

团体标准

《桥区水域船舶通航安全多维防撞核心技术  
与关键装备规范》

编制说明

2025 年 11 月

# 《桥区水域船舶通航安全多维防撞 核心技术与关键装备规范》 编制说明

## 一、标准制定的必要性

随着我国交通基础设施的快速发展，桥梁作为连接两岸的重要通道，其跨越内河航道、沿海水域的场景日益增多。然而，桥区水域船舶通航密度大、环境复杂，船-桥碰撞事故频发，不仅造成桥梁结构损伤、船舶破坏，还可能引发人员伤亡和环境污染。据不完全统计，近4年来至少发生19起船撞桥事故，船-桥碰撞事件已成为桥梁安全的主要威胁之一。为有效防范此类风险，提升桥梁通航安全水平，组织编制了本标准《桥区水域船舶通航安全多维防撞核心技术与关键装备规范》(以下简称“本标准”)。

本标准的编制旨在规范桥区水域船-桥防撞的核心技术、主动预警系统和被动防撞装备的技术要求，提供从设计、研发到测试验收的全链条指导。通过整合多元感知、智能分析和防护机制，实现“预防为主、防护为辅”的安全保障体系。该标准填补了现有规范在桥区多元数据感知、过桥船舶异常行为检测、船-桥防撞智能风险预警等方面的空白，具有重要的现实意义和推广价值，适用于内河航道、沿海水域的涉水桥梁安全管理。

## 二、标准编制原则及依据

本标准按照 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，并引用了以下规范性文件(包括但不限于)：

GB/T 20068-2017《船载自动识别系统(AIS)技术要求》

GB 24418-2020《中国海区可航行水域桥梁助航标志》

JT/T 1414-2022《公路桥梁防船撞装置通用技术条件》

JTS 180-4-2020《长江干线通航标准》

T/TMAC 099-2024《桥梁防船撞智能预警系统设计规范》

其他相关标准，如 GB/T 37373-2019《智能交通数据安全服务》等。

## 三、项目背景及工作情况

### **(一) 任务来源**

根据《中国高技术产业发展促进会标准化工作委员会团体标准管理办法》的有关规定,经中国高技术产业发展促进会标准化工作委员会及相关专家技术审核,批准《桥区水域船舶通航安全多维防撞核心技术与关键装备规范》团体标准制定计划。

根据计划要求,本标准完成时限为 6 个月。

### **(二) 起草单位和人员**

本标准由武汉理工大学提出,中国高技术产业发展促进会归口。起草单位包括:武汉理工大学、武汉理工大学三亚科教创新园、桥守科技(海南)有限公司、长江航务管理局、重庆交通大学、武汉欣海远航科技研发有限公司。

### **(三) 标准研制过程及相关工作计划**

#### **1. 前期准备工作**

项目立项前,标准编制小组查阅、研读有关船舶过桥通航规则、监测预警现状、船舶异常行为识别、风险智能预警技术等相关文献,广泛搜集船-桥碰撞事故案例。同时,标准编制小组安排相关人员,广泛征求标准制订方面的意见和建议。

#### **2. 标准起草过程**

2025 年 4 月 28 日,由中国高技术产业发展促进会标准化工作委员会向国家标准委全国标准服务平台提交立项,立项编号为:CHI2025004,并向全社会公示了 30 日。

2025 年 8 月 11 日,由武汉理工大学数次组织召开内部研讨会和专家咨询会,标准编制小组各编写人员根据工作计划分工和编写要求开展了相关工作。

2025 年 9 月 25 日,组织了第二次起草会议,确定下了标准内容的草案;在标准起草期间,编制小组主编单位及参编单位组织了数次内部研讨会和专家咨询会,经过多次修改,于 2025 年 10 月 27 日完成了标准征询意见稿及编制说明的撰写工作。

#### **3. 征求意见**

2025 年 11 月 7 日,将标准的征求意见稿提交中国高技术产业发展促进会标准化工作委员会,通过审核,于 11 月 11 日报送全国标准平台,并向全社会公开

征求意见 30 日。

#### 四、主要试验情况

根据本标准规定要求，起草单位已开展了相关试验和总结汇总等工作。

##### （一）测试目的及内容

本次测试在桥区水域实地测试光电系统、摄像机、相控阵雷达、安防监控雷达、AIS 主机等设备的性能，根据现场操作测试各设备在船舶超高、偏航和超速预警及船脸识别功能方面的有效性及可靠性，判断是否满足桥梁主动防撞预警系统的硬件需求。

测试方案及内容围绕船舶超高、偏航和超速预警及船脸识别方面进行。

##### （二）测试思路

根据桥梁主动防撞预警系统的技术指标内容以及系统的主要实现功能要求（船舶超高、偏航和超速预警及船脸识别），首先确定技术指标，选取测试所在的桥梁，根据技术指标要求定测试方案，根据实际桥梁情况测点布置以及设备的选取，测试后形成一套完整的测试记录报告。

表 1. 测试内容汇总表

测试总体要求	系统预警准确率需要达到不低于 95%			
设备稳定性要求	测试期间无故障率 100%			
识别率	漏识别率与误识别率低于 5%			
测试内容	船舶超高	偏航	超速预警	船脸识别
关键指标	超高预警准确率需要达到 95%以上。	雷达指挥视频同步跟踪，偏航的误报率不超过 5%。	满足低速以及高速预警，详细速度要求详见表 3.8，且超速预警的误报率不超过 5%	船脸识别率需要满足预警精确度，有“船脸”标识的船舶能够达到 95%的准确率。
桥梁选择	白沙洲大桥（长江）满足下行 3km，上行 2km 要求，同时考虑到汉江上桥梁群的特殊性选取月湖桥作为第二测试桥梁。			

