

ICS 03.220.40

CCS R 43



# 团 体 标 准

T/CEATEC XXX—2026

## 客滚船智能调度与安全监管系统技术 指南

Technical guidelines for intelligent scheduling and safety supervision

systems of ro-ro passenger ships

(征求意见稿)

2026-X-XX 发布

2026-X-XX 实施

中国欧洲经济技术合作协会 发布

# 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 缩略语 .....	3
5 总体框架 .....	3
5.1 系统架构 .....	3
5.2 功能模块划分 .....	3
5.3 部署原则 .....	4
6 智能调度技术要求 .....	4
6.1 通用要求 .....	4
6.2 运输需求预测 .....	4
6.3 航班计划与动态调整 .....	5
6.4 泊位智能分配（智能指泊） .....	5
6.5 旅客与车辆流量调度 .....	6
6.6 应急调度 .....	6
7 安全监管技术要求 .....	6
7.1 通用要求 .....	6
7.2 多元感知与数据采集 .....	6
7.3 船舶状态实时监控 .....	7
7.4 异常行为智能识别 .....	7
7.5 安全风险评估与预警 .....	8
7.6 旅客实名制核验 .....	8
7.7 应急响应 .....	8
8 系统性能要求 .....	9
8.1 响应时间 .....	9
8.2 并发与负载 .....	9
8.3 稳定性 .....	9
8.4 算法性能 .....	9
8.5 容错与恢复 .....	9
9 系统数据与信息管理要求 .....	10
9.1 数据采集与质量 .....	10
9.2 数据存储与备份 .....	10
9.3 数据共享与交换 .....	10
9.4 信息安全防护 .....	10

9.5 安全审计与监控 .....	10
10 系统集成与接口要求 .....	11
10.1 接口通用要求 .....	11
10.2 与港口管理系统的集成 .....	11
10.3 与海事监管平台的集成 .....	11
10.4 与公安系统的集成 .....	11
11 运营与维护要求 .....	11
11.1 系统运行要求 .....	11
11.2 人员管理 .....	12
11.3 维护保障 .....	12
11.4 绩效评估 .....	12
11.5 版本与变更管理 .....	12
附 录 A      （规范性） 客滚船调度数据字段规范表 .....	13
附 录 B      （资料性） 安全监管事件类别与处置要求表 .....	14
附 录 C      （资料性） 典型应急预案场景目录 .....	15

## 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。

# 客滚船智能调度与安全监管系统技术指南

## 1 范围

本文件规定了客滚船智能调度与安全监管系统的缩略语、总体框架、智能调度技术要求、安全监管技术要求、系统性能要求、系统数据与信息管理要求、系统集成与接口要求、运营与维护要求。

本文件适用于开展客滚船运营的港口、航运公司及相关运营主体，涵盖客滚船智能调度、旅客与车辆流量管控、船舶状态监控、安全风险预警及应急响应等功能模块的研发、建设与应用；也适用于海事管理机构、港口主管部门开展客滚船安全监管工作时的参考依据。

## 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 4099 航海常用术语及其代（符）号
- GB/T 11412.1 海船安全开航技术要求 第1部分：一般要求
- GB/T 19945 水上安全监督常用术语
- GB/T 20068 船载自动识别系统（AIS）技术要求
- GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
- GB/T 25724 公共安全视频监控数字视音频编解码技术要求
- GB/T 28181 公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求
- GB/T 33674 气象数据集核心元数据
- GB/T 37373 智能交通数据安全服务
- GB/T 37378 交通运输信息安全规范
- GB/T 38672 信息技术 大数据 接口基本要求
- GB/T 42135 智能制造多模态数据融合技术要求

## 3 术语和定义

GB/T 4099、GB/T 19945界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### **客滚船** ro-ro passenger ship

兼备旅客运输和滚装货物（含车辆）装运功能，具有滚装装卸设施的客船。

### 3.2

#### **智能调度** intelligent scheduling

综合运用人工智能（AI）、大数据分析、实时感知等技术，对客滚船航班计划、港口资源分配和旅客车辆流量进行动态优化管理的过程。智能调度以运输需求预测为基础，通过优化算法最大化船队舱容利用率、缩短飘航时间、提升泊位使用效率。

