ICS 03.220.40
CCS R 22

T/CIN

中　国　航　海　学　会　团　体　标　准

T/CIN 028—2024

船岸协同内河智能船舶辅助驾驶场景与功能指南

Guidelines of Ship-Shore Cooperative Inland Shipping Assistance Systems: Scenes and Functions

2024-04-01 发布　　2024-07-01 实施

中国航海学会　发布

全国团体标准信息平台

目　　次

全国团体标准信息平台

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。

本文件由中国航海学会提出并归口。

本文件起草单位：武汉理工大学、浙江省交通运输科学研究院、嘉兴市港航管理服务中心、浙江海港内河港口发展有限公司。

本文件主要起草人：文元桥、严新平、黄亚敏、韩海航、万丽、卢志刚、陈东平、楼书畅、俞胜锋、汪成立、吴文韬、程小东。

全国团体标准信息平台

船岸协同内河智能船舶辅助驾驶场景与功能指南

1 范围

本文件规定了船岸协同环境下内河船舶辅助驾驶系统、辅助驾驶功能分类与描述、内河船舶辅助驾驶场景与系统要求等内容。

本文件适用于船岸协同环境下的内河船舶航速不大于14节的辅助驾驶应用场景的开发、验证及商用。

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。

QX/T 122-2011 船舶自动气象观测数据格式

IMO 国际海上人命安全公约 2009 版

中华人民共和国海事局 内河船舶法定检验技术规则 2019 版

中华人民共和国海事局 中华人民共和国内河避碰规则（1991）及修订版（2003）

中国船级社 智能船舶规范 2024版

中国船级社 钢质内河船舶建造规范（2016）及 2019 修改通报

T/CIN 003—2021 船舶智能航行系统等级划分与技术水平评定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 定义

3.1.1

船岸协同 ship shore cooperation

由船端与岸端系统构成，船端与岸端相互提供需要的信息的一种模式。两个系统进行无缝耦合协同实现优化船岸资源配置，增强船舶智能航行可靠性，提升船舶交通安全和效率。

3.1.2

本船 own ship

装有船载智能终端且运行辅助驾驶应用的目标船舶。

3.1.3

他船 target ship

除本船以外的其他船舶。

3.1.4

岸基感知子系统 shore based sensing subsystem

包含自然环境数据采集、交通环境数据采集等功能的部署在岸基的感知硬件模块集合。

3.1.5

船载感知子系统 shipborne sensing subsystem

包含自然环境数据采集、他船交通数据采集、本船状态数据采集等功能的部署在船端的感知硬件模块集合。

3.1.7

智能集成平台 intelligent integration platform

集传输信息、数据操作、任务调度、链路管理等功能于一体的计算平台，包括船载智能集成平台与岸基智能集成平台。

3.1.8

船用无线通信 V2X

船载设备与其他设备通信，包括但不限于船载设备之间通信（V2V）、船载设备与岸基设备通信（V2I）等。

3.1.9

系统延时 system delay

从岸基或他船等处发送数据后，到本船接收该数据并通过网络层进行信息处理后传递给应用层端到端的延迟时间。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AIS：船舶自动识别系统（Automatic Identification System）

HMI：人机交互界面（Human Machine Interface）

VHF：甚高频（Very High Frequency）

VSAT：甚小口径卫星终端站（Very Small Aperture Terminal）

V2I：船与岸基终端通信 (Vessel to Infrastructure Communication)

V2V：船船通信（Vessel to Vessel Communication）

4G：第四代移动通信技术（the 4th generation mobile communication technology）

5G：第五代移动通信技术（the 5th generation mobile communication technology）

4　内河船舶辅助驾驶系统

4.1　系统架构

船岸协同内河智能船舶辅助驾驶系统（以下简称内河船舶辅助驾驶系统），旨在通过智能航运系统的船端与岸端系统采集所需的数据，并通过相应手段实现船岸之间的信息交互，实现在水路运输安全、航行效率提升、信息服务等与内河船舶辅助驾驶场景相关的各类应用。内河船舶辅助驾驶系统架构如图1所示。