##### （三）偏航预警测试

	优选	备选
主要方法	雷达指挥，视频同步跟踪	雷达指挥，视频同步跟踪
核心设备	相控阵雷达- 摄像机（偏航船只跟踪） AIS（识别船编号）	相控阵雷达 摄像机（偏航船只跟踪） AIS（识别船编号）

#### （四）超速预警测试

	优选	备选
主要方法	雷达测速	雷达测速
核心设备	-	-

#### （五）超高预警测试

	优选	备选
主要方法	图像识别	激光对射
核心设备	-	-

#### （六）船脸识别测试

	优选	备选
主要方法	摄像机拍摄	摄像机拍摄
核心设备	-	-

#### （七）测试桥梁的选取

对长江跨江桥梁抗撞性能提升的考虑，桥梁群设置如下：

（1）汉江桥梁群：涵盖长丰桥、知音桥、老月湖桥、江汉桥及晴川桥，结合桥梁特点、航道条件，统筹考虑主动预警系统设计与实施。

（2）长江桥梁群：涵盖白沙洲大桥、杨泗港大桥、鹦鹉洲大桥、武汉长江二桥及二七长江大桥，统筹考虑主动预警系统设计与实施。其中，杨泗港大桥及鹦鹉洲大桥自身抗撞满足要求，且主通航孔桥墩均已安装防撞设施，考虑安装船舶撞击监控设施，实时监控桥址附近水流速度、风速、船舶航行速度以及船舶与桥梁距离等参数。

综合以上情况，结合既有桥梁项目现状，分别从汉江桥梁群以及长江桥梁群中各选取一座代表性桥梁进行设备性能测试，其中汉江上选取月湖桥作为典型桥

梁，长江上选取白沙洲大桥作为设备测试桥梁。

## （八）测试桥梁概述

### （1）月湖桥

月湖桥，又名“江汉四桥”，是中国湖北省武汉市境内连接汉阳区与硚口区的过江通道，是武汉市西部城市主干道路的组成部分。月湖桥始建于 1994 年 8 月 12 日，于 1998 年 3 月 6 日完成主桥合龙工程，于 1998 年 5 月 1 日通车运营，于 2018 年完成拓宽改造工程，并正式通车运营。2018 年拓宽改造工程是在原月湖桥下游新建一座斜拉桥，即月湖桥包括老月湖桥和新月湖桥，本次评估的对象是老月湖桥。

老月湖桥位于长江与汉江交汇处的湖北省会武汉市城区，距汉江河口约 4km 处，该桥西距上游知音桥 2.7km，东距下游汉江桥约 1.5km；南起武汉二环线，上跨汉江水道，北至硚口路辅路，其中汉口岸接硚口路，与沿江大道、中山大道相交，汉阳岸接琴台大道与月湖正街相交。



图 1.新、老月湖桥实拍

主墩采用分离式高桩承台钻孔灌注桩基础，承台高 6 米，每个拱肋的一端承台下设 4 根直径 2.4m 的基桩，桩长 51.5~66 米不等。每根桩直接与  $\phi 240\text{cm}$  的墩柱相接，墩顶设大体积混凝土拱座兼承台。基桩在地面处不设承台。拱推力的约 90% 由系杆平衡。在墩身与基桩中，墩顶截面受力最大，按允许应力法由混凝土压应力控制设计，且小于允许应力。

通航：原设计为内河三级；最高通航水位 26.14m（黄海高程），20 年一遇；

通航净宽不小于 150 米，通航净空 10 米。现状为Ⅲ-（2）级，规划为Ⅱ-（3）级航道。

## （2）白沙洲大桥

武汉市白沙洲长江大桥位于武汉长江大桥上游 8.6km 处，是武汉市的第三座长江大桥（简称武汉长江三桥）。主线全长 3528.954 米，其中正桥长 2458 米，引桥长 1070.954 米。该桥于 1997 年 3 月开工，2000 年 9 月 8 日正式通车。

白沙洲大桥总体上分为汉阳岸引桥、正桥、武昌岸引桥。正桥又分为汉阳侧简支梁桥、主桥（斜拉桥）、武昌侧简支梁桥三段。主桥长 2458 米，引桥长 1128.38 米，主桥桥孔从汉阳岸起布置如下（011#桥墩至 24#桥墩）：1×50m（简支 T 梁）+1×30m（简支 T 梁）+9×40m（简支 T 梁）+（50+180+618+180+50）（斜拉桥）+17×50（简支 T 梁）+40（简支 T 梁）+50（简支 T 梁）。

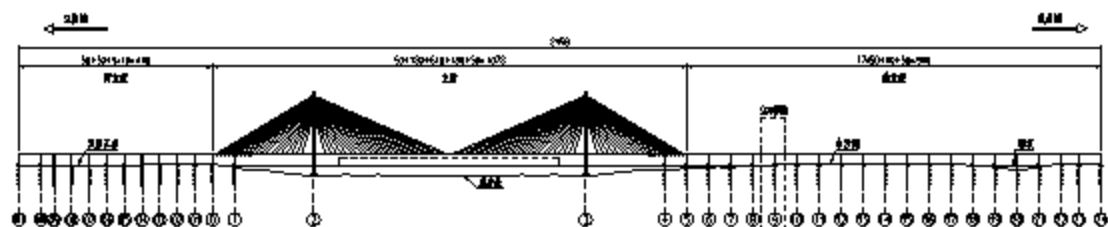


图 2.全桥立面布置图

白沙洲大桥主桥为双塔双索面钢箱梁与预应力混凝土箱梁结合型斜拉桥，位于 0#墩~5#墩之间。主梁全长 1078m，孔跨布置为（50+180+618+180+50）m，主孔 618m 及两边孔各 143m 范围共 904m 为钢箱梁，两头各接 87m 预应力混凝土箱梁。主桥立面布置如下所示：

