ICS 03.220.40
CCS R 20

团　　体　　标　　准

T/CIN 133—2026

港作拖轮智能感知预警系统技术要求

Technical requirements for the intelligent perception and warning system of port tugs

2026-09-30 发布　　2026-12-30 实施

中国航海学会　　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 缩略语 1
5 系统构成 1
6 一般要求 2
7 信息感知 3
8 数据处理 4
9 预警服务 4
参 考 文 献 6

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：烟台港轮驳有限公司、交通运输部水运科学研究院、中国船级社烟台办事处。

本文件主要起草人：慕永宽、刘国栋、曲亮、李静、王焕成、胡克晓、杨德豹、邹云飞、赵学科、鲁晓亮、江东、陈庆为、曲晓雨、张德文、林界岑、张安钢、李军、孙维海、张攀攀、罗建平。

港作拖轮智能感知预警系统技术要求

1 范围

本文件规定了港作拖轮智能感知预警系统的系统构成、一般要求以及信息感知、数据处理、预警服务的技术要求。

本文件适用于港作拖轮智能感知预警系统的设计、建设和应用。

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。

GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 12763.3 海洋调查规范 第3部分：海洋气象观测

GB 15702 电子海图技术规范

GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 30494 船舶和海上技术 船用风速风向仪

GB/T 35673 工业通信网络 网络和系统安全 系统安全要求和安全等级

GB/T 41479 信息安全技术 网络数据处理安全要求

GB/T 42054 船舶与海上技术 船载海上共享数据服务器

GB/T 45984 船舶和海上技术 船舶落水人员探测系统（人员落水探测）

GA/T 1211 安全防范高清视频监控系统技术要求

JT/T 766.1 北斗卫星导航系统船载终端 第1部分：技术要求

JT/T 790 多波束测深系统测量技术要求

JT/T 1415.3 交通运输数据资源交换与共享 第3部分：数据格式与接口

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

港作拖轮智能感知预警系统 intelligent perception and warning system of port tugs

在港作拖轮上部署感知设备，通过数据处理和预警输出，实现拖轮周围环境感知、运行状态监测、航行风险识别等功能的系统。

4 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）

DCPA：最小会遇距离（Distance to Closest Point of Approach）

TCPA：最小会遇时间（Time to Closest Point of Approach）

5 系统构成

港作拖轮智能感知预警系统（以下简称“智能感知预警系统”）主要由信息感知、数据处理以及预警服务 3 个部分构成，构成示意见图 1。

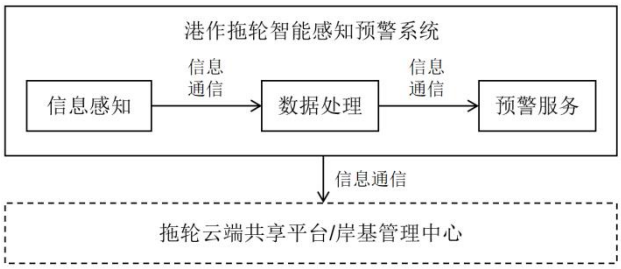

图1　港作拖轮智能感知预警系统构成示意

6　一般要求

6.1　工作环境应满足下列要求：

a）工作环境温度为-25 ℃～+45 ℃，超出以上环境温度范围应选用适合环境温度的元器件或增加必要的温度管控措施；

b）场地工作风速不大于 20 m/s，浪高不大于 3 m；

c）最大相对湿度不大于 95%，可有凝露、盐雾；

d）工作环境条件如有特殊要求，按供需方协议执行。

6.2　智能感知预警系统应至少采集或获取如表 1 所示数据信息。

表 1　智能感知预警系统感知数据

序号	感知数据类型		感知数据内容
1	自然环境信息		风速、风向、温度、湿度、海面能见度、水深位置等信息
2	拖轮状态信息	航行状态信息	船位、航速、航向、角速度、横摇、纵摇、垂荡等信息
		靠泊状态信息	拖轮船舷与岸边或他船间距等信息
3	作业环境信息	航道/通航环境信息	泊位布局方向、泊位长度、泊位附近水深、泊位附近水域宽度等信息
4		他船信息	船名、距离、方位、DCPA/TCPA、航速、航向等信息
5		障碍物信息	障碍物类别、位置、尺度、分布等信息
6	人员信息		人员位置、人员行为等信息