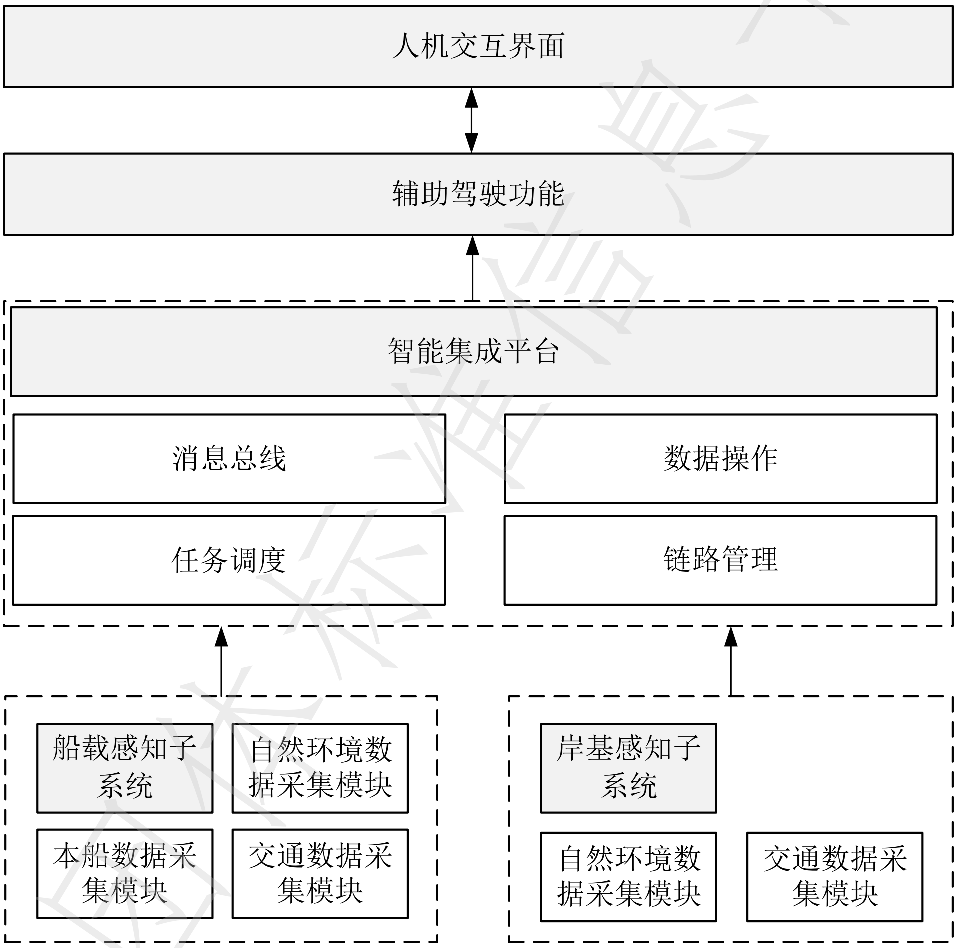

图 1　内河船舶辅助驾驶系统架构示意图

4.2　船载感知子系统

船载感知子系统包括：

——本船数据采集模块：采集本船船位、航速、航向、首摇角速度、吃水、主机转速、螺旋桨转速等信息；

——交通数据采集模块：通过本船的雷达、摄像头、AIS 等传感器采集周围船舶的静态和动态信息；

——自然环境数据采集模块：通过本船的电子海图、雷达、摄像头、风速风向仪、流速流向仪、测深仪以及相关信息接收设备采集自然环境信息。

4.3　岸基感知子系统

包括：

——交通数据采集模块：通过岸基设施搭载的雷达、摄像头等传感器采集附近水域的船舶静态和动态信息；

——自然环境数据采集模块：通过岸基设施搭载的雷达、摄像头等传感器采集附近水域的自然环境信息。

4.4 智能集成平台

——消息总线：传输和集成岸基和船载感知模块获取的信息；

——数据操作：对感知数据进行预处理、融合、存储等操作；

——任务调度：根据不同的应用场景调配相应的通信与算力资源，确保资源管理调度合理以及负载均衡；

——链路管理：实时掌握各条数据链路的带宽使用规律，针对链路使用情况进行精准监控与告警。

4.5 辅助驾驶功能模块

辅助驾驶功能模块包含各类辅助驾驶功能的应用单元，根据船舶运行状态和环境等各类信息实现相应的场景应用。

4.6 人机交互界面

人机交互界面显示船舶及周围环境信息，通过图像、声音、振动等方式给予船员反馈，并进行操控交互。

5 辅助驾驶功能分类与描述

5.1 功能分类

内河船舶辅助驾驶功能主要面向船岸协同环境下的智能航行，主要涵盖安全类、信息服务类、效率类三大类，不少于10个典型应用场景（见表1）。

表 1 内河船舶辅助驾驶功能列表

序号	类别	主要通信模式	功能应用名称
S1	安全类（S）	V2I	船岸触碰预警
S2		V2I	船桥触碰预警
S3		V2I	障碍物预警
S4		V2I	搁浅预警
S5		V2X(V2I、V2V)	单航道内船舶碰撞预警
S6		V2X(V2I、V2V)	交汇水域内船舶碰撞预警
I1	信息服务类（I）	V2I	航道中心线提示
I2		V2I	船舶拖底提示
I3		V2I	感知增强
E1	效率类（E）	V2I	分道级航路规划与航速优化

5.2 功能描述

5.2.1 安全类功能描述

安全类包括船岸触碰预警、船桥触碰预警、障碍物预警、搁浅预警、单航道内船舶碰撞预警、交汇水域内船舶碰撞预警等辅助驾驶功能。

船岸触碰预警：当本船在航道内行驶时，存在与岸壁等（包含桥墩、码头）碰撞危险时，对本船驾驶员进行预警。

船桥触碰预警：当本船水面高度大于桥梁的通航净空高度时，向船舶驾驶员发出预警。

障碍物预警：当本船在航道内行驶时，前方出现障碍物时，向船舶驾驶员发出预警。

搁浅预警：本船在航道上航行，当本船实际吃水大于前方通航水域的水深时，存在搁浅危险，对驾驶员发出预警，提醒船舶及时修正航向或减载。

单航道内船舶碰撞预警：当本船与他船在航道（包括直航道与弯曲航道）内形成追越、交叉相遇或者对遇局面，系统主动监测船舶之前的碰撞危险，当存在危险时，发出预警。

交汇水域内船舶碰撞预警：当本船与他船在交汇水域会遇，系统主动监测船舶之前的碰撞危险，当存在危险时，发出预警。

5.2.2　信息服务类功能描述

信息服务类包括航道中心线提示、船舶拖底提示、感知增强。

航道中心线提示:当本船在航道内行驶时，偏离航道时，对本船驾驶员发出提示信息。

船舶拖底提示：本船在航道上航行，当本船实际吃水大于前方通航水域的水深，但船底在软泥底质中不至于搁浅，给予信息提示。

感知增强：当本船与他船在复杂航道会遇，本船视线、感知范围受限，主动向船舶推送遮挡区域交通信息。船舶也可以向岸基请求感知增强信息。信息包括交通信息、航道条件信息、气象信息等。

5.2.3　效率类功能描述

效率类包括分道级航路规划与航速优化。

分道级航路规划：根据船舶条件与航路条件，自主实现航路规划，提供最优的航路。

分道级航速优化：根据船舶条件与航路条件，自主实现航速规划，提供最优的航速。

6 内河船舶辅助驾驶场景与系统要求

6.1 船岸触碰预警

6.1.1 主要场景

当本船在航道内行驶时，存在与岸壁等（包含桥墩、码头）碰撞危险时，对本船驾驶员进行预警，包括但不限于以下主要场景：

a) 弯曲航道中船舶过弯道操舵时间过晚/过早导致出现船岸触碰风险（或受横流等外界干扰，且有碰撞危险时）；

b) 偏离航向的船舶驶向护岸且接近速度过快；

c) 旋回船舶在掉头过程中过早/过晚回舵；

d) 倒车过程中船舶速度较快，与码头触碰（在船舶倒车过程中，航速较低时，船舶与码头碰撞属正常情况，给予信息提示即可）。

船岸碰撞预警的主要场景见图 2。

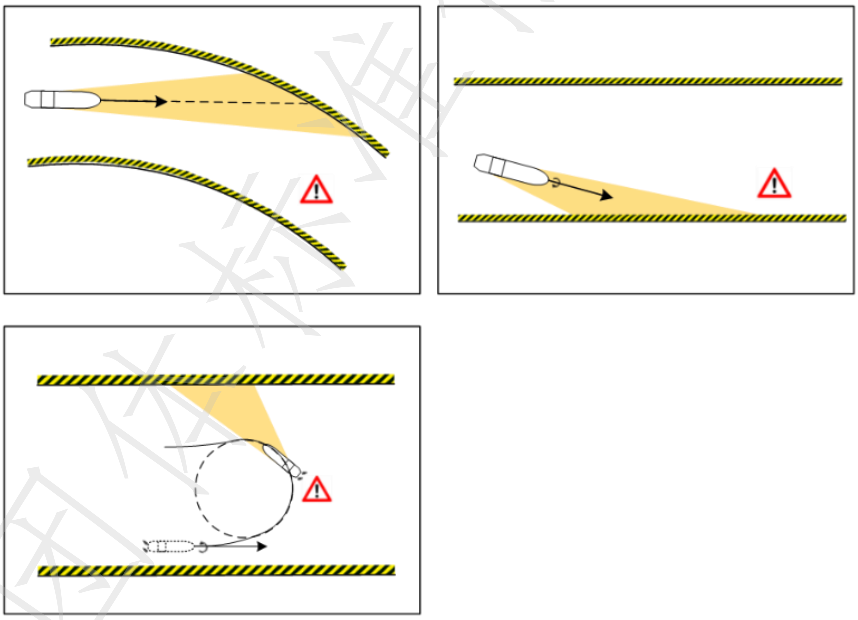

图 2 船岸触碰预警主要场景

6.1.2 系统基本工作原理

船岸触碰预警的系统基本工作原理如下：

a) 通信获取或自身采集接收船舶运动状态与船舶附近的岸线位置信息；

b) 分析船舶运动状态，预测未来一段时间内的船舶运动轨迹；

c) 计算船舶沿预测轨迹航行的风险值，当船舶从危险状态改变为安全状态的可能性越来越小，若该风险值小于一定阈值，系统通过 HMI 对本船驾驶员进行船岸触碰预警；

d) 预警时机需确保本船驾驶员收到预警后，能有足够时间采取措施，避免发生船岸触碰。另外需驾驶员检查是否为虚警。

6.1.3 通信方式

船岸触碰预警的 V2I 通信模式可采用无线电通信、4G、5G、VSAT 等无线通信方式及其组合，由岸基设备采集船舶状态信息并计算。

6.1.4 基础性能要求

基础性能要求如下：

a) 应采集船舶运动状态信息（航速、航向、转向角速度等）；
b) 采集舵角数据，采集频率宜不低于 10Hz；
c) 采集双螺旋桨转速数据，采集频率宜不低于 1Hz；
d) 其他数据更新频率：宜不低于 10Hz；
e) 船舶定位误差：应不大于 1m；
f) 电子航道图误差：应不大于 0.1m；
g) 导航误差：应不大于 2.5m；
h) 船首向角度误差：应不大于 0.2°；
i) 分析和评估岸基距本船的距离及会遇趋势，并直观展示。

6.1.5 数据交互需求

船岸碰撞预警的数据交互需求见表 2。

表 2 船岸触碰预警功能数据交互需求

数据	单位	精度	备注
时刻	ms	1	
船舶尺度	m	0.1	
船舶位置（经纬度）	°′″	0.03″	精度由 1m 换算得到
船舶航向角	deg	0.2	采集设备精度为 0.2°
船舶速度	m/s	0.1	计程仪对水速度精度 0.2kn，即 0.1m/s
船舶纵向加速度	m/s^2	0.1	
船舶首摇角速度（转速）	deg/s	0.2	
岸线方向	deg	0.1	
岸线起止点位置	°′″	0.03″	精度由 1m 换算得到