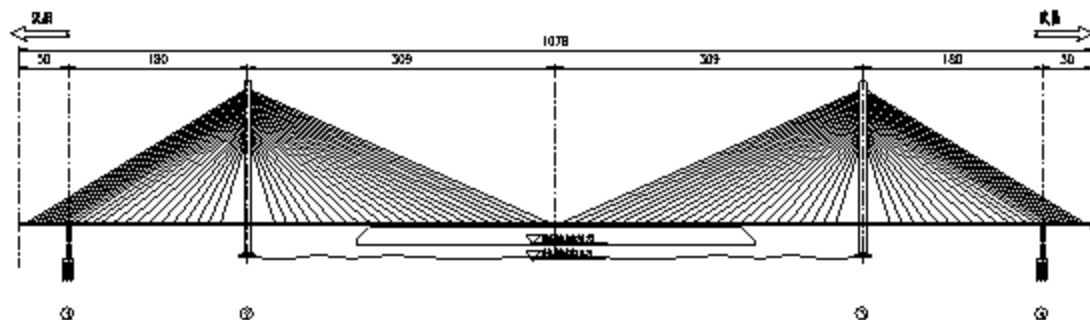


图 3.主桥桥型布置图/m

通航标准：1 级航道，通航净高 $\geq 18\text{m}$ ，净宽 $\geq 125\text{m}$ 。最高通航水位 26.25m，最低通航水位 10.21m。

## （九）测试技术指标

(1) 预警区域范围指标

偏航、超速测试范围能达到：3000 米监测，1000 米预警；

超高测试范围能达到：2000 米监测，1000 米预警；

船脸识别测试范围能达到：2000 米监测，横向 600 米，纵向 200 米范围内识别船名。

(2) 预警准确率指标

系统预警准确率需要达到不低于 95%。

(3) 故障率指标

测试期间设备无故障发生，设备平均故障间隔时间应不小于 5000h。

(4) 识别率指标

测试期间漏识别率与误识别率低于 5%。

(5) 其他指标

数据存储：历史数据存储不低于 1 年；

取证要求：支持图像/视频取证；

系统延时：小于 0.5 秒；响应时间：小于 1 秒。

其他指标类基本为设备硬件容量大小的问题以及现场传输使用物理直连光路传输的要求。

(十) 测试方案

现场操作测试各设备在船舶超高、偏航和超速预警及船脸识别功能方面的有效性及可靠性，判断是否满足桥梁主动防撞预警系统的硬件需求，保障后续使用设备能够满足船舶超高、偏航和超速预警及船脸识别功能的实现。以下是主要测试内容。

(1) 偏航测试

1) 桥区水域航道分割显示

a. 测试方法

查看测试界面地图是否能够显示桥区水域航道分割线。

b. 测试记录

表 2.航道分割测试表

序号	测试内容	判别	测试结果
----	------	----	------

1	地图显示	在地图上显示桥区水域航道分割线	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
---	------	-----------------	---

c. 显示内容



图 4.航道分割

2) 偏航引导功能

a. 测试方法

当系统判别属于过桥航行船舶时，系统自动生成过桥航行引导带，指引船舶朝向桥梁通航孔航道中心点，航行引导带为绿色，引导带一直跟随船舶航行，直到船舶通过桥梁通航孔。

b. 测试记录

表 3.偏航引导测试表

序号	测试内容	判别	测试结果
1	目标发现	船舶在航道内航行，目标位置与目测一致；	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
2	产生引导带	船舶进入桥区监控区域，自动生产引导带；	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
3	引导带跟随	引导带跟随船舶航行，直到船舶通过桥梁。	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否

