里（视觉），识别准确率 $\geq 90\%$ ；能耗相关数据采集频率 ≤ 1 秒，数据误差率 $\leq 2\%$ 。		
	决策	船舶决策与规划：决策方案生成时间 ≤ 30 秒，规划航线与实际航道匹配度 $\geq 95\%$ ，支持多目标决策优先级调整；风险规避方案成功率 $\geq 95\%$ ，可应对 ≥ 10 种典型突发事件；节能决策方案计算时间 ≤ 4 秒，基于方案的能耗优化率 $\geq 3\%$ 。		
	控制	运动控制：航向控制精度 $\pm 0.5^\circ$ ，航速控制精度 ± 0.2 节，控制指令响应时间 $\leq 300\text{ms}$ ；紧急停船控制响应时间 ≤ 10 秒，转向控制延迟 $\leq 500\text{ms}$ ，支持在恶劣海况下稳定控制；节能模式下控制精度与常规模式一致，控制过程中能耗波动范围 $\leq 5\%$ 。		
岸端	感知	岸基础设施融合感知：设施状态数据采集频率 ≤ 1 分钟，多源感知数据融合延迟 ≤ 5 秒，感知数据准确率 $\geq 95\%$ ；安全隐患感知准确率 $\geq 98\%$ ，感知范围覆盖岸基础设施全部区域（ ≥ 10 平方公里）；能耗相关设施状态采集频率 ≤ 30 秒，数据传输完整性 $\geq 99\%$ ，支持与节能管理系统对接。		
	提示/预警	重要目标提示与预警：目标识别响应时间 ≤ 2 秒，提示信息推送延迟 ≤ 1 秒，目标跟踪准确率 $\geq 90\%$ （跟踪时长 ≥ 30 分钟）；安全风险预警准确率 $\geq 95\%$ ，预警信息分级推送（ ≥ 3 级），支持预警信息回溯查询（ ≥ 30 天）；节能相关目标识别准确率 $\geq 85\%$ ，提示信息包含节能优化建议，响应时间 ≤ 3 秒。		

备注：

- 航道级结合航道固有属性（尺度、通航条件）与船舶运行需求，形成的场景化级别表述，核心指向“以航道实际通航能力为基准，匹配船舶全航程运行的精准化、适配性服务”，区别于“船舶级”（以单船性能为核心）或“区域级”（以广阔海域为范围）的规划/辅助逻辑。
- 航道网级是针对由干线航道、支线航道及通航节点（船闸、桥梁、警戒区）构成的互联互通网络，形成的系统性交通流估计表述，核心指向“以航道网整体运行效率为基准，融合多航道、多节点的关联数据，实现全网交通流的动态预测与态势评估”，区别于“航道级”对单一航道的局部分析，更强调“网络协同视角下的全局判断”。
- 在极端或复杂航行环境下（如信号遮挡、恶劣海况等），部分指标在当前技术条件下的可行性和稳定性有待进一步验证。

4.1.2.2 中心云应提供宏观航行任务级应用功能，服务方式为提示。功能类型包括下列内容：

- 高效类应用：航道网级交通流估计，为船舶或船队提供当前或未来航道网宏观交通流信息；
- 安全类应用：航行安全分析，结合气象、航行环境以及船舶属性分析船舶或船队安全状态；
- 节能类应用：节能路线规划，为船舶或船队提供经济性最好的航行路线建议。

4.1.2.3 区域云应提供中观准实时航行应用功能，服务方式为提示/预警与辅助驾驶。功能类型包括下列内容：

- a) 高效类应用包括：
 - 1) 航道级高效航线规划，为船舶或船队提供面向行驶效率的重点考虑交通流的路线全程航速或航线规划建议指令；
 - 2) 航道级高效驾驶辅助，为船舶或船队提供面向行驶效率的重点考虑交通流的可用于船舶控制的准实时航线范围航速或航线规划建议指令。
- b) 安全类应用包括：
 - 1) 航行风险预警，为船舶或船队提供自身感知能力外的有关危险船舶、气象、潮汐、水位等航行风险预警信息；
 - 2) 危险避让纵向辅助，为船舶或船队提供针对自身感知能力外的有关危险船舶、气象、潮汐、水位等的准实时避让决策和规划建议指令。
- c) 节能类应用包括：
 - 1) 智能能耗分析，为船舶或船队提供基于当前航速和船舶状态的能耗分析，并提供可供参考的航行路线建议；
 - 2) 航线级经济驾驶辅助，为船舶或船队提供考虑当前船舶能耗的可用于船舶控制的准实时经济驾驶辅助。