6.2 船桥触碰预警

6.2.1 主要场景

当本船水面高度大于桥梁的通航净空高度时，向船舶驾驶员发出预警。

在船舶进入桥区范围后，实测船舶水面高度与桥面净空高度，当净空不满足通航要求，发出警报。见图 3。

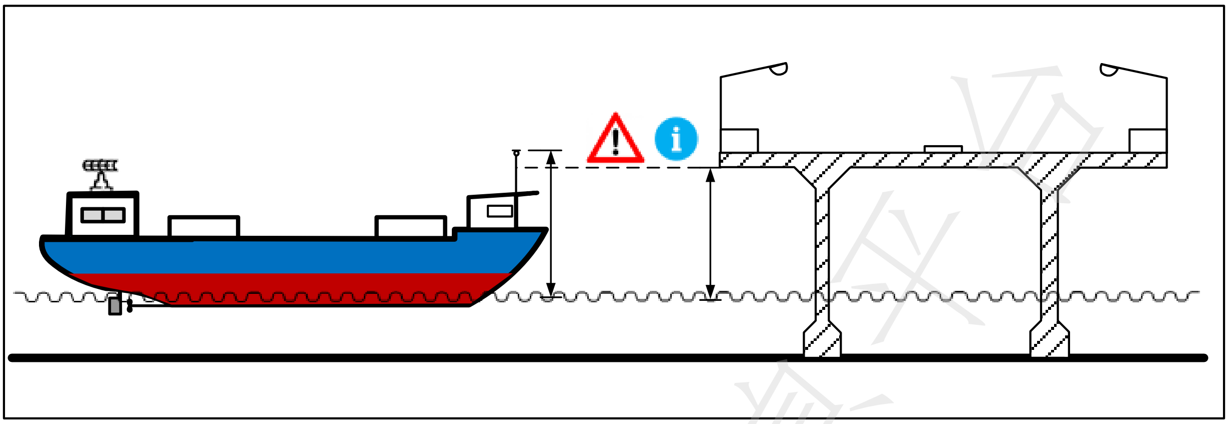

图 3 船桥触碰预警主要场景

6.2.2 系统基本工作原理

船岸碰撞预警的主要场景如下：

a) 船舶进入桥区预警范围后，系统接收船舶水面上高度信息；

b) 比较船舶水面上高度与桥梁通航净空高度的大小；

c) 若净空不满足通航要求（富余高度不满足时），对本船驾驶员进行船桥触碰预警，提示船舶压载；

d) 预警时机需确保本船驾驶员收到预警后，能有足够时间采取措施，避免与船舶发生碰撞。

6.2.3 通信方式

船桥触碰预警的 V2I 通信模式可采用无线电通信、4G、5G、VSAT 等无线通信方式及其组合。

6.2.4 基础性能要求

基础性能要求如下：

a) 数据更新频率：宜不低于 10Hz；

b) 桥区感知范围应：上下游不小于 1500m，对于布设桥区航标的航段，取上下游桥区航标之间的水域；

c) 船舶水面高度测算精度：应不低于 0.2m；

d) 桥梁净空高度测量精度：应不低于 0.1m；

e) 水位测量精度：应不低于 0.1m；

f) 船舶吃水测量精度：应不低于 0.2m；

g) 分析和评估桥梁距本船的距离及会遇趋势，并直观展示。

6.2.5 数据交互需求

船桥触碰预警的数据交互需求见表 3。

表 3 船桥触碰预警功能数据交互需求

数据	单位	精度	备注
时刻	ms	1	
船舶水面上高度	m	0.2	吃水传感器精度 0.2m
桥梁净空高度	m	0.1	

6.3 障碍物预警

6.3.1 主要场景

当本船在航道内行驶时，前方出现障碍物时，向船舶驾驶员发出预警。碍物预警包括但不限于以下主要场景：:

a) 本船前方出现木桩、沉物、鱼栅、掉落的货物（如集装箱）等在航道图上无信息的碍航物。

b) 本船前方出现不明障碍物。

障碍物预警的主要场景见图 4。

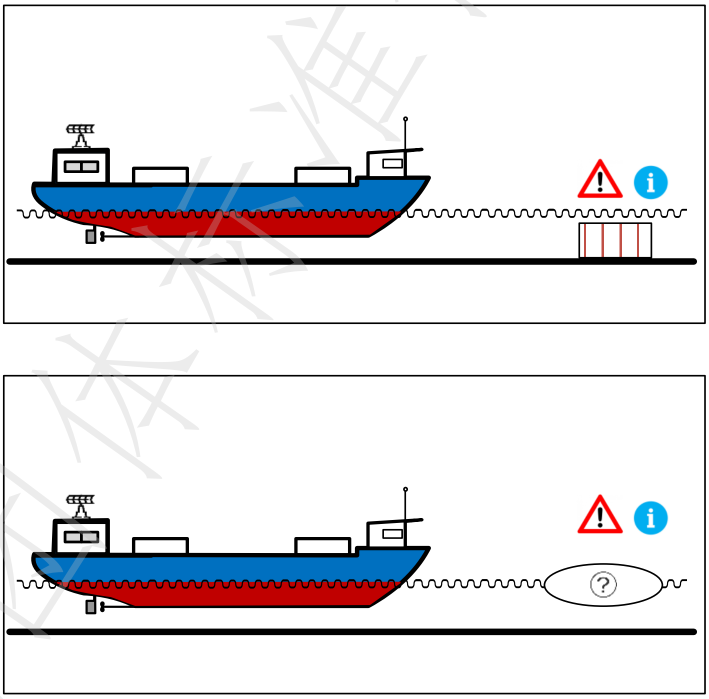

图 4 障碍物预警主要场景

6.3.2 系统基本原理

障碍物预警的系统基本原理如下：

a) 情况一：距离障碍物一定距离（对于运河等水域的低等级航段，该距离取 500m；对于高等级航道，取 1000m）以外的所有船舶，收到提示信息。

1) 本船观察到前方有障碍物，但在航道图中无障碍物相关信息；

2) 本船向岸基发送请求，获取前方障碍物的类型、大小、运动状态等信息；

3) 分析障碍物对本船通航的影响，如存在危险，对本船驾驶员进行障碍物预警，提示船舶

绕航或减速、停船；

4) 预警时机需确保本船驾驶员收到预警后，能有足够时间采取措施，避免与障碍物碰撞。

b) 情况二： 障碍物周围一定距离（同上）以内，所有船舶收到警报。

1) 岸基检测到某水域存在障碍物，但在航道图中无障碍物相关信息；

2) 岸基智能终端向障碍物周围一定距离以内的所有船舶推送障碍物信息。

6.3.3 通信方式

障碍物预警的 V2I 通信模式可采用无线电通信、4G、5G、VSAT 等无线通信方式及其组合。

6.3.4 基础性能要求

基础性能要求如下：

a) 被感知范围：可被障碍物周围应不小于 1500m 范围以外的船舶感知；

b) 障碍物定位精度：应不低于 3 m（位置误差小于水深）；

c) 航道图数据更新：从障碍物被发现到导航图图层更新时间间隔宜不大于：5 min；

d) 系统延迟：应小于等于 100 ms；

e) 分析和评估所识别的障碍物距本船的距离及会遇趋势，并直观展示。

6.3.5 数据交互需求

障碍物预警的数据交互需求见表 4。

表 4 障碍物预警功能数据交互需求

数据	单位	精度	备注
时刻	ms	1	
障碍物类型以及大小	-	-	
障碍物位置	°′″	3m→0°0.1″	精度由 3m 换算得到

6.4 搁浅预警

本船在航道上航行，当本船实际吃水大于前方通航水域的水深时，存在搁浅危险，对本船驾驶员发出预警，提醒船舶及时修正航向或减载。

6.4.1 主要场景

本船在航道上航行，当本船实际吃水大于前方通航水域的水深时，存在搁浅危险，对本船驾驶员发出预警，提醒船舶及时修正航向或减载。包括但不限于以下主要场景：

a) 枯水期，在船舶航道内行驶时，实测船舶吃水与前方航道水深不满足通航要求，发出警报；

b) 感潮河段水位变化较大，实际水深不满足船舶吃水要求；

c) 船舶偏航，驶出满足水深要求的可航水域。

搁浅预警的主要场景见图 5。

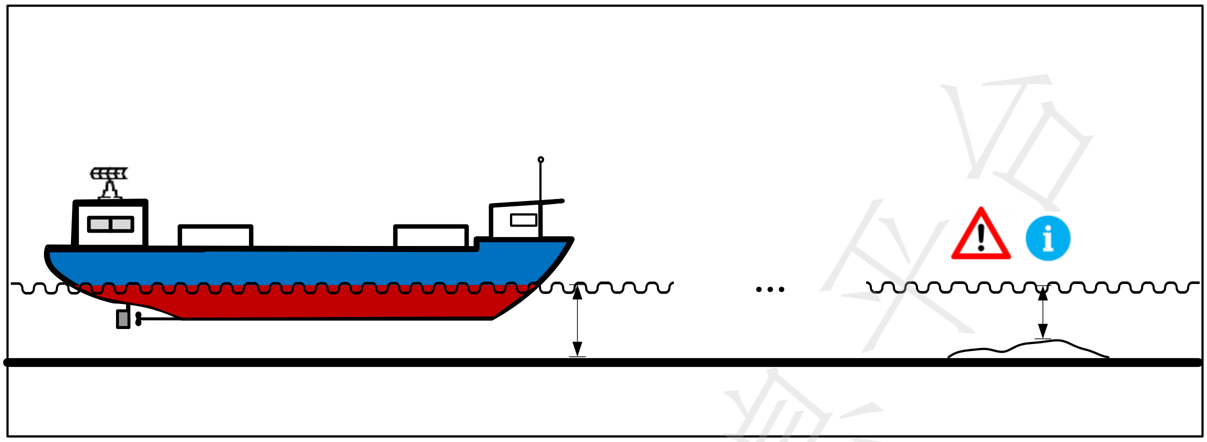

图 5 搁浅预警主要场景

6.4.2 系统基本原理

搁浅预警的系统基本原理如下：

a) 系统接收船舶最大吃水信息；

b) 比较船舶最大吃水与停船泊位或前方航道水深的大小；

c) 若水深不满足通航要求，对本船驾驶员进行搁浅预警，提示船舶减载或停船。

6.4.3 通信方式

搁浅预警的 V2I 通信模式可采用无线电通信 4G、5G、VSAT 等无线通信方式及其组合。

6.4.4 基础性能要求

基础性能要求如下：

a) 航道感知范围：应不小于 1500m；

b) 船舶吃水测量精度：应不低于 0.2m；

c) 航道水深测量精度：不低于 0.2m；

d) 数据更新频率：宜不低于 10Hz；

e) 系统延迟：应小于等于 100ms；

f) 应能获得船舶规划航经水域的水深历史数据，预测船舶发生搁浅的趋势，并直观展示。

6.4.5 数据交互需求

搁浅预警的数据交互需求见表 5。

表 5 搁浅预警功能数据交互需求

数据	单位	精度	备注
时刻	ms	1	
船舶吃水	m	0.2	吃水传感器精度 0.2m
航道水深	m	测深仪量程的 1%	

6.5 单航道内船舶碰撞预警

6.5.1 追越情形下的船舶碰撞预警

6.5.1.1 主要场景

当本船与他船在航道（包括直航道与弯曲航道）内形成追越局面，系统主动监测船舶之前的碰撞危险，当存在危险时，发出预警。

追越情形下的船舶碰撞预警包括但不限于以下主要场景：：

a) 本船追越他船并构成危险；

b) 他船追越本船并构成危险。

追越情形下的船舶碰撞预警的主要场景见图 6。

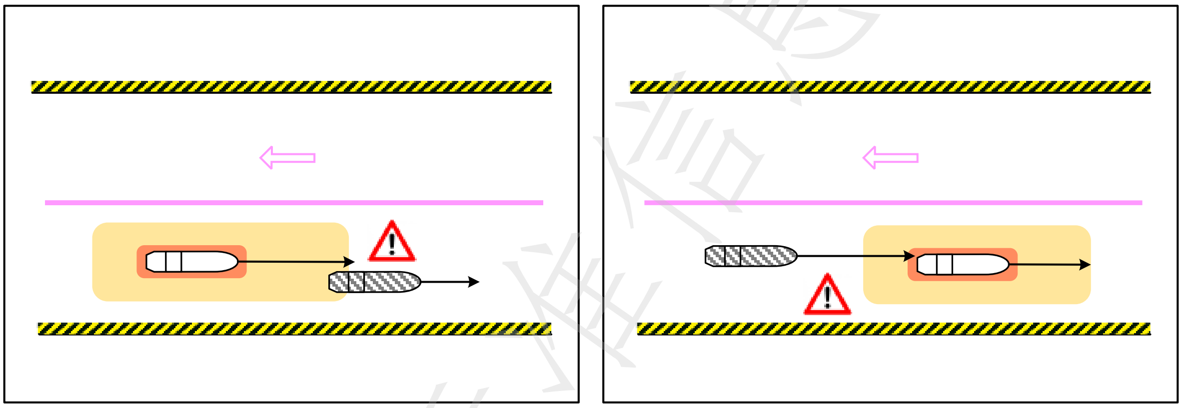

图 6 追越情形下的船舶碰撞预警主要场景

6.5.1.2 系统基本原理

追越情形下的船舶碰撞预警的系统基本原理如下：

a) 从接收到的他船消息中，筛选出位于本船前后一段范围内的他船作为潜在威胁船舶；

b) 分析船舶运动状态信息，计算每一个潜在威胁船舶碰撞时间或碰撞距离，筛选出与本船存在碰撞危险的威胁船舶；

c) 若有多个威胁船舶，并对威胁船舶的紧迫程度进行排序；

d) 系统通过 HMI 对本船驾驶员进行相应的碰撞预警；

e) 若本船航行过程中不会他船发生碰撞，本船驾驶员不会收到预警信息（即减少误报警）；

f) 预警时机需确保本船驾驶员收到预警后，能有足够时间采取措施，避免与他船发生碰撞。

6.5.1.3 通信方式

追越情形下的船舶碰撞预警的通信方式如下：

a) 船岸通信V2I通信模式可采用无线电通信、4G、5G、VSAT等无线通信方式及其组合。V2V通信模式可采用AIS、VHF等。

6.5.1.4 基础性能要求

基础性能要求如下：

a) 本船数据更新频率：宜不低于 10Hz；

b) 船舶感知范围应：应不小于 1500m；

c) 他船运动状态数据采集频率：宜不低于 1Hz；

d) 分析和评估他船距本船的距离及会遇趋势，并直观展示。

6.5.1.5 数据交互需求

追越情形下的船舶碰撞预警的数据交互需求见图 6。

表 6 追越情形下的船舶碰撞预警功能数据交互需求

数据	单位	精度	备注
时刻	ms	1	
两船船舶尺度	m	0.1	
两船船舶位置（经纬度）	°′″	0.03″	精度由 1m 换算得到
两船船舶航向角	deg	0.2	采集设备精度为 0.2°
两船船舶速度	m/s	0.1	计程仪精度 0.1m/s