6.3　应具备在能见度不良、强光干扰等复杂条件下的稳定感知功能。

6.4　应具备识别拖轮周边半径不小于 200 m 且不小于其安全作业半径范围内障碍物（包括但不限于其他船舶、码头设施、浮标、碍航物等）的能力。

6.5　应具备语音提醒功能，能根据识别目标的类型、距离、运动趋势及碰撞风险等因素分级预警，并输出语音提示。

6.6　应具备多源感知信息实时融合处理功能，实现对表 1 所列感知数据的实时监测，为拖轮停泊及作业期间提供精确的感知信息。

6.7　应具备构建拖轮周围环境航行态势图并全景影像显示拖轮航行状态的功能，全景影像覆盖拖轮周边范围应不小于 200 m。

6.8　应支持连续在线监测、离线测量和人工输入等状态信号获取方式。

6.9　应具备与拖轮云端共享平台及岸基管理中心的通信功能，实现拖轮环境感知、航行状态监测及航行风险识别的信息传输。

6.10　应具备船岸之间、船与船之间的通信功能，通信网络应至少满足以下要求：

a）通信协议和数据传输机制符合 GB/T 42054 的规定，保证数据安全、稳定传输；

b）在通信中断条件下，具备数据缓存与断点续传能力，待网络恢复后自动续传数据；

c）网络传输的延时、包丢失率、包误差率及虚假包率符合 GB/T 35673 的规定；

d）具备数据安全校验和网络安全机制，防篡改、防伪造、防冒充。

6.11　接口设计应至少满足以下要求：

a）符合 JT/T 1415.3 的规定；

b）提供标准化的数据输入、输出接口，满足各感知设备的数据融合与协同处理。

6.12 数据处理服务器应符合 GB/T 42054 的规定。

6.13 网络安全应符合 GB/T 22239 的规定。

7 信息感知

7.1 基本要求

7.1.1 信息感知应包括自然环境感知、拖轮状态感知、作业环境感知及人员感知等。

7.1.2 感知设备宜采用主备冗余配置，当主传感器故障时，应能自动切换至备用传感器，切换过程不应中断数据输出。

7.1.3 感知设备外壳防护等级应不低于 GB/T 4208—2017 规定的 IP66，并具备防盐雾、防腐蚀、防水、防尘及抗电磁干扰屏蔽性能。

7.1.4 所有感知设备及管线连接应牢固，在港作拖轮摇晃和海浪冲击下能保持正常工作状态。

7.2 自然环境感知

7.2.1 自然环境感知应包括风速、风向、温度、湿度、海面能见度及水深位置等信息感知。

7.2.2 风速和风向感知应满足以下要求：

a）实时测量并记录航行环境的瞬时风速、瞬时风向及其动态变化；

b）测量精度符合 GB/T 30494 的规定。

7.2.3 温度、湿度及海面能见度感知应满足以下要求：

a）实时测量并记录航行环境的气温、相对湿度及海面能见度范围；

b）测量精度符合 GB/T 12763.3 的规定。

7.2.4 水深位置感知应满足以下要求：

a）实时测量并记录拖轮所处水域的水深数据；

b）测深精度符合 JT/T 790 的规定。

7.3 拖轮状态感知

7.3.1 拖轮状态感知应包括航行状态感知和靠泊状态感知。

7.3.2 航行状态感知主要依托北斗及运行状态监测传感器等设备，应满足以下要求：

a）实时连续采集拖轮船位、航速、航向、角速度、横摇、纵摇及垂荡等信息；

b）船位、航速、航向及角速度等定位精度符合 JT/T 766.1 的规定；

c）横摇、纵摇、垂荡测量准确度符合 GB/T 12763.3 的规定；

d）具备实时检测信号异常并告警的功能。

7.3.3 靠泊状态感知主要由激光雷达、毫米波雷达等设备感知，应满足以下要求：

a）实时采集拖轮船舷与码头岸壁、与周边他船间距；

b）靠泊间距及与他船间距数据实时推送至预警服务。

7.4 作业环境感知

7.4.1 作业环境感知应包括航道/通航环境感知、他船感知及障碍物感知。

7.4.2 航道/通航环境感知数据源以电子海图为基础，并融合北斗及水深探测设备等感知数据，应满足以下要求：

a）实时提供泊位布局方向、泊位长度、泊位附近水深及泊位附近水域宽度等航道/通航环境信息；

b）具备航道、泊位环境信息实时显示、查询功能；

c）具备历史航迹存储及电子海图数据在线更新功能；

d）具备动态展示泊位空间尺度、水域宽度及拖轮周边水深的功能；

e）水深实测数据及泊位空间信息更新及时准确；

f）电子海图信息及显示符合 GB 15702 的规定。

7.4.3 他船感知数据源以 AIS 为主，并融合北斗、导航雷达及毫米波雷达等感知数据，应满足以下要求：

a）自动收发他船船名、船位、航速、航向等他船信息，实现船间、船岸数据交互；
b）自动跟踪水面船舶目标，输出目标相对距离及方位等信息；
c）实时计算 DCPA、TCPA 等会遇风险参数，并同步推送至预警服务；
d）支持他船感知信息与电子海图数据融合，并实现可视化展示，实时显示他船位置及会遇态势。