4.1.2.4 边缘云应提供目标级微观实时航行应用功能，服务方式为提示/预警、辅助驾驶与远程驾驶。功能类型包括下列内容：

- a) 高效类应用包括：
 - 1) 微观交通感知与预测，为船舶或船队提供当前或未来的交通目标数据，并基于云端大模型进行预测；
 - 2) 实时高效航行辅助，在局部航道范围，为船舶或船队提供面向行驶效率的基于交通目标的用于船舶控制的航速或航线规划与控制建议指令。
- b) 安全类应用包括：
 - 1) 实时风险分析，为船舶或船队提供来源于他船或自然环境的危险情况，分析实时风险水平；
 - 2) 实时避碰辅助，为船舶或船队提供用于船舶控制的实时避碰航线规划建议指令。
- c) 节能类应用包括：实时经济航速/航线推荐，在局部航道范围，为船舶或船队提供面向经济性的用于船舶船速或航线规划与控制建议指令。
- d) 跨越3个功能类型的智能航行应用包括：
 - 1) 信息共享，为船舶或船队提供其他船载、岸基或云端等来源的感知或相关数据；
 - 2) 通用船舶智能驾驶，为船舶或船队提供面向通用行驶目标的特定运行设计域的智能驾驶实时网联控制建议指令。

4.1.2.5 船端应提供船舶内设施、船体状态以及周围环境信息，接受云端或岸端下发数据，根据需求进行感知、决策与控制。将船端、岸端以及云端信息作用于船舶驾驶过程，实现数据闭环。

4.1.2.6 岸端应提供实时感知应用功能，服务方式为感知、提示/预警。为航行船舶提供基于岸端多传感器融合感知的数据，并基于感知数据进行提示与预警。

4.1.2.7 船舶能效管理功能，基于动力系统数据的能耗分析、碳强度（CII）计算、节能策略推荐等服务流程，例如通过监测推进系统与辅机能耗优化运行模式。

4.1.3 面向智慧港口典型的协同应用

4.1.3.1 此类场景下的系统功能的部署位置、功能类型与应用场景要求见表2。

表2 面向智慧港口的典型的协同应用

部署位置	服务方式	功能类型及性能要求		
		高效类	安全类	节能类
中心云	提示	港口资源全局优化调度：资源调度方案生成时间≤30分钟，调度效率提升率≥15%。	港口安全态势宏观监测：安全态势更新频率≤1小时，风险区域识别准确率≥90%。	-
	辅助管理	港口运营状态评估：运营数据统计周期≤1小时，评估报告生成时间≤10分钟，评估指标准确率≥95%。	应急策略制定：应急方案生成时间≤15分钟，方案可行性验证通过率≥90%，支持≥10类突发事件。	港口能耗分析与规划：能耗数据统计周期≤1天，能耗分析误差率≤3%，规划方案的能耗降低目标≥8%（年度）。
区域云	提示/预警	船舶靠泊计划智能优化：靠泊计划调整响应时间≤10分钟，计划执行准确率≥90%（对比实际靠泊时间），支持同时处理≥50艘船舶靠泊需求。	港口安全风险实时预警：风险预警响应时间≤5秒，预警准确率≥92%，可识别装卸、运输等≥8类作业风险。	-
	辅助管理	区域港口作业协同调度：作业指令下发延迟≤3分钟，跨港口作业协同效率提升率≥10%，支持≥3个区域港口联动。	危险货物区域监管：危险货物定位精度±5米，状态监测频率≤1分钟，违规操作识别准确率≥98%。	区域港口能耗实时监测与优化：能耗监测数据更新频率≤5分钟，优化建议响应时间≤30分钟，基于建议的能耗降低率≥5%。
边缘云	提示/预警	港口设施状态监测：设施状态数据采集频率≤30秒，故障识别准确率≥95%。	船舶靠泊安全辅助：靠泊距离监测精度±1米，速度监测精度±0.1节，安全提示延迟≤1秒。	-
	辅助管理	智能闸口管理：闸口通行效率≥30辆/小时（单闸口），车辆识别准确率≥99%，通行数据存储时长≥90天。	安全违规智能识别与处理：违规行为识别响应时间≤2秒，处理指令下发延迟≤1分钟，识别准确率≥92%。	港口设备能耗实时监测与优化：设备能耗数据采集频率≤1分钟，能耗异常识别准确率≥90%，优化控制响应时间≤5分钟，能耗降低率≥3%。