6.5.2 交叉相遇情形下的船舶碰撞预警

6.5.2.1 主要场景

当本船与他船由于大角度转向航道内交叉相遇，系统主动监测船舶之前的碰撞危险，当存在危险时，发出预警。

交叉相遇情形下的船舶碰撞预警包括但不限于以下主要场景：

a) 本船航道内掉头与他船形成交通冲突；

b) 他船航道内掉头与他船形成交通冲突；

c) 本船异常转向他船形成交通冲突；

d) 他船异常转向本船形成交通冲突；

e) 他船(本船)穿越航道与本船(他船) 形成交通冲突。

追越情形下的船舶碰撞预警的主要场景见图7。

6.5.2.2 系统基本原理

交叉相遇情形下的船舶碰撞预警的系统基本原理如下：

a) 从接收到的他船消息中，筛选位于本船前方一段范围内的他船作为潜在威胁船舶；

b) 分析船舶运动状态信息，计算每一个潜在威胁船舶碰撞时间或碰撞距离，筛选出与本船存在碰撞危险的威胁船舶；

c) 若有多个威胁船舶，并对威胁船舶的紧迫程度进行排序；

d) 系统通过 HMI 对本船驾驶员进行相应的碰撞预警；

e) 若本船航行过程中不会他船发生碰撞，本船驾驶员不会收到预警信息（即减少误报警）；

f) 预警时机需确保本船驾驶员收到预警后，能有足够时间采取措施，避免与他船发生碰撞。

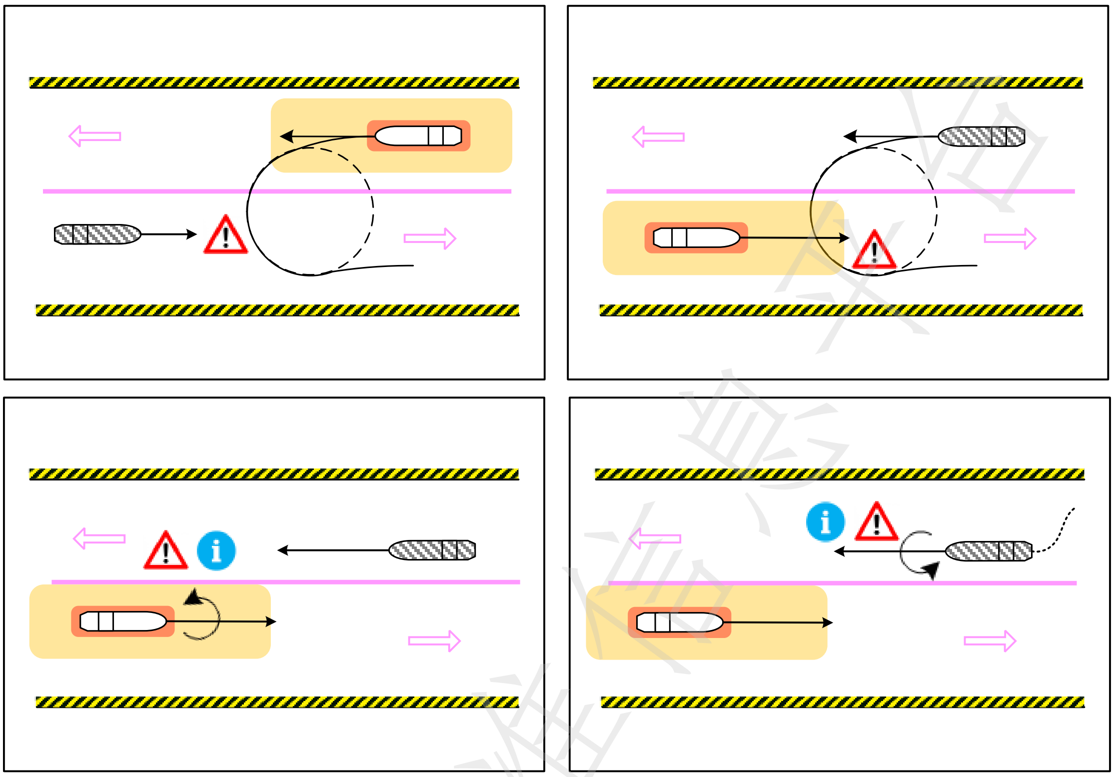

图 7 交叉相遇情形下的船舶碰撞预警主要场景

6.5.2.3 通信方式

交叉相遇情形下的船舶碰撞预警的通信方式如下：

a) 船岸通信V2I模式可采用无线电通信、4G、5G、VSAT等无线通信方式及其组合。

b) 船船通信V2V模式可采用AIS、VHF等。

6.5.2.4 基础性能要求

基础性能要求如下：

a) 数据更新频率：宜不低于 10Hz；

b) 船舶感知范围应：应不小于 1500m；

c) 他船运动状态数据采集频率：宜不低于 1Hz；

d) 分析和评估他船距本船的距离及会遇趋势，并直观展示。

6.5.2.5 数据交互需求

交叉情形下的船舶碰撞预警的数据交互需求见表 7。

表 7 交叉相遇情形下的碰撞预警功能数据交互需求

数据	单位	精度	备注
时刻	ms	1	
船舶尺度	m	0.1	
船舶位置（经纬度）	°′″	0.03″	精度由 1m 换算得到

船舶航向角	deg	0.2	采集设备精度为 0.2°
船舶速度	m/s	0.1	计程仪精度 0.1m/s
船舶首摇角速度（转速）	deg/s	0.2	

6.5.3 对遇情形下的船舶碰撞预警

6.5.3.1 主要场景

当本船与他船在航道内形成对遇局面，系统主动监测船舶之前的碰撞危险，当存在危险时，发出预警。

对遇情形下的船舶碰撞预警包括但不限于以下主要场景：

a) 本船入侵他船航道形成对驶并构成危险；
b) 他船入侵本船航道形成对驶并构成危险；
c) 本船追越前船时发现对驶他船；
d) 他船追越前船时发现对驶本船；
e) 本船与他船均在各自航道内航行，但距离较近，存在一定风险