c. 显示内容

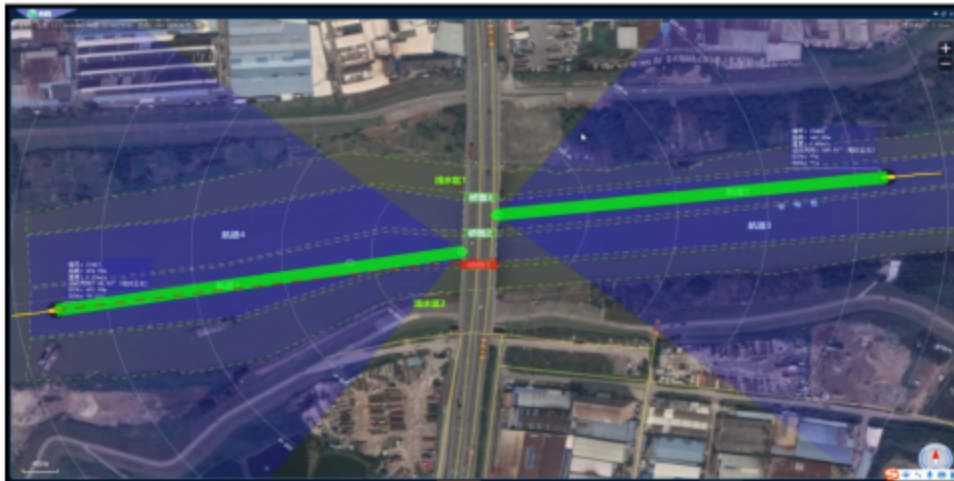


图 5.偏航引导

### 3) 船舶位置偏航预警

#### a. 测试方法

本次测试的预警区域选择为 1000m(预警区域可根据桥梁和航道具体情况确定预警距离)，监测距离为 3000m；

当船舶航行偏离航道后，且继续朝向桥梁航行时，系统发出偏航声音预警，偏航船舶呈红色显示变色预警；当多艘船舶同时偏航时，预警方式相同；

同时，雷达指挥摄像机自动跟踪偏航目标，并自动抓拍取证。

#### b. 测试记录

表 4.位置偏航预警测试表

序号	测试内容	判别	测试结果
1	目标发现	船舶在航道内航行，目标位置与目测一致；	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
2	位置偏离	船舶驶出航道区域，目标位置与目测一致；	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
3	偏离预警	系统发出声音预警，偏航船舶变红色预警；	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
4	多目标预警	存在多个船舶偏航时，预警目标数和船舶数相同；	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
5	视频跟踪	雷达指挥摄像机跟踪和抓拍偏航船舶，视频核对。	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否

#### c. 显示内容

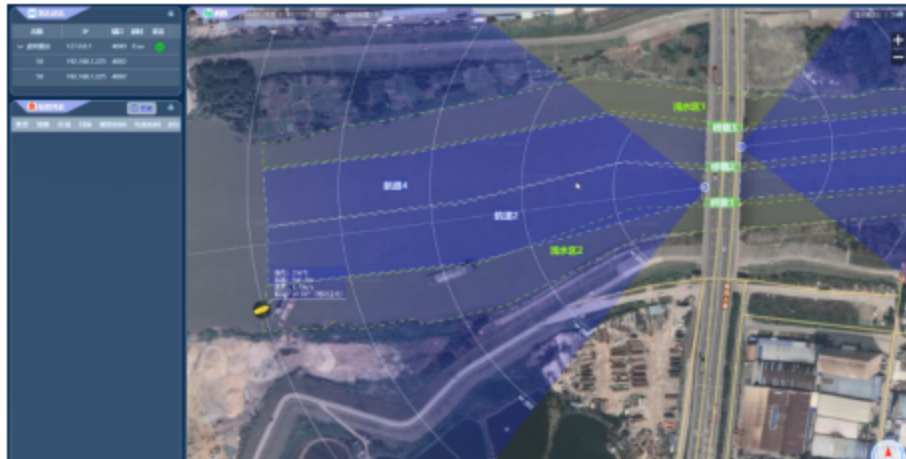


图 6.位置偏航预警

#### 4) 船舶位置偏航报警

##### a. 测试方法

本次测试的报警区域选择为距离桥梁 500 米范围(报警区域可根据桥梁和航道具体情况确定报警距离)；

当偏航船舶继续航行进入报警区域，且继续朝向桥梁航行时，系统发出偏航报警声音，偏航报警区域呈红色显示变色报警。

同时，雷达指挥摄像机自动跟踪偏航目标，并自动抓拍取证。

##### b. 测试记录

表 5.位置偏航报警测试表

序号	测试内容	判 据	测试结果
1	目标发现	偏航船舶进入报警区，目标位置与目测一致；	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
2	偏离报警	系统发出声音报警，报警区域呈红色报警；	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
3	视频跟踪	雷达指挥摄像机跟踪和抓拍报警船舶，视频核对。	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否

##### c. 显示内容

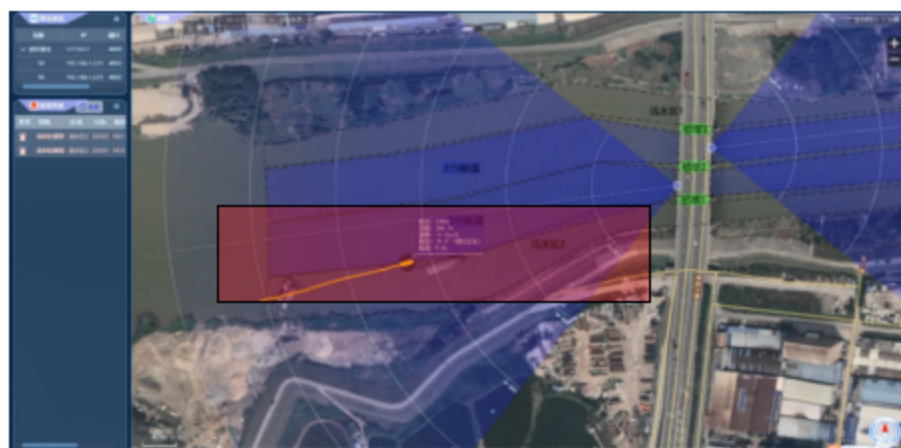


图 7.位置偏航报警

5) 船舶航向偏航预警

a. 测试方法

本次测试的预警区域选择为距离桥梁 1000 米范围（预警区域可根据桥梁和航道具体情况确定预警距离）；

当船舶在航道内航行并进入预警区域后，继续朝向桥梁航行时，当船舶航向发生改变出现航向偏航，系统将自动计算船舶与桥墩的 CPA 和 TCPA，当发生交集时系统发出偏航声音预警，偏航航向和交集的桥墩均呈红色指示预警；当船舶航向恢复后，预警自动取消；