4.1.3.2 中心云应提供全域港口管理任务级应用功能，服务方式为提示与辅助管理。功能类型包括下列内容：

- a) 高效类应用包括：
 - 1) 港口资源全局优化调度，整合多个港口的历史数据、实时作业数据以及未来需求预测，运用分布式计算框架与运筹优化算法，实现跨港域的人力/设备/堆场资源的动态平衡配置；
 - 2) 港口运营状态评估，从装卸效率、设备利用率、船舶在港停留时间等多个维度进行量化分析，为港口长期发展战略提供数据支持。
- b) 安全类应用包括：
 - 1) 港口安全态势宏观监测，汇总各港口的安全数据，对潜在安全风险进行宏观预测；
 - 2) 应急策略制定，基于安全数据分析，制定有针对性的港口安全培训计划和演练方案，提升港口人员整体安全意识和应急处理能力。
- c) 节能类应用包括：港口能耗分析与规划，分析多个港口的能源消耗数据，制定整体节能目标和策略，推动港口群向绿色低碳方向发展。

4.1.3.3 区域云应提供区域港口管理准实时应用功能，服务方式为提示/预警与辅助管理。功能类型包括下列内容：

- a) 高效类应用包括：
 - 1) 船舶靠泊计划智能优化，结合区域内港口的实时泊位占用情况、船舶动态信息以及潮汐、气象条件，为船舶制定最优靠泊计划，减少船舶等待时间，提高泊位利用率；
 - 2) 区域港口作业协同调度，协调区域内多个港口的作业任务，根据货物运输需求和港口作业能力，合理分配装卸任务，避免局部港口拥堵，提高区域港口整体作业效率。
- b) 安全类应用包括：
 - 1) 港口安全风险实时预警，实时监测区域内港口的安全状况，利用物联网和传感器技术，对人员入侵、火灾隐患、设备故障等安全风险进行实时预警；
 - 2) 危险货物区域监管，建立区域内港口危险货物联合监管机制，对危险货物的运输、存储、装卸等环节进行全程监控，实现信息共享和协同处置，确保危险货物作业安全。
- c) 节能类应用包括：区域港口能耗实时监测与优化，实时监测区域内港口的能源消耗情况，为港口设备提供节能运行建议。

4.1.3.4 边缘云应提供目标级实时港口管理应用功能，服务方式为提示/预警、辅助管理。功能类型包括下列内容：

- a) 高效类应用包括：
 - 1) 港口设施状态监测，对港口装卸、监控等设备状态进行实时监测，当设备出现异常时进行预警；
 - 2) 智能闸口管理，在港口闸口部署边缘云设备，实现对船舶和货物信息的快速识别和验证，自

动比对车辆信息与云平台数据，实现快速验放，提高闸口通行效率。

b) 安全类应用包括：

- 1) 船舶靠泊安全辅助，结合船岸云系统与港口靠泊辅助系统，为船舶提供精确的靠泊安全辅助，降低碰撞风险，提高港口靠泊作业的安全性；
- 2) 安全违规智能识别与处理，利用边缘计算的实时处理能力，通过摄像头和传感器对港口现场的安全违规行为进行实时识别，并及时发出警报，通知相关人员进行纠正。
- c) 节能类应用包括：港口设备能耗实时监测与优化，实时监测港口设备的能耗数据，根据设备运行状态和作业需求，自动调整设备的能耗模式，如在设备空闲时自动进入待机状态，降低设备能耗。