### 3.3

**安全监管 safety supervision**

通过技术手段和管理措施，对客滚船运营过程中涉及人员、船舶、货物、设施的安全状态进行实时监测、评估、预警和处置的活动。

3.4

**多源感知 multi-source perception**

综合利用雷达、AIS、视频、北斗定位、气象传感器等多种感知设备，采集船舶及港口环境信息的技术手段。

3.5

**数据融合 data fusion**

集成多个数据源以产生比任何单独数据源更有价值信息的过程。

3.6

**运输需求预测 transport demand forecasting**

基于历史运量数据、节假日规律、气象条件、票务预约等信息，运用统计模型或机器学习算法，对未来一定时期内旅客人数、车辆数量等运输需求进行量化估算的过程。

3.7

**泊位分配 berth allocation**

根据船舶进出港计划、泊位容量、潮汐水文条件及作业需求，将可用泊位合理分配给待靠泊船舶的调度管理活动。

3.8

**智能指泊 intelligent berthing guidance**

综合考虑当前泊位占用状态、船舶特性及港口交通态势，由系统自动向调度人员提供实时泊位分配建议的功能。

3.9

**航班计划 voyage schedule**

客滚船按照规定航线、时刻和班次运营的预定安排，包括发船时间、到港时间、停靠泊位等信息。

3.10

**风险预警 risk warning**

基于安全风险评估结果，在风险达到预设阈值时向相关人员发出警示信号和处置建议的机制。

3.11

**港口调度中心 port dispatch center**

统筹管理港口船舶进出港、泊位分配、旅客疏运、车辆引导等调度业务的功能单元。

3.12

**飘航时间 drifting time**

船舶在港区水域因等待泊位或调度指令而处于漂泊等待状态的时间。减少飘航时间是智能调度的核心优化目标之一。

### 3.13

#### 人机协同决策 human-machine collaborative decision-making

由系统提供智能化调度建议，由调度人员在充分知情的前提下进行确认、调整或否决的工作模式，确保调度决策的科学性与灵活性。

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

- AI：人工智能（Artificial Intelligence）
- AIS：自动识别系统（Automatic Identification System）
- API：应用程序接口（Application Programming Interface）
- BDS：北斗导航系统（Beidou Navigation Satellite System）
- CCTV：闭路电视监控系统（Closed Circuit Television）
- GIS：地理信息系统（Geographic Information System）
- GPS：全球定位系统（Global Positioning System）
- LSTM：长短期记忆网络（Long Short-Term Memory）
- RBAC：基于角色的访问控制（Role-Based Access Control）
- SIEM：安全信息和事件管理（Security Information and Event Management）
- TFT：时序融合转换器（Temporal Fusion Transformer）
- VTS：船舶交通服务（VesselTraffic Service）

## 5 总体框架

### 5.1 系统架构

#### 5.1.1 感知层

部署雷达、AIS基站、BDS终端、视频摄像头、气象传感器、门禁读卡器、人脸识别设备、车牌识别摄像头等前端感知设备，实现对船舶、旅客、车辆及港口环境的全面数据采集（调度数据字段规范参照附录A），各感知设备应具备自检功能，设备离线或数据异常时，系统应在30 s内发出设备告警。

#### 5.1.2 传输层

采用有线专网、4G/5G无线网络及卫星通信相结合的方式，实现感知数据的可靠、低时延传输，关键链路应具备冗余备份能力，以保障极端天气等特殊场景下的通信稳定性，并符合GB/T 28181的要求。

#### 5.1.3 数据层

建立统一的数据存储、清洗、融合与管理平台，支持结构化与非结构化数据的分类存储与高效检索，并符合数据安全合规要求。

#### 5.1.4 平台层

构建智能调度引擎和安全监管引擎，提供航班调度算法、运输需求预测模型、泊位优化分配算法、风险评估模型、异常行为识别等核心服务能力。调度引擎应支持基于AI的智能排班与智能指泊功能。

#### 5.1.5 应用层

面向港口调度中心、航运公司、海事管理机构等不同用户角色，提供调度管理、安全监控、应急指挥、决策支持、统计分析等应用功能，并支持移动端访问。

### 5.2 功能模块划分

#### 5.2.1 智能调度模块

运输需求预测、航班计划管理、智能排班建议、泊位智能分配（智能指泊）、旅客与车辆流量动态调度、应急调度、离泊时间预测、航速建议。

#### 5.2.2 安全监管模块

多元感知接入、船舶状态实时监控、旅客与车辆异常行为识别、安全风险评估与预警、应急响应、旅客实名制核验。

### 5.2.3 数据管理模块

数据采集与汇聚、数据清洗与质检、数据存储与备份、数据共享与交换、数据安全治理。

### 5.2.4 系统集成模块

与港口生产管理系统、旅客售票系统、车辆预约系统、公安边检系统、海事VTS系统的外部接口及数据交换。

### 5.2.5 综合展示模块

基于S57格式电子海图的GIS地图展示（支持卫星地图、电子海图切换，支持17级缩放）、台风轨迹显示、雷达信息叠加、实时气象显示、泊位动态可视化、统计报表、移动端访问。