对遇情形下的船舶碰撞预警的主要场景见图 8。

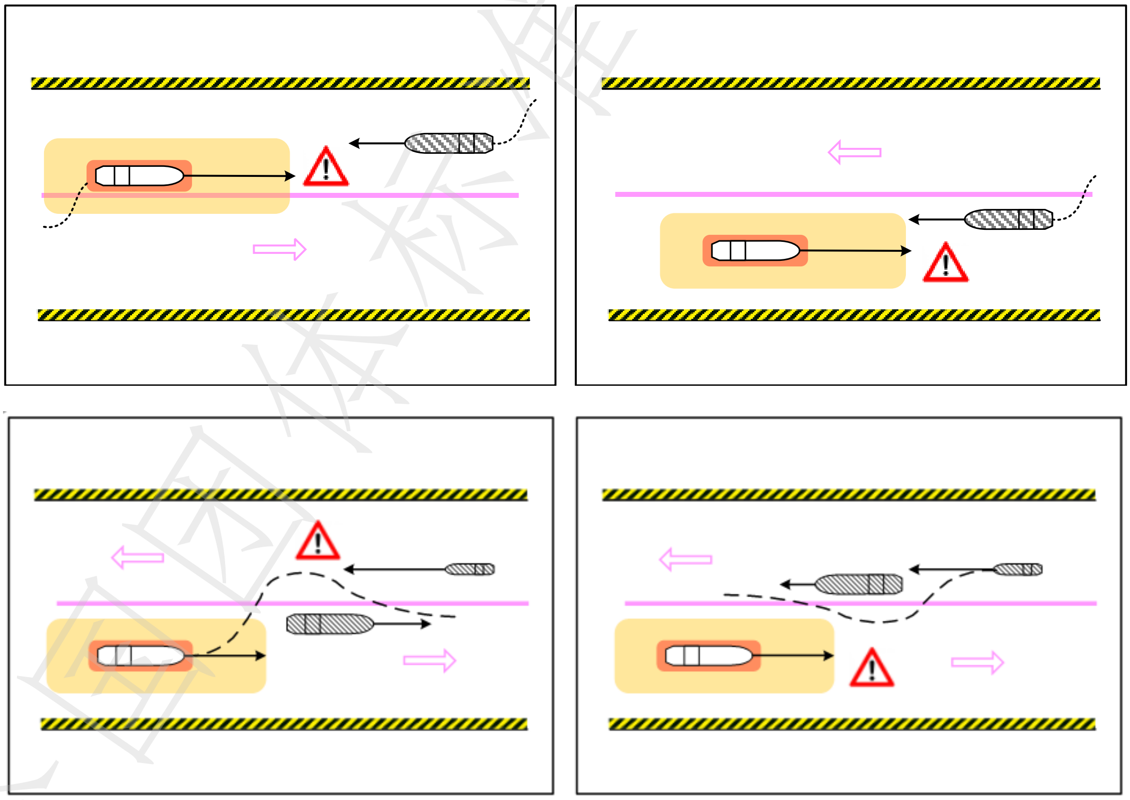

图 8 对遇情形下的船舶碰撞预警主要场景

6.5.3.2 系统基本原理

对遇情形下的船舶碰撞预警的系统基本原理如下：

a) 从接收到的他船消息中，筛选出位于本船前方一段范围内的他船作为潜在威胁船舶；

b) 分析船舶运动状态信息，计算每一个潜在威胁船舶碰撞时间或碰撞距离，筛选出与本船存在碰撞危险的威胁船舶；
c) 若有多个威胁船舶，并对威胁船舶的紧迫程度进行排序；
d) 系统通过 HMI 对本船驾驶员进行相应的碰撞预警；
e) 若本船航行过程中不会他船发生碰撞，本船驾驶员不会收到预警信息（即减少误报警）；
f) 预警时机需确保本船驾驶员收到预警后，能有足够时间采取措施，避免与他船发生碰撞。

6.5.3.3 通信方式

对遇情形下的船舶碰撞预警的通信方式如下：
a) 船岸通信V2I模式可采用无线电通信、4G、5G、VSAT等无线通信方式及其组合。
b) 船船通信V2V模式可采用AIS、VHF等。

6.5.3.4 基础性能要求

基础性能要求如下：
a) 数据更新频率：宜不低于 10Hz；
b) 船舶感知范围应：不小于 1500m；
c) 他船运动状态数据采集频率：宜不低于 1Hz；
d) 分析和评估他船距本船的距离及会遇趋势，并直观展示。

6.5.3.5 数据交互需求

对遇情形下的船舶碰撞预警的数据交互需求见表 8。

表 8 对遇情形下的碰撞预警功能数据交互需求

数据	单位	精度	备注
时刻	ms	1	
船舶尺度	m	0.1	
船舶位置（经纬度）	°′″	0.03″	精度由 1m 换算得到
船舶航向角	deg	0.2	采集设备精度为 0.2°
船舶速度	m/s	0.1	计程仪精度 0.1m/s
船舶首摇角速度（转速）	deg/s	0.2	

6.6 交汇水域内船舶碰撞预警

6.6.1 主要场景

当本船与他船在交汇水域会遇，系统主动监测船舶之前的碰撞危险，当存在危险时，发出预警。
交汇水域内船舶碰撞预警包括但不限于以下主要场景：
a) 本船在交汇水域与汇入/汇出船舶形成交通冲突；
b) 本船在交汇水域与其他航路船舶形成交通冲突。
交汇水域内船舶碰撞预警主要场景见图 9。

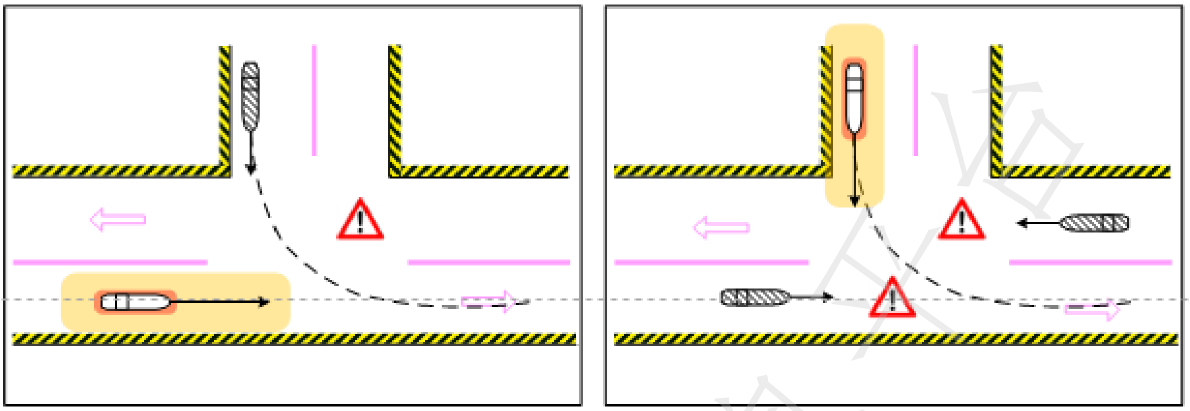

图 9 交汇水域内船舶碰撞预警主要场景

6.6.2 系统基本原理

交汇水域内船舶碰撞预警的系统基本原理如下：

a) 从接收到的他船消息中，筛选出位于本船前方交汇水域一段范围内的他船作为潜在威胁船舶；
b) 分析船舶运动状态信息，计算每一个潜在威胁船舶碰撞时间或碰撞距离，筛选出与本船存在碰撞危险的威胁船舶；
c) 若有多个威胁船舶，并对威胁船舶的紧迫程度进行排序；
d) 系统通过 HMI 对本船驾驶员进行相应的碰撞预警；
e) 若本船航行过程中不会他船发生碰撞，本船驾驶员不会收到预警信息（即减少误报警）；
f) 预警时机需确保本船驾驶员收到预警后，能有足够时间采取措施，避免与他船发生碰撞。

6.6.3 通信方式

交汇水域内船舶碰撞预警的通信方式如下：

a) 船岸通信V2I模式可采用无线电通信、4G、5G、VSAT等无线通信方式及其组合。
b) 船船通信V2V模式可采用AIS、VHF等。

6.6.4 基础性能要求

基础性能要求如下：

a) 数据更新频率：宜不低于 10Hz；
b) 船舶感知范围应：不小于 1500m；
c) 他船运动状态数据采集频率：宜不低于 1Hz；
d) 分析和评估他船距本船的距离及会遇趋势，并直观展示。

6.6.5 数据交互需求

交汇水域内船舶碰撞预警的数据需求见表 9。

表 9 交汇水域内船舶碰撞预警功能数据交互需求

数据	单位	精度	备注
时刻	ms	1	
船舶尺度	m	0.1	
船舶位置（经纬度）	°′″	0.03″	精度由 1m 换算得到
船舶航向角	deg	0.2	采集设备精度为 0.2°
船舶速度	m/s	0.1	计程仪精度 0.1m/s
首摇角速度	deg/s	0.2	

6.7 航道中心线提醒

6.7.1 主要场景

当本船在航道内行驶时，偏离航道时，对本船驾驶员发出提示信息。航道中心线提醒的主要场景为：当船舶一侧已驶过航道中心线，则向船舶发出警示信息。见图10。

6.7.2 系统基本原理

航道中心线提醒的系统基本原理如下：

a) 系统接收船舶运动状态（航向、速度、位置）与船舶附近的航道中心线位置信息；

b) 分析船舶运动状态，计算船舶与航道中心线的空间拓扑关系；

c) 若计算得出船舶驶入对侧航道，系统通过 HMI 对本船驾驶员进行偏离中心线提示；

d) 预警时机需确保本船驾驶员收到预警后，不会与其他船舶、护岸等形成碰撞危险。

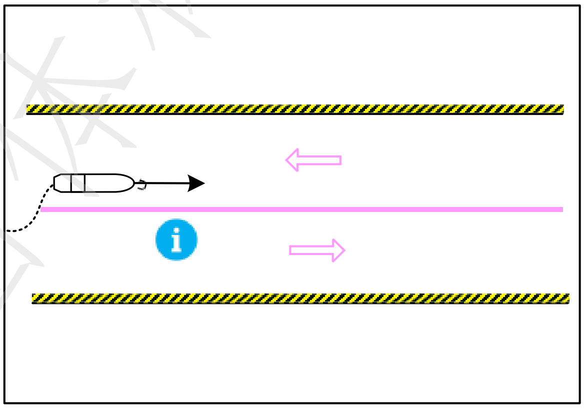

图 10 航道中心线提示主要场景

6.7.3 通信方式

航道中心线提示的 V2I 通信模式可采用无线电通信、4G、5G、VSAT 等无线通信方式及其组合。由岸基设备采集船舶状态信息并计算。

6.7.4 基础性能要求

基础性能要求如下：

a） 数据更新频率：宜不低于 10Hz；

b） 船舶定位精度：应不低于 1m；

c） 航道图精度：应不低于 0.1m；

d） 导航容许误差：应不大于 2.5m。

6.7.5 数据交互需求

航道中心线提示的数据交互需求见表 10。

表 10 航道中心线提示功能数据交互需求

数据	单位	精度	备注
时刻	ms	1	
船舶尺度	m	0.1	
船舶位置（经纬度）	°′″	0.03″	精度由 1m 换算得到
船舶航向角	deg	0.2	采集设备精度为 0.2°
船舶速度	m/s	0.1	计程仪精度 0.1m/s
航道中心线方向	deg	0.1	
航道中心线起止点位置	°′″	1	