4.1.4 面向智慧物流的协同应用

4.1.4.1 此类场景下的系统功能的部署位置、功能类型与应用场景要求见表3。

表3 面向智慧物流的协同应用

部署位置	服务方式	功能类型及性能要求		
		高效类	安全类	节能类
中心云	提示	-	物流安全风险评估与预警：风险评估响应时间≤15分钟，预警准确率≥90%，支持覆盖全物流链路。	-
	辅助管理	全链物流效能评估：效能数据统计周期≤1天，评估报告生成时间≤30分钟，评估指标误差率≤5%。 多式联运协同调度：联运计划生成时间≤1小时，运输衔接延误率降低≥10%，支持≥3种运输方式。	-	全链路能耗优化：能耗数据汇总周期≤1天，优化方案生成时间≤2小时，基于方案的全链路能耗降低率≥6%。
区域云	辅助管理	智能仓储联动：仓储指令响应时间≤5分钟，库存盘点准确率≥99%，支持多仓库联动调度。	运输载具实时追踪：载具定位精度±10米（陆运）、±50米（海运），定位更新频率≤5分钟，追踪数据存储时长≥30天。	区域能源消耗监测：能源消耗数据采集频率≤30分钟，数据传输完整性≥99%，支持区域内≥100个物流节点监测。
		区域物流配送路线优化：路线规划响应时间≤10分钟，配送时效提升率≥8%，支持同时规划≥50条配送路线。	供应链数字溯源：溯源信息查询响应时间≤3秒，溯源数据完整性≥99%，支持从源头到终端全环节溯源。	-
边缘云	提示/预警	-	物流现场安全风险识别与预警：风险识别响应时间≤2秒，预警准确率≥92%，可识别人员	-

		违规、设备故障等≥6类现场风险。	
辅助管理	物流设备实时调度：设备调度指令响应时间≤1分钟，设备利用率提升率≥5%，支持≥30台设备同时调度。	物流现场安全设施状态监测：设施状态采集频率≤10秒，故障识别准确率≥95%，支持现场≥20个安全设施。	物流设备能耗实时监测与节能控制：能耗监测频率≤1分钟，节能控制响应时间≤30秒，设备能耗降低率≥4%。
	物流现场作业流程优化：流程调整响应时间≤5分钟，作业效率提升率≥7%，支持适配不同作业场景。	-	-

4.1.4.2 中心云应提供全域物流管理任务级应用功能，服务方式为提示与辅助管理。功能类型包括下列内容：

- a) 高效类应用包括：
 - 1) 全链物流效能评估，构建物流效率评价指标体系，覆盖运输成本、时效达成率、仓储周转率等核心指标，为全局网络布局提供分析支撑；
 - 2) 多式联运协同调度，整合船舶、铁路、公路运输历史数据与实时动态，结合货物供需预测，智能生成跨区域、多运输方式的联合调度方案，优化运力资源分配。
- b) 安全类应用包括：物流安全风险评估与预警，收集和分析全球物流安全数据，建立风险评估模型，对物流运输过程中的安全风险进行评估和预警；
- c) 节能类应用包括：全链路能耗分析，综合分析整体运输链的能耗水平，进行优化。

4.1.4.3 区域云应提供区域物流管理任务级应用功能，服务方式为提示与辅助管理。功能类型包括下列内容：

- a) 高效类应用包括：
 - 1) 智能仓储联动，实现区域内多仓库的库存共享与智能调拨，基于需求预测动态分配存储资源；
 - 2) 区域物流配送路线优化，基于实时交通流量、天气数据及配送窗口期，动态规划配送方式。
- b) 安全类应用包括：
 - 1) 运输载具实时追踪，实时监控船舶的GPS定位、舱内温湿度、载重倾斜度及驾驶员行为；
 - 2) 供应链透明化，基于区块链技术构建电子运单共享平台，实现货物批次到终端零售的全链追溯。
- c) 节能类应用包括：区域能源消耗监测，建立物流节点能耗热力图，监测港口起重机、冷链仓库等设施的电耗峰值。

4.1.4.4 边缘云应提供微观物流管理任务级应用功能，服务方式为提示/预警与辅助管理。功能类型包括下列内容：

- a) 高效类应用包括：

- 1) 物流设备实时调度，依据货物装卸任务量、设备实时状态及作业优先级，运用智能算法自动分配设备任务，实现设备资源的最优利用，提升装卸效率；
 - 2) 物流现场作业流程优化，通过实时采集现场货物流量、流向数据，结合设备运行情况，动态调整货物搬运、存储路径与顺序，减少等待时间和无效搬运距离。
- b) 安全类应用包括：物流现场安全设施状态监测，利用传感器实时监测消防设备、防护栏、警示标识等安全设施的完整性、功能性，出现故障或损坏时及时发出预警；实时监测危险货物的存储环境，一旦环境参数超出安全阈值，立即发出预警并启动应急处置流程。
 - c) 节能类应用包括：物流设备能耗实时监测与节能控制，持续采集物流设备的能耗数据，分析设备能耗模式，根据作业需求自动调整设备功率、转速等参数，实现节能运行；物流现场照明及通风系统智能节能管理，结合环境光线强度、人员及设备活动情况，自动控制照明灯具的开关与亮度、通风系统的运行功率，降低能源消耗。