## 5.3 部署原则

5.3.1 系统部署应遵循可靠性、可扩展性、安全性原则，关键业务节点应具备主备冗余，核心业务年可用性不低于99.9%。

5.3.2 系统应支持云部署、本地化部署及混合部署模式，各部署模式应满足数据安全合规要求，涉密或敏感数据不得存储于境外云平台。

5.3.3 系统各模块应采用微服务或模块化架构，支持独立升级与扩展，不影响其他模块正常运行。

5.3.4 系统应支持多级平台部署，实现港口级、航线级与监管级的数据贯通与业务协同，打破信息壁垒，建立统一的智能调度协作平台。

## 6 智能调度技术要求

### 6.1 通用要求

#### 6.1.1 基本功能要求

智能调度系统应具备实时数据接入、动态优化与人机协同决策能力，支持自动调度建议与人工确认相结合的工作模式，确保最终调度决策权由调度人员掌握。

#### 6.1.2 数据互通

调度系统应与港口生产管理系统、旅客售票系统、车辆预约系统实现数据互通，确保调度指令的一致性和可追溯性。

#### 6.1.3 响应时间

调度系统的响应时间应满足以下要求：

- a) 常规调度指令的生成时间不超过5 s；
- b) 应急调度指令的生成时间不超过30 s；
- c) 系统与外部接口的数据同步延迟不超过10 s；
- d) 智能指泊建议的实时响应时间不超过1.5 s。

#### 6.1.4 历史数据分析能力

调度系统应具备历史数据分析能力，支持基于历史运营数据（不少于近2年）的航班计划优化建议，并可对节假日、特殊时段（如极端天气后的需求激增）进行专项建议输出。

#### 6.1.5 辅助决策与减负能力

调度系统应显著降低调度人员的重复性工作负担，对季节性流量波动、潮汐客流特征、恶劣天气下的运力压缩等复杂场景具备自动识别与辅助决策能力。

### 6.2 运输需求预测

#### 6.2.1 预测功能与方法

系统应具备旅客与车辆运输需求预测功能，综合运用时间序列分析、机器学习（如LSTM）、时序融合转换器（TFT）等方法，对未来运输需求进行短期（当日/次日）及中期（周/月）预测。

#### 6.2.2 影响因素

运输需求预测应综合考虑以下因素：

- a) 季节性与节假日规律（春运、黄金周等）；
- b) 历史日/周/月流量统计数据；
- c) 票务预约与车辆预约实时数据；

- d) 气象条件与航行环境;
- e) 重大活动与突发事件影响。

### 6.2.3 精度要求

需求预测精度应满足以下要求:

- a) 货车流量预测误差率: 正常日期不超过10%, 节假日不超过20%;
- b) 小客车流量预测误差率: 正常日期不超过15%, 节假日不超过20%;
- c) 预测接口平均响应时间: 应不超过2.0 s。

### 6.2.4 结果应用

预测结果应以可视化方式呈现, 并与排班建议模块自动联动, 作为智能排班决策的直接输入。

## 6.3 航班计划与动态调整

### 6.3.1 计划编制

系统应支持周期性航班计划(日计划、周计划)的自动编制, 综合考虑旅客需求、车辆预约量、气象条件、船舶可用状态、潮汐水文等因素, 目标为最大化船队舱容利用率、最小化船舶飘航时间。

### 6.3.2 智能排班算法

智能排班算法应满足以下要求:

- a) 排班方案生成时间不超过3.0 s;
- b) 方案可行性达到100% (无时间冲突);
- c) 船舶利用率较人工基线提升不低于10%。

### 6.3.3 动态调整触发条件

系统应实时监测影响航班执行的动态因素, 当出现以下情形时, 应自动触发调度调整建议:

- a) 气象条件达到封航预警阈值;
- b) 船舶设备故障或延误超过30 min;
- c) 旅客或车辆积压超过港口设计容量的80%;
- d) 相邻航班冲突或泊位资源不足;
- e) 突发事件(如事故、疫情管控)导致运力需临时调整。

### 6.3.4 指令同步

航班调整指令应实时同步至旅客信息显示系统、广播系统及售票系统, 通知延迟不超过2 min。

### 6.3.5 计划变更记录

系统应记录所有航班计划的变更历史, 保留期限不少于3年。

## 6.4 泊位智能分配(智能指泊)

### 6.4.1 自动分配

系统应根据当前泊位占用状态、船舶类型与吃水、到港时间、装卸作业需求等, 自动向调度人员推送泊位分配建议。

### 6.4.2 智能指泊功能

智能指泊功能应满足以下要求:

- a) 指泊建议实时响应时间不超过1.5 s;
- b) 建议准确率不低于85%;
- c) 冲突检测准确率不低于95%;
- d) 支持并发多艘船舶的同时指泊建议请求。