6.8 船舶拖底提示

6.8.1 主要场景

本船在航道上航行，当本船实际吃水大于前方通航水域的水深，但船底在软泥底质中不至于搁浅，给予信息提示。船舶拖底提示的主要场景为：船舶拖底（在软泥底质）但不至于搁浅，给予信息提示。见图11。

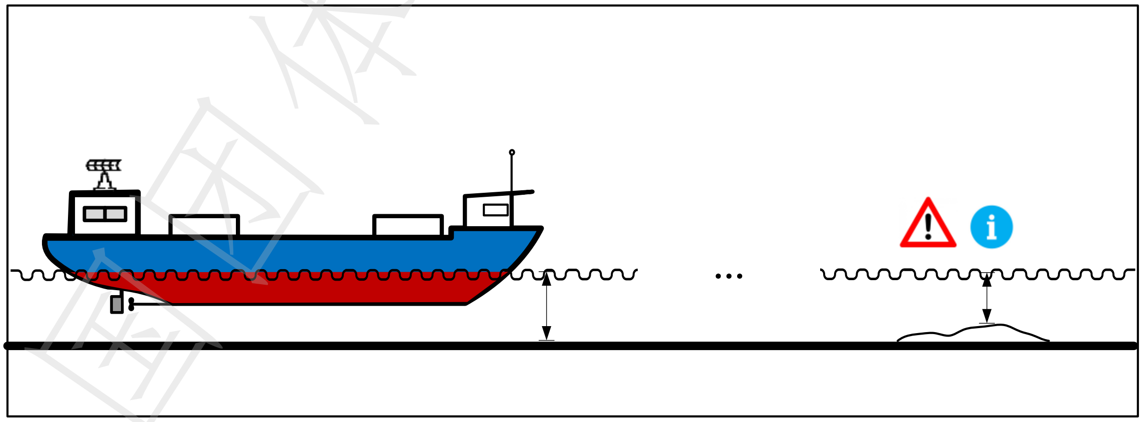

图 11 船舶拖底主要场景

6.8.2 系统基本原理

船舶拖底提示的基础性能要求如下：

a) 系统接收船舶最大吃水信息；

b) 比较船舶最大吃水与前方航道水深的大小；

c) 若测量水深与软泥底质厚度之和小于船舶吃水，对本船驾驶员进行船舶拖底信息提示；

d) 拖底与搁浅的区分：若无法判断泥底厚度和水深、吃水精度误差和的大小，则参照拖底或搁浅处理提供安全预警。

6.8.3 通信方式

船舶拖底提示的 V2I 通信模式可采用无线电通信、4G、5G、VSAT 等无线通信方式及其组合。

6.8.4 基础性能要求

基础性能要求如下：

a) 航道感知范围：上下游应不小于 1500m；
b) 船舶吃水测量精度：应不低于 0.2m；
c) 航道水深测量精度：应不低于 0.2m；
d) 数据更新频率：宜不低于 10Hz；
e) 系统延迟：应小于等于 100ms。

6.8.5 数据交互需求

船舶拖底提示功能的数据交互需求见表 11。

表 11 船舶拖底提示功能数据交互需求

数据	单位	精度	备注
时刻	ms	1	
船舶吃水	m	0.2	采集设备精度为 0.2m
航道水深	m	1%测深仪量程	测深仪精度为+1%量程
软泥底质厚度	m	0.1	

6.9 感知增强

6.9.1 主要场景

a) 当本船与他船在复杂航道会遇，本船视线、感知范围受限，主动向船舶推送遮挡区域交通信息。船舶也可以向岸基请求感知增强信息。信息包括交通信息、航道条件信息、气象信息等。感知增强包括但不限于以下主要场景：本船在直行航道受同向船舶遮挡；
b) 本船在直行航道受逆向船舶遮挡；
c) 本船在弯曲航道受临河建筑物/绿化遮挡；
d) 本船在桥区航行受跨河桥梁遮挡；
e) 能见度不良（如雨雪雾等）；
f) 夜间航行；
g) 雷暴天气。