4.1.5 面向智慧航道的协同应用

4.1.5.1 此类场景下的系统功能的部署位置、功能类型与应用场景要求见表4。

表4 面向智慧航道的协同应用

部署位置	服务方式	功能类型	
		高效类	安全类
中心云	提示/预警	全域航道效能评估：效能数据统计周期≤1天，评估报告生成时间≤20分钟，评估指标准确率≥90%。	全域航道安全风险评估与预警：风险评估响应时间≤30分钟，预警准确率≥88%，覆盖全域航道里程≥5000公里。
	辅助管理	跨区域航道协同调度：调度方案生成时间≤1小时，跨区域通航延误率降低≥12%，支持≥3个区域航道联动。	航道设施安全评估与维护规划：设施评估响应时间≤2小时，维护计划生成时间≤1天，评估准确率≥95%。
区域云	辅助管理	船舶航行计划优化：计划生成响应时间≤15分钟，计划与航道实际条件匹配度≥92%。	航道设施实时监测：设施状态采集频率≤10分钟，故障识别准确率≥93%。
		航道作业协同调度：作业指令下发延迟≤5分钟，作业效率提升率≥9%，支持航道疏浚、维护等≥4类作业协同。	区域航道安全风险实时预警：风险预警响应时间≤3秒，预警准确率≥94%，可识别航道拥堵、障碍物等≥7类风险。
边缘云	提示/预警	航道实时感知与信息发布：感知数据采集频率≤1秒，信息发布延迟≤2秒，感知精度±1米（航道边界）、±0.5m/s（水流速度）。	航道实时安全违规监测：违规行为识别响应时间≤1秒，识别准确率≥91%，可监测船舶超速、偏离航道等≥5类违规行为。

4.1.5.2 中心云应提供全域航道监测任务级应用功能，服务方式为提示/预警与辅助管理。功能类型包括下

列内容：

- a) 高效类应用包括：
 - 1) 全域航道效能评估，构建航道运行效率评价指标体系，覆盖通行效率、船舶通过率、航道利用率等核心指标，为航道网络全局优化提供分析支撑；
 - 2) 跨区域航道协同调度，整合跨区域航道船舶流量、水位、气象等历史数据与实时动态，结合航行需求预测，智能生成跨区域航道联合调度方案，优化航道资源分配。
- b) 安全类应用包括：
 - 1) 全域航道安全风险评估与预警，收集和分析全球航道安全数据，建立风险评估模型，对航道运输过程中的安全风险进行评估和预警，提供全域应急响应建议；
 - 2) 航道设施安全评估与维护规划，基于历史航道设施监测数据，评估航道设施的安全状况，制定科学的维护计划，确保设施稳定运行。

4.1.5.3 区域云应提供区域航道监测准实时任务级应用功能，服务方式为辅助管理。功能类型包括下列内容：

- a) 高效类应用包括：
 - 1) 船舶航行计划优化，结合区域内航道的实时水位、气象、船舶流量等信息，为船舶制定最优航行计划，减少船舶通过航道的时间；
 - 2) 航道作业协同调度，协调航道内各类作业，如疏浚作业、养护作业等，合理安排作业时间和区域，避免对船舶通行造成过大影响，保障航道运营高效。
- b) 安全类应用包括：
 - 1) 航道设施实时监测，利用传感器实时监测航标、护岸等设施的完整性及功能性，出现故障或损坏时及时发出预警；
 - 2) 区域航道安全风险实时预警，实时监测区域内航道的安全状况，如船舶违规航行、恶劣天气影响等，及时发出预警信息，提醒船舶和相关管理部门采取措施。