### 6.4.3 状态可视化

系统应可视化展示港口泊位实时占用状态(含泊位编号、船舶名称、预计离泊时间), 调度人员可通过图形界面实时查看并进行手动调整。

### 6.4.4 空闲状态提示

当某一泊位即将空闲时, 系统应自动提示调度人员进行下一艘船舶的指泊安排, 减少泊位空闲等待时间。

### 6.4.5 泊位停用管理

系统应支持泊位停用状态的记录与查询, 泊位停用期间不参与自动分配计算。

## 6.5 旅客与车辆流量调度

### 6.5.1 流量采集与疏导

系统应实时采集候船区、安检通道、登船通道及车辆通道的流量数据，结合需求预测结果进行动态疏导。

### 6.5.2 旅客流量调度

应满足以下要求：

- a) 单通道旅客处理能力不低于60人/min；
- b) 当候船区旅客密度超过2.5人/m<sup>2</sup>时，系统应自动启动分流预案；
- c) 应支持分批登船管理，按舱位区域引导旅客有序登船。

### 6.5.3 车辆流量调度

应满足以下要求：

- a) 系统应根据实时车辆通道流量，动态给出航速建议，减少船舶在进出港航道或单行航道发生拥堵或飘航；
- b) 系统应支持车牌识别数据接入，实现车辆进港信息与航班信息的自动关联；
- c) 系统应对车辆通道异常拥堵（超过额定容量80%）发出预警，并推送分流建议。

### 6.5.4 差异化预案

系统应支持季节性（春运、黄金周等）和潮汐性（早晚高峰）流量的差异化调度预案管理，预案可预置并在触发条件满足时自动激活。

### 6.5.5 离泊时间预测

系统应对船舶离泊时间进行预测，对未离泊船舶根据其下一航班计划计算预计离泊时刻，并实时更新显示。

## 6.6 应急调度

6.6.1 系统应具备应急调度功能，在封航、设备故障、自然灾害等突发事件下，自动生成应急运力调整方案，最大限度保障运输任务的安全与连续性。

6.6.2 应急调度指令的生成时间不超过30 s，并应自动推送至相关港口及船舶。

6.6.3 系统应记录所有应急调度事件及处置过程，支持事后复盘分析。

## 7 安全监管技术要求

### 7.1 通用要求

7.1.1 安全监管系统的监管范围应覆盖船舶在港停泊、进出港航行、单行航道通过，以及旅客候船、登离船等各环节。

7.1.2 安全监管系统应与调度系统、公安边检系统、海事VTS系统实现数据互通，确保安全信息的及时传递与协同处置。

7.1.3 安全监管系统应符合国家网络安全等级保护三级要求（GB/T 22239）。

7.1.4 安全监管数据的完整性和真实性应有技术手段保障，关键数据应采用哈希校验或数字签名机制。

### 7.2 多元感知与数据采集

#### 7.2.1 感知数据集成

系统应集成以下感知设备的数据：

- a) 船载AIS信号（符合GB/T 20068）；
- b) 岸基雷达目标数据（支持在地图上叠加显示雷达回波）；
- c) 北斗/GPS定位数据；
- d) 港区及船上CCTV视频数据（符合GB/T 25724）；
- e) 气象水文传感器数据（风速、风向、能见度、浪高、潮位，含台风轨迹数据，符合GB/T 33674）；
- f) 门禁、人脸识别及实名制核验数据；
- g) 车牌识别摄像头数据。

#### 7.2.2 数据传输延迟要求

各感知设备的数据传输延迟应满足以下要求：

- a) AIS及雷达数据：不超过5 s；
- b) 视频数据：实时流延迟不超过3 s；
- c) 气象数据：刷新频率不低于1次/min；
- d) 门禁及身份核验数据：不超过2 s；
- e) 车牌识别数据：不超过2 s。

### 7.2.3 数据融合展示

系统应支持多源感知数据的时空对齐与融合处理，融合结果应在统一的GIS地图上展示，符合GB/T 42135的要求。

### 7.2.4 设备自检告警

感知设备应具备自检功能，设备离线或数据异常时，系统应在30 s内发出设备告警。

## 7.3 船舶状态实时监控

### 7.3.1 监控内容

船舶状态应符合GB/T 11412要求，系统应对港区范围内及航线上的客滚船进行全程追踪，监控内容至少包括：

- a) 船舶实时位置、航速、航向；
- b) 船舶进出港时间节点；
- c) 船舶装载状态（旅客人数、车辆数量、危险品情况）；
- d) 主要设备运行状态（主机、舵机、救生、消防系统）；
- e) 船舶在单行航道的通过状态（实时展示离泊、到达单行道、通过单行道、进入泊位等离散化时间节点）。