感知增强的主要场景见图12。

6.9.2 系统基本原理

感知增强的系统基本原理如下：

a) 本船视线受到其他船舶遮蔽，如本船认为被遮蔽区域交通信息对本船航行安全有影响时，向岸

基发送请求，岸基将被遮蔽区域的实时交通信息推送给本船；

b) 船舶航经弯道、桥区、交汇水域时，岸基向船舶自动推送附近水域的全局交通动态信息；

c) 能见度不良时，岸基自动将超出本船视距一定范围外的交通信息推送给本船。

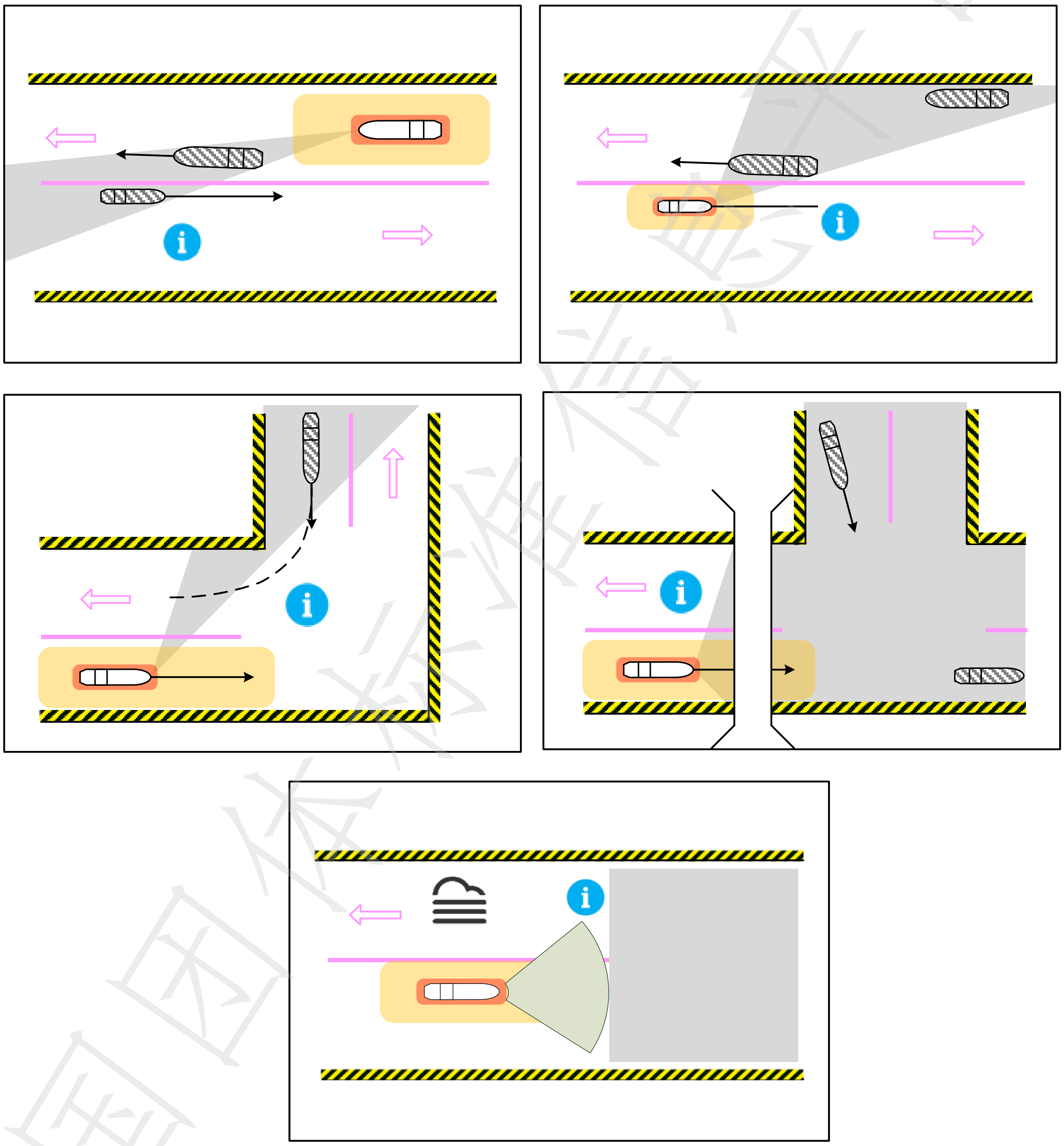

图 12 感知增强主要场景

6.9.3 通信方式

感知增强的 V2I 通信模式可采用无线电通信、4G、5G、VSAT 等无线通信方式及其组合。

6.9.4 基础性能要求

基础性能要求如下：

a) 数据更新频率：宜不低于 10Hz；

b) 船舶感知范围应：能准确显示船舶当前位置 1500 m 范围内的水上目标；

c) 至少准确显示水平方向上从船舶正前方至左右舷各 112.5°视角范围内的水面航海危险物；

d) 任何时候，船舶均可以向岸基请求感知增强信息；

e) 在桥区、交汇口、弯道等水域以及船舶倒车时自动推送；

f) 一旦预警，立即提示感知增强信息。

6.9.5 数据交互需求

感知增强的数据交互需求见表12。

表 12 感知增强功能数据交互需求

数据	单位	精度	备注
时刻	ms	1	
船舶尺度	m	0.1	
船舶位置（经纬度）	°′″	0.03″	精度由 1m 换算得到
船舶航向角	deg	0.2	采集设备精度为 0.2°
船舶速度	m/s	0.1	计程仪精度 0.1m/s
能见度	m	10	

6.10 分道级航路规划与航速优化

6.10.1 主要场景

根据船舶条件与航路条件，自主实现航路与航速规划，提供最优的航路与航速。分道级航路规划与航速优化包括但不限于以下主要场景：

a) 分道级航路规划；

b) 各段最优航速推荐。

分道级航路规划与航速优化的主要场景见图 13。

6.10.2 系统基本原理

分道级航路规划与航速优化的系统基本原理如下：

a) 在系统中输入航次的起点、终点、吃水情况，并考虑风、流、交通流量等因素，输出航线、转向点以及各阶段航速。当风、流等影响因素发生变化时，优化相应的航路规划结果并输出；

b) 当本船驶向计划航线中的关键节点（桥区、船闸、转向点、拥堵区域或管制区域）时，收到岸基设备发送的船舶交通数据，航速优化给本船驾驶员一个建议船速区间，使得船舶绿色、经济地通过关键节点。

6.10.3 通信方式

航路规划与航速优化的 V2I 通信模式可采用无线电通信、4G、5G、VSAT 等无线通信方式及其组合。

6.10.4 基础性能要求

基础性能要求如下：

a) 数据更新频率：宜不低于 10Hz；

b) 桥区感知范围应：对于布设桥区航标的航段，取上下游桥区航标之间的水域；对于未布设桥区航标的航段，取上下游不小于 1500m 的水域；

c) 船舶水面高度测量精度：应不低于 0.2m；

d) 桥梁净空高度测量精度：应不低于 0.1m；

e) 水文、气象测量精度要求，应满足表 13 的要求。

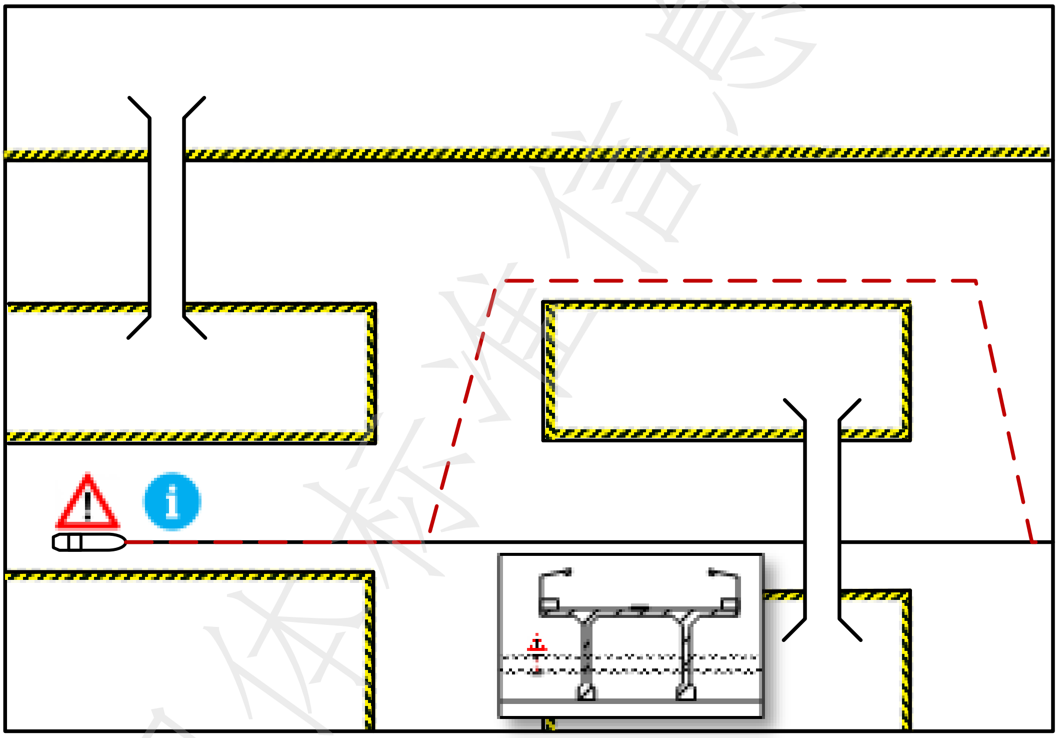

图 13 航路规划与航速优化主要场景

表 13 水文、气象测量要求

要素	精度	采集频率
水位	0.1m	1 次/min(考虑涨水速度)
流向	0.1°	与水位一致
流速	0.1m/s	与水位一致
风向	2°	3min 平均风向，更新秒级
风速	0.2m/s	3min 平均风速，更新秒级
能见度	10m	1 次/h

6.10.5 数据交互需求

航路规划与航速优化的数据交互需求见表 14。

表 14 航路规划与航速优化功能数据交互需求

数据	单位	精度	备注
时刻	ms	1	
关键节点交通密度	艘/km	1	
关键节点位置（经纬度）	°′″	0.03″	精度由 1m 换算得到
船舶吃水	m	0.2	采集设备精度为 0.2m
船舶水面高度	m	0.2	
桥梁净空高度	m	0.1	
风速	m/s	0.2	设备精度为 0.2m/s
风向	deg	2	设备精度为 2 度；
流速	m/s	0.1	
流向	deg	0.1	

全国团体标准信息平台

参考文献

[1] 中国船级社. 智能船舶规范 2024 版.

[2] 中国船级社. 钢质内河船舶建造规范.

[3] 中国船级社. 船舶智能机舱检验指南.

[4] 国际电信联盟. ITU-R M.1371-4 建议书

[5] 法国船级社. Guidelines for Autonomous Shipping.

[6] 俄罗斯船级社. Regulations for Classification of Maritime Autonomous and Remotely Controlled Surface Ships.

全国团体标准信息平台