同时，雷达指挥摄像机自动跟踪偏航目标，并自动抓拍取证。

b. 测试记录

表 6.航向偏航预警测试表

序号	测试内容	判 据	测试结果
1	目标发现	船舶在航道内航行，目标位置与目测一致；	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
2	航向偏离	船舶航迹偏离，目标位置与目测一致；	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
3	偏离预警	系统发出声音预警，偏航航向和桥墩变红色预警；	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
4	视频跟踪	雷达指挥摄像机跟踪和抓拍偏航船舶，视频核对。	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否

c. 显示内容

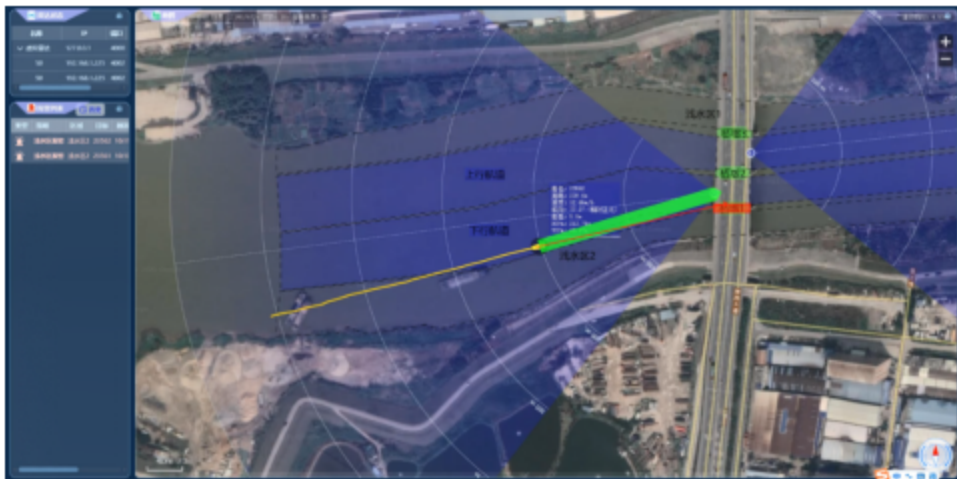


图 8.航向偏航预警

6) 船舶背离偏航不误报

a. 测试方法

当船舶通过桥梁继续航行，且此时发生位置偏航或航向偏航时，系统不发生报警。

b. 测试记录

表 7.背离偏航不误报测试表

序号	测试内容	判 据	测试结果
1	目标发现	船舶通过桥梁继续航行，目标位置与目测一致；	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
2	船舶偏离	船舶位置或航向偏离，目标偏航与目测一致；	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
3	报警情况	系统无误报警。	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否

7) 船舶平行偏航不误报

a. 测试方法

当船舶航行轨迹与桥梁平行或不相交，且此时发生位置偏航或航向偏航时，系统不发生报警。

b. 测试记录

表 8.平行偏航不误报测试表

序号	测试内容	判 据	测试结果
1	目标发现	船舶航行平行桥梁或不相交，与目测一致；	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
2	船舶偏离	船舶位置或航向偏离，目标偏航与目测一致；	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
3	报警情况	系统无误报警。	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否

(2) 船舶超速测试

从各地方海事局颁布的对航速限定的文件来看，对航速做出限定的航道主要有四类航段：一是通航条件受限制的桥区水域，二是渡运水域，三是弯曲航段，四是交汇水域和叉河口。

技术指标要求能满足各地方海事局规定的过往船舶的速度，能够满足低速以及高速的预警。

(3) 船舶超高速预警

a. 测试方法

本次测试的预警区域选择为距离桥梁 1000 米范围（预警区域可根据桥梁和航道具体情况确定预警距离），监测距离为 3000 米范围；

当船舶在航道内航行并进入预警区域继续朝向桥梁航行，发生超高速时，航

行引导带呈红色预警，在引导带中间弹出限速标识和限速速度，蓝色预警引导带一直跟随船舶航行，当船舶恢复正常航速后，系统自动取消预警；

同时，雷达指挥摄像机自动跟踪超速船舶，并自动抓拍取证。

#### b. 测试记录

表 9.超高速预警测试表

序号	测试内容	判 据	测试结果
1	目标发现	船舶在航道内航行，目标位置与目测一致；	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
2	航速显示	系统显示船舶航行速度；	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
3	超高速预警	系统发出声音预警，引导带变红色预警，在引导带中间弹出限速标识和限速速度；	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
4	视频跟踪	雷达指挥摄像机跟踪和抓拍偏航船舶，视频核对。	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否