### 7.3.2 偏离告警要求

当监控船舶的位置偏离预定航线超过设定阈值时，系统应自动告警，告警延迟不超过15 s。

### 7.3.3 轨迹数据管理

系统应建立船舶历史轨迹数据库，轨迹数据保存期限不少于2年，支持轨迹回放与分析。

### 7.3.4 状态可视化

系统应支持在GIS地图上以不同颜色标识船舶的安全状态等级（正常、关注、预警、告警），支持船舶关注（收藏）、重要区域标记、电子围栏设置等操作。

### 7.3.5 船舶分组管理

系统应支持船舶分组管理，用户可自定义分组并可点击船舶名称进行快速定位。

## 7.4 异常行为智能识别

### 7.4.1 旅客异常识别

系统应具备基于视频分析的旅客异常行为识别功能，识别类型至少包括：

- a) 人员聚集与踩踏风险识别；
- b) 人员翻越护栏或越界行为识别；
- c) 遗留物品检测；
- d) 人员跌倒检测；
- e) 禁止区域闯入检测。

### 7.4.2 船舶异常识别

系统应具备基于AIS与雷达数据的船舶异常行为识别功能，识别类型至少包括：

- a) 偏离航道或锚地漂移；
- b) 超速或急剧变向；
- c) 长时间停泊于非指定区域；
- d) AIS信号丢失超过设定时限。

### 7.4.3 识别响应时间

异常行为识别的响应时间（从事件发生到系统告警）不超过10 s，关键区域（如机舱、车辆甲板）不超过5 s。

#### 7.4.4 算法准确率

系统应支持对异常行为识别算法的定期评估与更新,算法综合准确率(精确率与召回率)不低于90%。

### 7.5 安全风险评估与预警

#### 7.5.1 安全风险评估模型

系统应建立客滚船安全风险评估模型,综合考虑以下风险因素:

- a) 气象水文条件(风级、浪高、能见度、潮流);
- b) 船舶自身状态(载重、设备状态、船龄);
- c) 人员风险(旅客人数、特殊人员比例);
- d) 港口环境(泊位状态、通道拥堵);
- e) 历史事故与异常事件记录。

#### 7.5.2 分级预警机制

系统应设置分级预警机制,预警等级应分为三级(具体可参照附录B):

- a) 一级预警(低风险):黄色,加强监控,提示相关人员关注;
- b) 二级预警(中风险):橙色,启动预警措施,通知主管部门;
- c) 三级预警(高风险):红色,立即启动应急响应,必要时暂停运营。

#### 7.5.3 预警信息同步

预警信息应同步推送至港口调度中心、相关船舶及海事监管平台,推送延迟不超过30 s。

#### 7.5.4 预警记录管理

系统应支持预警信息的确认、处置记录与关闭管理,所有预警记录应留存,保存期限不少于3年。

### 7.6 旅客实名制核验

7.6.1 系统应支持对旅客实名制信息(身份证、护照等)的自动核验,并具备对异常人员的自动预警功能,符合JT/T 1332的要求。

7.6.2 旅客身份核验数据的传输应全程加密,不得在系统中明文存储完整证件号码。

7.6.3 涉及安全风险旅客的预警信息应在核验发现后30 s内推送至公安对接接口,推送结果应有确认回执机制。

### 7.7 应急响应

#### 7.7.1 预案场景覆盖

系统应预置针对客滚船典型事故场景的应急响应预案,至少涵盖:

- a) 船舶火灾;
- b) 旅客落水;
- c) 船舶搁浅或碰撞;
- d) 汽车移位。

#### 7.7.2 应急指挥功能

系统应具备应急指挥功能,支持突发事件下的快速响应,包括人员召集、资源调配、信息发布等。

#### 7.7.3 预案激活要求

应急预案应在系统中预置,可根据事件类型自动或手动激活对应预案,预案激活时间不超过1 min。

#### 7.7.4 多部门联动

应急响应系统应支持多部门联动,可向港口、海事、公安、消防、医疗等部门同步推送应急任务。

#### 7.7.5 应急指挥功能

应具备以下能力:

- a) 在GIS地图上标注事发位置及应急资源分布;
- b) 支持视频会议和语音通话;
- c) 实时追踪应急任务执行进度;
- d) 自动生成事故处置日志。

#### 7.7.6 应急响应记录

应急响应过程应全程记录,事后支持完整复盘与评估,系统应自动生成应急处置总结报告,报告内容应符合附录C的要求。

## 8 系统性能要求

### 8.1 响应时间

系统在200并发用户负载下，主要接口的响应时间应满足以下要求：

- a) 常规数据查询（船舶信息、泊位状态等）：平均响应时间不超过2 s；
- b) 船舶轨迹查询：平均响应时间不超过3 s；
- c) 智能指泊建议接口：实时响应时间不超过1.5 s；
- d) 智能排班方案生成：处理时间不超过3.0 s；
- e) 运输需求预测接口：平均响应时间不超过2.0 s；
- f) 数据更新处理时间：不超过5 s。