4.1.5.4 边缘云应提供航道监测实时任务级应用功能，服务方式为提示/预警。功能类型包括下列内容：

- a) 高效类应用包括：航道实时感知与信息发布，通过部署在航道沿线的传感器，实时采集航道水深、流速、障碍物等信息，并及时发布给过往船舶，为船舶航行提供准确的现场数据支持；
- b) 安全类应用包括：航道实时安全违规监测，实时监测船舶航行状态（包括航速、航向、载重等），发现异常（如偏离航线、超速）时立即发出预警。

4.2 数据赋能中枢

本章节是基于《船岸云一体化系统 第1部分：系统组成及基础平台架构》中4.2.1数字孪生章节的内容进行延续和扩展。

4.2.1. 数据闭环与增值服务

4.2.1.1 端到端大模型优化

针对端到端大模型优化，平台应具备如下功能：

- a) 具备船舶、港口、航道多源数据融合的智能决策模型，可实现航运全要素动态优化的功能；
- b) 具备船队航行路径规划、能源调度、设备负载的协同优化功能，提升整体运营效率；
- c) 具备生成符合国际海事法规的绿色航行方案的功能，可通过数字孪生系统实时同步至船舶。

4.2.1.2 大模型全自动真值标注

针对大模型全自动真值标注，平台应具备如下功能：

- a) 具备人工智能算法自动标注船舶载重状态、集装箱信息等关键特征的功能；
- b) 具备多语言海事应急通信语义解析与地理位置标注的功能，可提升数据标注效率与准确性；
- c) 具备设备健康状态自动标注机制，可为故障预测与维护提供数据支撑。

4.2.1.3 数据可信存证

针对数据可信存证，平台应具备如下功能：

- a) 具备区块链技术，可实现数据采集、处理、应用全流程存证功能；
- b) 具备记录数据来源、操作日志及时间戳等功能，可确保数据可追溯性与不可篡改性。

5 场景服务方式

5.1 融合感知

感知内容包括但不限于《船岸云一体化系统 第1部分：系统组成及基础平台架构》中涵盖的内容，主要包括以下内容：

- a) 船岸云一体化系统实时接收船舶设备、岸基设施以及航道监测设备的数据，识别分析影响船舶航行安全、港口作业安全的信息，涵盖船舶状态、航道情况、港口作业环境、电力设施状态等。
- b) 系统将感知信息实时发送至船舶端或岸基管理端。船舶端通过船载人机界面（HMI）提示船员，或传输至驾驶辅助系统、自动化作业系统执行；岸基管理端用于港口调度、航道管理决策。
- c) 云控平台发送的影响船舶航行和港口管理的信息包括但不限于以下内容：
 - 1) 船舶状态：船速、航向、吃水深度、设备运行状态等；
 - 2) 航道信息：水深、宽度、航标状态、障碍物、潮汐变化等；
 - 3) 港口作业环境：泊位占用、装卸设备状态、货物存储区域、气象预报信息等；
 - 4) 目标物：其他船舶、水上漂浮物、港口作业车辆及设备等。

5.2 协同决策

- a) 系统基于船舶航行安全、港口作业效率、航道通行秩序，为船舶端、港口管理端实时计算决策建议。

- b) 决策建议实时发送至船舶端或港口管理端。船舶端通过 HMI 提示船员，或传输至驾驶辅助系统；港口管理端用于作业调度、资源分配。
- c) 协同决策建议内容包括但不限于以下内容：
 - 1) 船舶航行决策：航速调整、避让航向调整；
 - 2) 港口作业决策：船舶靠泊泊位分配、装卸设备调度、货物存储规划；
 - 3) 物流运输决策：货物配载优化、多式联运衔接、物流配送规划。

5.3 协同规划

系统为船舶、港口提供协同规划信息，包含但不限于以下内容：

- a) 船舶航行路径规划：结合航道、气象、目的地，生成全局最优路径与局部精细轨迹；
- b) 港口作业流程规划：根据船舶到港计划、货物信息，规划全流程，优化资源利用；
- c) 航道使用规划：统筹船舶通行需求，优化通过计划，提升航道使用效率。

5.4 协同接管

云控平台协同接管服务包括船舶航行协同接管和港口作业协同接管。

- a) 船舶航行协同接管：船舶遇复杂海况、设备故障等无法处理的情况，向系统发送请求，系统协同岸基专家接管，辅助安全航行。
- b) 港口作业协同接管：系统接收港口设备状态信息，发现设备异常后报警，提醒人工接管或协同备用设备，保障作业连续性。