#### c. 显示内容

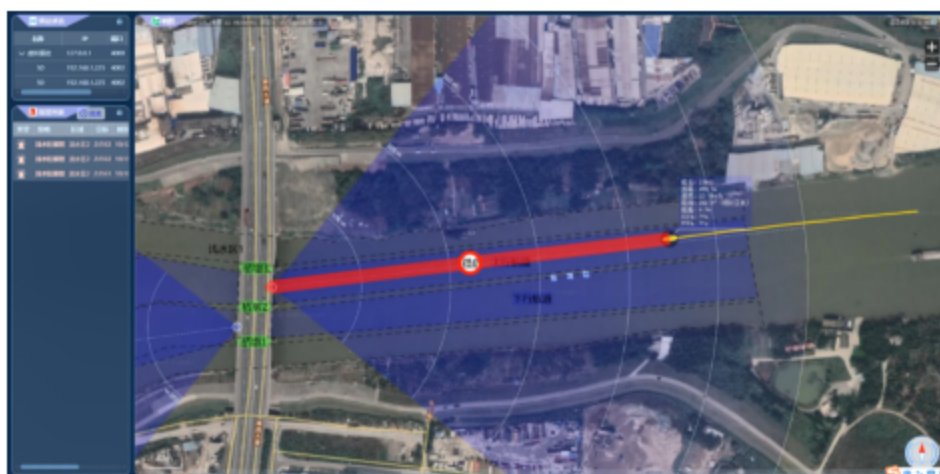


图 9.船舶超高速预警

#### (4) 船舶超低速预警

##### a. 测试方法

本次测试的预警区域选择为距离桥梁 1000 米范围（预警区域可根据桥梁和航道具具体情况确定预警距离）；

当船舶在航道内航行并进入预警区域继续朝向桥梁航行，发生超低速时，航行引导带呈蓝色预警，在引导带中间弹出限速标识和限速速度，蓝色预警引导带一直跟随船舶航行，当船舶恢复正常航速后，系统自动取消预警；

同时，雷达指挥摄像机自动跟踪超速船舶，并自动抓拍取证。

## b. 测试记录

表 10.超低速预警测试表

序号	测试内容	判 据	测试结果
1	目标发现	船舶在航道内航行，目标位置与目测一致；	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
2	航速显示	系统显示船舶航行速度；	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
3	超低速预警	系统发出声音预警，引导带变蓝色预警，在引导带中间弹出限速标识和限速速度；	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
4	视频跟踪	雷达指挥摄像机跟踪和抓拍偏航船舶，视频核对。	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否

## c. 显示内容

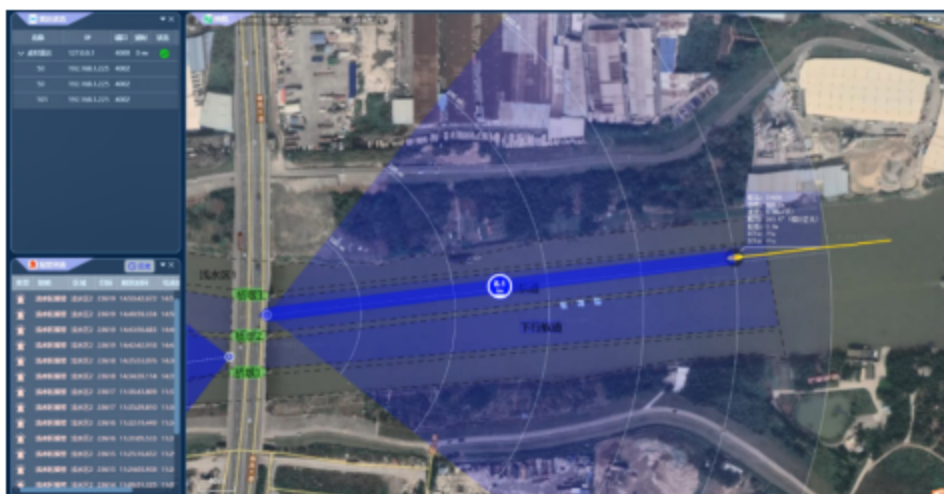


图 10.船舶超低速预警

## (5) 船舶超高测试

### 1) 基于光电式传感器超高测试



图 11.光电设备

- a. 在指定的桥上安装好光电设备；
  - b. 临时布线，接好电源与网络，调试好设备；
  - c. 针对桥梁场景，进行数据标定；
  - d. 实现光电方式超高预警。
- 2) 基于激光对射式超高测试



图 12 船舶超高检测（激光）

在白沙洲大桥、月湖桥上游、下游两岸寻找合适位置，安装激光对射设备。通过过往船舶来测试警报装置是否正常。

超高预警准确率需要达到 95% 以上，超高测试范围为 2000 米监测，1000 米预警。

#### (6) 船脸识别测试

- 1) 在上游、下游两岸寻找合适位置，安装定位与抓拍前端的摄像设备；
- 2) 接好电源与网络，调试好设备；
- 3) 针对桥梁场景，进行数据标定；
- 4) 实现自动抓拍，抓拍结果存入数据库，通过客户端可浏览；
- 5) 船脸识别率需要满足预警精确度，有“船脸”标识的船舶能够达到 95% 的准确率；
- 6) 船脸识别测试范围：2000 米监测，横向 600 米，纵向 200 米范围内识别船名。

#### (7) 设备运行的稳定性测试

监测设备运行稳定性分析是在整个测试时段内，记录各设备、监测软件和网

络传输出现故障的数次。

表 11.测试故障统计表（单位：次）

故障类型 设备品牌	硬件设备	监测软件	网络传输
XXXX			

故障描述：

- 1) 硬件故障
- 2) 监测软件故障
- 3) 网络传输故障

设备稳定性测试期间需要满足故障率为 0 的要求, 设备测试期间发生故障即为不合格。

(8) 识别率测试（系统预警准确率）

系统预警准确率需要达到不低于 95%, 系统预警的错误率主要包含漏识别率、误识别率, 要使得系统预警准确率不低于 95%, 即要求系统的漏识别率与误识别率低于 5%。

(9) 漏识别率

用实际现场船舶出现的数量与设备识别出的数据进行分析对比, 分析漏识别船舶的概率。

表 12.漏识别率统计表（单位：%）

测试日期 品牌						
XXXX						

注：1.漏识别率= $\frac{\text{理论数据量}-\text{实测数据量}}{\text{理论数据量}}$ ;