### 8.2 并发与负载

#### 8.2.1 日常并发要求

系统应支持不低于200个并发用户的日常峰值负载，请求成功率不低于99.5%。

#### 8.2.2 最大并发能力

系统最大并发承载能力应不低于500个用户，压力测试临界状态下响应时间不超过3 s，成功率不低于95%。

#### 8.2.3 持续负载性能

在200并发用户持续负载1小时条件下，服务器资源利用率应满足：

- a) CPU利用率不超过75%；
- b) 内存利用率不超过80%；
- c) 无服务宕机或请求超时。

### 8.3 稳定性

8.3.1 系统在200并发用户持续运行8小时条件下，响应时间波动应不超过10%，且无内存泄漏、进程崩溃等异常。

8.3.2 算法模块在8小时持续运行中无内存泄漏，内存泄漏率应不超过1 MB/h，响应时间波动不超过10%。

### 8.4 算法性能

#### 8.4.1 流量预测算法性能

流量预测算法性能指标应包括以下内容：

- a) 货车预测误差率不超过10%的天数占比不低于90%；
- b) 小客车预测误差率不超过15%的天数占比不低于85%；
- c) 平均响应时间不超过2.0 s。

#### 8.4.2 排班算法性能

智能排班算法性能指标应包括以下内容：

- a) 排班方案生成时间不超过3.0 s；
- b) 方案可行性100%（无时间冲突）；
- c) 船舶利用率较基线提升不低于10%。

#### 8.4.3 指泊算法性能

智能指泊算法性能指标应包括以下内容：

- a) 指泊建议响应时间不超过1.5 s；
- b) 建议准确率不低于85%；
- c) 冲突检测准确率不低于95%。

### 8.5 容错与恢复

8.5.1 核心接口超时率连续5 min超过10%时，系统应自动告警并启动降级策略；服务器资源利用率连续5 min超过90%时，应触发负载均衡或扩容机制。

8.5.2 系统出现服务宕机等严重异常时，应在5 min内通知运维人员，并在30 min内恢复核心业务。

8.5.3 系统应支持对关键异常的自动重启与自愈，自愈操作应记录日志。

## 9 系统数据与信息管理要求

### 9.1 数据采集与质量

9.1.1 系统应建立统一的数据采集规范，各类感知数据应按标准格式接入，保证数据的完整性、准确性和时效性。

9.1.2 系统应对接入数据进行自动质检，对缺失、超限、异常的数据进行标记与清洗，并记录数据质量评估结果。

### 9.2 数据存储与备份

#### 9.2.1 数据存储

系统应对以下数据进行长期存储：

- a) 船舶历史轨迹：不少于2年；
- b) 航班计划及变更历史：不少于3年；
- c) 安全预警及处置记录：不少于3年；
- d) 系统操作日志：不少于2年；
- e) 视频监控录像：不少于30天（关键事件录像按需长期留存）。

#### 9.2.2 数据备份

重要数据应至少具备异地备份，备份恢复时间目标（RTO）不超过4 h，恢复点目标（RPO）不超过1 h。

#### 9.2.3 防篡改能力

存储系统应具备防篡改能力，关键记录应采用一次写入（WORM）或区块链存证等技术手段。

### 9.3 数据共享与交换

9.3.1 系统与外部平台的数据共享应通过标准化API接口实现，接口设计应符合GB/T 38672的要求，支持HTTP/HTTPS、MQTT、WebSocket等标准化协议。