7.4.4 障碍物感知主要依托可见光/红外摄像头、导航雷达、毫米波雷达、激光雷达等设备，应满足以下要求：

a）实现 360° 无遮挡实时监测；
b）识别和分类水面障碍物类别（如船舶、浮标、礁石及港口设施等）并实时定位；
c）自动测算障碍物外形尺度，并输出几何尺寸参数信息；
d）感知水面障碍物分布情况，并生成障碍物分布态势图；
e）障碍物感知视频图像质量符合 GA/T 1211 的规定。

7.5 人员感知

7.5.1 应感知船上人员位置及人员行为等信息。

7.5.2 人员感知主要依托可见光/红外摄像头等设备，应满足以下要求：

a）感知范围无结构性遮挡，实现拖轮驾驶室、甲板、机舱、船舷、拖缆操作区等高风险区域内人员的实时监测与定位；
b）自动识别人员翻越栏杆及失足坠落等不安全行为，人员落水探测符合 GB/T 45984 的规定；
c）具备人员监控区域影像的实时弹窗展示功能；
d）检测到不安全行为或人员进入预设危险区域时，自动触发预警。

8 数据处理

8.1 应具备对图像及实时视频流智能分析处理的功能，支持潜在可疑目标识别，并提供目标轨迹与行为特征数据。

8.2 应具备环境全景、目标动态与航行状态多源感知数据实时融合处理的功能，对有关联的同一目标的视频、雷达及 AIS 等文本数据与图像融合处理，准确度应不小于 95%。

8.3 应具备拖轮周围障碍物实时智能识别、全景影像数据接入与预处理及基本模型推理识别等功能。

8.4 应具备实时分析评估周围障碍物与本拖轮的动态会遇趋势（包括 DCPA、TCPA 及相对运动态势等）的功能，并提供可视化预测结果。

8.5 数据处理中涉及的信息应按照 GB/T 41479 的规定执行。

8.6 感知数据及运行日志数据存储时间应不低于 30 d，且支持本地及远程查询。

9 预警服务

9.1 基本要求

9.1.1 应具备障碍物识别及碰撞预警、人员落水监测预警服务功能。

9.1.2 预警事件的检出率和准确率应不低于 90%。

9.1.3 预警延迟时间应不大于 1.5 s。

9.1.4 预警信息应支持本地存储不少于 30 d，云端存储不少于 1 年。

9.1.5 应具备现场预警和远程预警功能。

9.2 障碍物识别及碰撞预警服务

9.2.1 应具备准确识别障碍物类别，并标绘障碍物位置的功能。

9.2.2 应具备收集海量海上图像数据集的功能，障碍物识别数据集类别标签应至少包括货船、渔船、客船、拖轮、航标、养殖区及其他常见障碍物等。

9.2.3 应具备对拖轮周围渔船、货船或其他碰撞风险发出声光预警并同步画面可视化提示的功能。

9.2.4 应具备提示危险物与本拖轮相对位置和预计碰撞时间的功能。

9.2.5 当探测区域内出现障碍物且本拖轮与障碍物的 DCPA 大于安全距离阈值或 TCPA 小于预设时间阈值时，应自动触发预警。

9.2.6 预警信息应至少包括船名、船型、时间、航速、船位、应用场景及预警图片/视频等。

9.2.7 障碍物碰撞预警的解除应满足以下要求：

a）当障碍物与拖轮的 DCPA 大于安全距离阈值且 TCPA 大于时间阈值，经确认碰撞风险消除后，由操作人员手动解除预警；

b）预警解除时记录解除时间、解除原因及操作人员信息等。

9.3 人员落水监测预警服务

9.3.1 应具备实时分析人员行为并判断行为持续时间的功能，能够识别翻越栏杆、异常落水等危险行为。

9.3.2 当检测到人员翻越栏杆或人员异常落水等危险行为时，应立即触发预警，并自动记录预警的人员不安全行为信息。

9.3.3 触发预警时，应向驾驶舱及全船广播系统发送紧急声光报警信号（报警信号宜采用三长声），并影像显示人员落水监控画面。

9.3.4 预警内容应至少包括人员落水时间、落水位置等信息。

9.3.5 人员落水监测预警的解除应满足以下要求：

a）当落水人员被成功救起并确认安全后，或经核查确认为误识别、场景干扰等无效预警时，由操作人员手动解除预警；

b）预警解除后，自动记录解除时间、解除原因及操作人员信息等。

参 考 文 献

[1] 船舶智能监控系统技术指南（2.0） 中华人民共和国海事局 2026年
[2] 智能船舶规范2026 中国船级社
[3] 船舶网络安全指南2025 中国船级社
[4] GB/T 9391 海上导航和无线电通信设备及系统 船用雷达 性能要求、测试方法和要求的测试结果
[5] GB/T 20068 船载自动识别系统（AIS）技术要求
[6] JTS 195—3—2019 内河电子航道图技术规范
[7] T/CIN 073—2025 船舶智能监控系统终端技术要求