6 系统相关设备要求

本章节是基于《船岸云一体化系统 第1部分：系统组成及基础平台架构》中4系统组成章节中的内容进行延续和扩展。

6.1 云控平台要求

云控平台应满足下列要求：

- a) 具备船舶运行、航道环境、港口作业、物流信息等多领域基础数据融合功能，能够合理规划船舶航行路径、远程协同港口作业调度，提供高可靠、低时延、超大带宽的无线通信功能和计算服务；
- b) 具备场景信息融合分析功能，构建船舶航行、港口作业等模型，面向船舶航行安全、港口高效作业、物流协同运输等场景，提供航行决策、作业调度、资源分配等协同控制功能，同时作为应用总入口，承接各类信息回传和指令下发，规划业务通信网络路径；
- c) 能为船舶端感知与决策控制提供有效信息，在现有船岸协同基础上，实现船舶航行、港口作业、物流运输全流程的全域协同管理，与其他行业服务与管理平台进行信息交互，实现船

船、港口、物流系统的多维跨领域数据协同；

6.2 船载设备要求

船载设备包括：船载通信单元、定位设备、传感器、船载人机界面（HMI）。应满足下列要求：

- a) 船载通信单元：具备船舶运动状态获取、航行环境信息感知及定位信息交互功能，提供低时延、高可靠无线通信与边缘计算服务，通过信息获取、交互及航行隐患提示，拓展船舶对航道、港口环境及自身运行状态的感知，解算船岸协同应用所需底层信息并交互至岸基设备；
- b) 定位设备：提供船舶位置、航向、速度及时间等信息，采用实时动态定位（RTK）提升船舶定位精度；
- c) 传感器：感知船舶周边目标物、水深、设备运行状态等信息，感知船舶设备设施的运行状态，如电力系统运行状态等，按规律转换为电信号或其他所需形式输出，包括船用雷达、电子海图传感器、液位传感器等；
- d) 船载人机界面（HMI）：实时显示云控平台发送的航行决策、港口作业提示等信息，通过可视化界面提示船员，或接收船员操作指令并传输至云控平台及船舶驾驶辅助系统。

6.3 岸基设备要求

岸端设备包括岸基通信设备、岸基感知设备、岸基边缘计算设备、安全与应急设备等，应满足下列要求：

- a) 岸基通信设备：
 - 1) 部署5G/F5G通信基站、无线宽带专网，实现港区全域覆盖，支持卫星通信等多模接入，建立岸端、云端与船载设备间的低时延、高可靠通信链路，保障船舶远程操控、无人运输调度等实时业务需求；
 - 2) 配置工业级路由器、交换机等通信基础设施，构建港口生产物联网，支持设备状态数据、视频流等多类型数据并发传输。
- b) 岸基感知设备：
 - 1) 部署气象传感器（风速/风向/能见度）、水文传感器（水位/流速）、结构健康传感器（码头应力/沉降）、岸电柜以及配电终端（电压、电流、温度、湿度）等，实现港区环境参数实时采集；
 - 2) 布设高清智能摄像机、全景摄像头，集成行为识别算法（如入侵检测、越界报警），覆盖码头前沿、堆场、闸口等区域；
- c) 岸基边缘计算设备：具备多设备接入能力，连接摄像头、雷达、交通控制设施等，同时向上对接云控平台。实现多传感器数据融合处理，如视频图像与雷达感知数据融合，提升港口作业场景、航道环境监测的准确性；
- d) 安全与应急设备：

- 1) 搭建可视化指挥平台，集成视频监控、船舶 AIS 数据、气象预警等信息，支持多部门协同处置，应急响应时间≤3分钟；
- 2) 部署工业防火墙、入侵检测系统，遵循 GB/T 25068.3-2022，保障系统数据安全。

参考文献：

SOLAS 公约第 V 章《航行安全》；
GB 13032-2013《船舶与海上设施电气安全》；
GB/T 38636-2020《船舶数据安全管理要求》。
T/CSAE 295.5-2023《车路云一体化系统 第5部分：平台服务场景规范》

计算机自动测量与控制技术协会