9.3.2 数据共享范围与权限应在系统中明确配置，未经授权不得共享涉及个人隐私或国家安全的数据。

9.3.3 数据交换传输过程应采用SSL/TLS加密，密钥长度不低于2048 bit（RSA）或256 bit（AES）。

9.3.4 系统应记录所有数据交换日志，包括交换时间、交换方、数据内容摘要和交换结果，日志保存期限不少于2年。

### 9.4 信息安全防护

9.4.1 系统应按照网络安全等级保护三级要求（GB/T 22239）建设和运维，通过相应等级的测评。

9.4.2 系统应部署防火墙、入侵检测、防病毒、漏洞扫描等基础安全防护措施。

9.4.3 用户认证应采用RBAC权限模型，关键操作（系统配置变更、数据导出、应急指令发布）应启用MFA认证。

9.4.4 系统应定期（不少于1次/年）开展信息安全风险评估和渗透测试，评估结果应留存记录。

### 9.5 安全审计与监控

#### 9.5.1 操作审计记录

系统应对以下操作进行审计日志记录：

- a) 用户登录与登出；
- b) 调度指令的发布与修改；
- c) 预警信息的确认与关闭；
- d) 系统配置变更；
- e) 数据导出操作。

#### 9.5.2 日志管理

审计日志应不可篡改，保存期限不少于2年，并支持按时间、用户、操作类型等维度检索。

### 9.5.3 安全事件监控

系统应部署SIEM（安全信息和事件管理）能力，实现对安全事件的自动关联分析与告警。

## 10 系统集成与接口要求

### 10.1 接口通用要求

10.1.1 系统对外接口应采用标准化协议，接口文档应完整规范，支持版本管理。

10.1.2 接口应具备身份认证、权限校验、请求限流和异常处理能力，接口响应时间在正常负载下不超过2 s。

10.1.3 接口变更应提前通知接入方，并提供过渡期（不少于3个月）的兼容支持。

### 10.2 与港口管理系统的集成

#### 10.2.1 数据互通

系统应与港口生产管理系统实现以下数据互通：

- a) 船舶进出港报告与船舶证书信息；
- b) 泊位作业计划与实际完成情况；
- c) 旅客预约及售票数据；
- d) 车辆预约及进港记录；
- e) 航次列表（含航次号、船名、状态）。

#### 10.2.2 数据同步延迟

系统与港口管理系统的数据库同步延迟不超过10 s，关键调度指令应实现实时双向同步。

### 10.3 与海事监管平台的集成

#### 10.3.1 数据互通

系统应与海事VTS（船舶交通服务）系统实现以下数据互通：

- a) 船舶实时位置与航行状态数据；
- b) 进出港许可与签证信息；
- c) 安全预警与事故报告。

#### 10.3.2 监控数据推送

系统应支持向海事监管平台推送实时安全监控数据，推送格式应符合主管部门要求。

#### 10.3.3 管控指令接收

系统应具备接收海事部门封航、禁航等管控指令的能力，并能自动触发调度系统的相应处置流程。

#### 10.3.4 交通数据安全

交通数据安全应符合GB/T 37373、GB/T 37378的规定。

### 10.4 与公安系统的集成

10.4.1 系统应与公安实名制核验系统实现数据对接，支持旅客身份信息的实时核验与异常人员的自动预警。

10.4.2 旅客身份核验数据的传输应全程加密，不得在系统中明文存储完整证件号码。

10.4.3 涉及安全风险旅客的预警信息应在核验发现后30 s内推送至公安对接接口，推送结果应有确认回执机制。

## 11 运营与维护要求

### 11.1 系统运行要求

11.1.1 系统核心业务模块的年可用性不低于99.9%。

11.1.2 系统应具备故障自动检测与告警功能，故障发现延迟不超过1 min，故障影响范围超过核心业务时，应在5 min内通知运维人员。

11.1.3 系统应支持在不影响核心业务运行的条件下，进行模块升级、补丁更新和配置变更。

11.1.4 计划内维护作业应提前24 h通知相关用户，并选择业务低峰期进行。

## 11.2 人员管理

### 11.2.1 运营与监管人员培训

系统的运营与监管人员应经过专业培训并取得相应上岗资质，培训内容应至少涵盖：

- a) 系统操作规程；
- b) 调度业务流程；
- c) 安全监控与预警处置；
- d) 应急响应操作。

### 11.2.2 值班制度

港口调度中心应实行7×24 h值班制度，值班人员不得擅自脱岗，紧急情况下应立即报告上级并启动应急预案。

### 11.2.3 操作权限

人员操作权限应按最小权限原则分配，离职或岗位变动人员的账号应在24 h内停用或变更权限。

### 11.2.4 运维人员培训

运维人员应定期（不少于1次/年）参加系统更新培训，熟悉新功能与新流程。

## 11.3 维护保障

11.3.1 系统应制定维护手册，明确各类设备和软件的维护周期、维护内容和维护标准。

11.3.2 感知设备的定期巡检周期不超过30天，发现故障后应在48 h内完成修复或备用设备替换，关键设备应在4 h内响应。

11.3.3 系统应每半年开展一次全面的功能测试与安全评估，测试结果应形成正式报告并归档。

11.3.4 备品备件应按关键设备10%的比例备存，并定期检验有效性。

## 11.4 绩效评估

### 11.4.1 绩效评估指标

系统运营方应建立绩效评估机制，定期（不少于1次/季度）对以下指标进行统计分析：

- a) 航班正点率与调度响应效率；
- b) 旅客平均候船时间与通关时间；
- c) 安全预警准确率与误报率；
- d) 系统可用性与故障响应时间；
- e) 应急预案启动次数与处置时效。

### 11.4.2 绩效评估报告

绩效评估报告应报送主管部门备案，并作为系统优化改进的依据。

## 11.5 版本与变更管理

11.5.1 系统应建立版本管理机制，每次软件升级应有版本记录、变更说明及回滚方案。

11.5.2 重大功能变更应在测试环境充分验证后方可上线，上线前应通知主要用户。

## 附录 A

(规范性)

## 客滚船调度数据字段规范表

客滚船调度业务相关数据字段应符合表A.1的相关规定。

表A.1 客滚船调度数据字段规范表

字段名称	字段类型	长度/格式	是否必填	说明
航班编号	字符串	20 位	是	唯一标识, 格式: 港口代码+日期+序号
船舶 MMSI	字符串	9 位数字	是	国际海事移动业务识别码
船舶名称	字符串	50 位	是	船舶中文名称
出发港	字符串	5 位 (UN/LOCODE)	是	符合联合国港口代码规范
目的港	字符串	5 位 (UN/LOCODE)	是	符合联合国港口代码规范
计划离港时间	日期时间	YYYY-MM-DD HH:mm:ss	是	采用北京时间 (UTC+8)
实际离港时间	日期时间	YYYY-MM-DD HH:mm:ss	否	实际执行时填写
计划到港时间	日期时间	YYYY-MM-DD HH:mm:ss	是	采用北京时间 (UTC+8)
实际到港时间	日期时间	YYYY-MM-DD HH:mm:ss	否	实际执行时填写
分配泊位编号	字符串	20 位	是	港口内部泊位编码
旅客核定人数	整数	—	是	本航次核定最大旅客人数
实际载客人数	整数	—	是	实际登船旅客数量
车辆核定数量	整数	—	是	本航次核定最大车辆数
实际载车数量	整数	—	是	实际装载车辆数量
危险品标志	布尔值	True/False	是	是否携带危险品
航班状态	枚举值	—	是	计划/执行中/已完成/取消/延误
延误原因	字符串	200 位	否	延误时必填
数据上报时间	日期时间	YYYY-MM-DD HH:mm:ss	是	数据生成并上报时刻, 采用北京时间 (UTC+8)

## 附录 B

(资料性)

## 安全监管事件类别与处置要求表

各类安全监管事件处置应符合表B.1的相关规定。

表B.1 安全监管事件类别与处置要求表

事件类别	事件类型	风险等级	触发条件	处置时限	通知对象
船舶偏航	偏离航道超过设定范围	二级（橙）	偏差>0.5 海里	5 min 内确认	调度中心、VTS
AIS 信号丢失	船舶 AIS 中断	二级（橙）	中断>5 min	10 min 内确认	调度中心、海事
超速航行	船舶超过限定速度	一级（黄）	超速>20%	15 min 内通知	船长、调度中心
旅客聚集	区域人员密度超限	一级（黄）	密度>2.5 人/m <sup>2</sup>	5 min 内疏导	现场安保、调度
人员越界	人员进入禁止区域	二级（橙）	视频检测触发	2 min 内处置	现场安保
人员落水	人员跌落水中	三级（红）	视频/传感器检测	立即启动救援	全体应急部门
船舶火情	船舶火灾/冒烟	三级（红）	烟雾/温度传感器	立即启动预案	全体应急部门
危险品异常	危险品泄漏或异常	三级（红）	传感器/人工报告	立即启动预案	全体应急部门
证件异常	旅客身份核验失败	二级（橙）	实名制系统告警	2 min 内核查	边检、公安
设备故障	关键设备离线	一级（黄）	设备心跳中断	30 min 内处置	维护人员、调度
气象预警	气象条件超限	视情而定	气象阈值触发	30 min 内决策	调度中心、船长

## 附录 C

(资料性)

## 典型应急预案场景目录

客滚船典型应急场景的名称、适用情形及主要处置措施应参考表C.1进行。

表C.1 典型应急预案场景

编号	场景名称	适用情形	主要处置措施
C.1	封航处置预案	气象条件达封航标准	停止发船、疏散候船旅客、安排退票或改签、发布公告
C.2	船舶火灾应急预案	船上发生火灾	启动消防、组织疏散、通知海事及消防、申请救援
C.3	旅客落水应急预案	旅客跌入水中	立即抛救生圈、通知救援、调整船舶位置、联系水上救援
C.4	船舶搁浅/碰撞预案	船舶发生搁浅或碰撞	稳定船体、疏散旅客、发出遇险信号、联系救援
C.5	汽车移位预案	汽车绑扎松动，出现移位	通知驾驶台、船舶减速、重新施加多点绑扎、并用木楔固定车轮
C.6	旅客群体性事件预案	旅客发生群体性骚乱	隔离控制、现场安抚、联系公安、必要时停止登船
C.7	大规模积压预案	旅客严重积压	扩充候船区、增开通道、协调增班、实施分批管理
C.8	备用船调配预案	当班船舶发生故障	启动备用船、联系旅客、调整泊位、重新排班
C.9	证件异常人员处置预案	发现证件伪造或身份异常	暂停登船、联系边检公安、保留证据、配合核查
C.10	网络与系统故障预案	核心系统发生故障	切换备用系统、启动人工调度、通知运维、记录处置过程