(十一) 误识别率测试

用实际现场船舶出现的实际情况与设备识别出的数据进行分析对比, 找出错误识别情况, 分析漏识别船舶的概率。

表 13.误识别率统计表（单位：%）

测试日期 品牌						
------------	--	--	--	--	--	--

XXXX						
------	--	--	--	--	--	--

## (十二) 测试测点布置

本次测试选取月湖桥、白沙洲长江大桥，详细测点布置位置如所示。

### (1) 月湖桥测试设备布置

月湖桥有并排的新老两座桥，可在东南桥面的栏杆外侧电缆通道上临时安装设备进行测试，不影响行人正常行走。



图 13.月湖桥测试设备布置图



图 14.月湖桥实景图

### (2) 白沙洲大桥测试设备布置

白沙洲大桥有两个备选测试安装位置，一是大桥西侧的桥墩设备平台（上游或下游都可以，选一侧安装），安装在桥墩上的设备可以在此处测试。二是上游

西岸 1km 左右的省煤厂码头屋顶，安装在岸边的设备可以在此处测试。

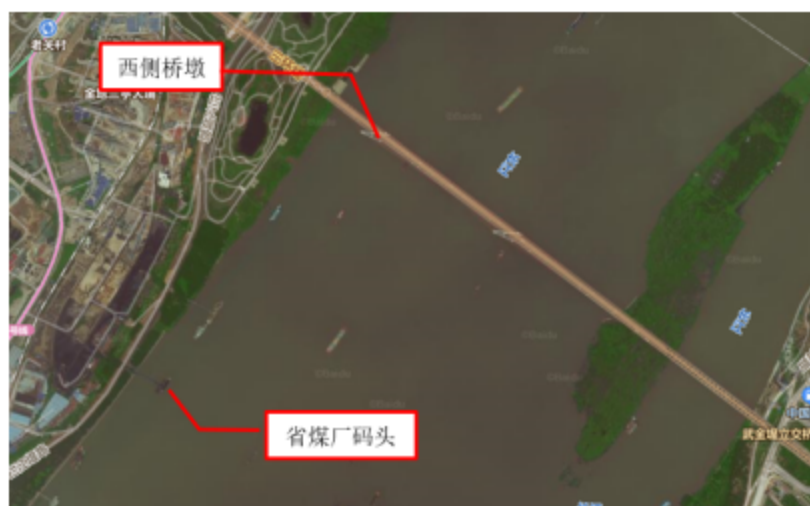


图 15.白沙洲大桥测试设备布置图



图 16.白沙洲大桥实景图

### （十三）测试准备与设备内容

本次测试主要针对桥梁主动防船撞预警系统能够实现功能进行测试，主要针对偏航预警、超高预警、超速预警、船脸识别这四个功能对应使用的设备性能进行测试。

#### （1）供电、安装与网络拓扑

计划使用笔记本电脑进行数据采集与设备性能测试，使用应急电源或者桥区供电方式，设备使用临时固定安装支架，架设在桥区栏杆、护栏、立柱或者其他桥区附近支撑物上。测试网络拓扑架构如下：



图 17 测试网络拓扑图

## (2) 安装预案

### 1) 桥上安装

寻找大桥桥面合适位置作为预设安装点，与相关部门协调沟通，预留安装摄像机、雷达、光电测高设备的位置，同时预留 AIS、VHF 设备的安装位置，详细位置参考测点布置处桥面。

### 2) 岸边安装

在大桥上、下游航道两侧寻找合适的立杆（景观路灯、路灯等），安装 1 套激光对射设备和摄像机设备。

## (3) 测试准备

1) 前期需要实地勘测具体安装位置，并与有关单位协调、沟通确定是否可以安装。

2) 定制相关设备，包括支架、电源箱、路由器、抱箍等。

3) 供电与网络要求：

电源：220V500W（船舶超高、船脸识别）。

网络：10M 带宽（船舶超高、船脸识别）。

## (4) 测试设备选取

方案中使用红外热成像+高清摄像机测超高以及相控雷达方式辅以 AIS 测偏航主要使用设备选取内容如下：

1) AIS 主机类设备：

AIS 主机计划使用新阳升 NAR-1000 接收机，详细技术指标如下图：



**【技术指标】**

频率范围:156.025 - 162.025MHz (全频道)  
 默认频道:CH2087、CH2088  
 带宽:25kHz  
 接收灵敏度:-112dBm  
 数据接口: RS-232一个, RS-422一个, LAN输出口 (可选)  
 数据输出格式/速率:NMEA-0183, 38400bps  
 天线插座形式: 50Ω, TNC (GPS天线)、BNC (VHF天线)  
 电源电压:24V DC  
 物理尺寸:81 (H) x 174 (W) x 160 (D) mm  
 重量:1.4 kg

图 18.新阳升 NAR-1000 型 AIS 设备图

2) 摄像机部分组合使用以下设备:

表 14.摄像机选型

设备名称	主要参数	品牌型号	备注
高清摄像机	-	-	超高—激光
长焦相机	-	-	超高—激光
短焦相机	-	-	超高—激光
定位摄像机	-	-	船脸识别
抓拍摄像机	-	-	船脸识别
DS-2DF8237IW-A	-	-	偏航、超速

3) 相控阵雷达选取如下表所示。

表 15.雷达产品型号

名称	主要技术参数	品牌型号
相控阵雷达 (偏航、超速、光电超高检测)	检测距离: 1~3km; 平面检测角度: 90°; 垂直检测角度: 8°	-
Simrad 雷达 (激光对射—超高检测)	探测距离: 1.5~2km; 90°覆盖角。	-

#### 4) 激光对射设备选型:

选用维安达斯的激光对射产品, 相关技术参数如下所示:

产品参数	
探测距离	100-5000米
光束数量	1-144光束 (光束数量可以任意定制)
探测高度	15cm---2200cm (探测高度可以任意定制)
工作模式	单边发射对应单边接收, 中间无盲区探测步幅
光束间距	标准间距 15cm (也可以任意定制其它间距)
激光波长	808/980nm(不可见激光)
光束角度	光束发射角度 <math>\le 0.5^\circ</math>
外壳材质	镀锌铁壳, 304 不锈钢精工处理, 抗暴力破坏
激光防护	ABS 加 UV 工艺处理, 不反光, 不耀眼, 不眩目
电源电压	DC10V-30V 宽电压自适应
工作电流	发射端: 20-100mA 接收端: 50-120mA (根据光束数量变化)
发射机光轴角度	X轴 <math>\pm 30^\circ</math> Y轴 <math>\pm 30^\circ</math>
接收机接收角度	<math>\pm 30^\circ</math>
光信号处理	采用精密光学透镜+一体化数字信号处理
报警信号指示	每光束独立高亮度绿色 LED 灯组, 正常灭, 报警亮
防水防尘	金属防护罩可达到 IP67
抗干扰	抗激光 > 50000LUX, 抗电, 抗光辐射, 汽车大灯直射不报错
报警语言	中/英/日/西/韩/德/法/俄/葡/意/葡语可选
响应时间	10-1000ms 八路可选 (也可以任意定制)
报警输出方式	电平/开关量/IP 可选
开关量输出触点容量	10A 250VAC / 10A 30VDC
适用环境	适用温度 -55℃ ~ 85℃
外形尺寸	外形 100*100*150mm-1000*1000*2000mm, 高度 150-1500mm
产品系列	对射式, 反射式, 便携式, 行标型, 网络型, 本安防爆型可选



图 19 激光对射器

#### (十四) 测试设备清单

表 16. 设备清单一览表

名称	数量
雷达	1 台
AIS 接收机	1 套
声光预警系统	1 套
零配件	1 套
微调云台	2 台
长焦相机	2 台
短焦相机	2 台
激光对射	2 台
雷达	1 套
摄像机	1 套
工作站	1 套
超高检测服务器	1 台
抓拍服务器	1 台

名称	数量
硬盘录像机	1台

## 五、标准制定的基本原则

标准编制过程中，遵循了以下基本原则：

(1) 规范化：本标准的制定应符合行业特点，遵循“以防为主、防治结合，综合治理、持续管控，科技赋能”原则，指标及其对应的技术方法参照采用国家标准和行业标准。

(2) 实用性：本标准的制定应符合桥梁防碰撞的实际需要，以实现“以防为主、防治结合”的总体目标。

(3) 前瞻性：本标准的制定融入人工智能、大数据融合和多模态感知等先进技术，适应未来智能交通发展趋势。

(3) 科学性和系统性：本标准的制定应根据船桥防撞主动预警系统和船桥防撞被动防护装备的要求，以科学、系统的方法为基础，确保技术的科学性、系统性。

(4) 可协调性：与国家标准、行业规范相衔接，避免重复或冲突。

(5) 可操作性：标准应具有可操作性，易于实施和监督管理。

## 六、标准主要内容

标准共 6 章和 3 个附录，主要技术内容有：

- 范围；
- 规范性引用文件；
- 术语、定义和缩略语；
- 船—桥防撞核心技术；
- 船—桥防撞主动预警系统；
- 船—桥防撞被动防撞装备；
- 附录。

(1) 范围：本标准适用于桥梁跨越的内河航道、沿海水域场景，涵盖桥梁监测与预警系统在多维感知、智能预警、关键装备选型等方面的技术要求。

(2) 规范性引用文件：列出了本标准引用的相关国家标准、行业标准及团体标准等内容。

### (3) 术语和定义：

对航向、船速、距离、船舶吃水、风压差、流压差、能见度、超高、船舶超载、富裕水深、水位、流速、流量、水文监测、水文资料、通航桥梁安全管理水域、桥梁通航尺度、桥梁助航标志、通航桥孔最佳通过点，等术语进行了定义。

(4) 船-桥防撞核心技术：主要包括桥梁的通航净空宽度、多元感知过桥船舶、桥梁对过桥船舶操纵特性的影响、桥区水域船舶异常行为检测、船舶航迹带宽度计算模型、桥墩紊流宽度计算模型、船-桥碰撞概率计算模型等内容。

(5) 船-桥防撞主动预警系统：主要包括船-桥防撞主动预警系统的设计原理、船-桥防撞主动预警系统的建设方案、船-桥防撞主动预警系统的数据传输、船-桥防撞主动预警系统的预警信息、船-桥防撞主动预警系统的设备选型、船-桥防撞主动预警系统的安全性、船-桥防撞主动预警系统的性能指标、船-桥防撞主动预警系统的助航警示、船-桥防撞主动预警系统的用户界面、船-桥防撞主动预警系统的系统设置、船-桥防撞主动预警系统的特点与优势、船-桥防撞主动预警系统的应用场景等内容。

(6) 船-桥防撞被动防撞装备：主要包括船-桥防撞被动防撞装备的设计原理、船-桥防撞被动防撞装备的防撞机制、船-桥防撞被动防撞装备的设计因素、船-桥防撞被动防撞装备的结构类型、船-桥防撞被动防撞装备的防撞等级、船-桥防撞被动防撞装备的使用年限、船-桥防撞被动防撞装备的力学性能、船-桥防撞被动防撞装备的性能指标、船-桥防撞被动防撞装备的建设原则、船-桥防撞被动防撞装备的建造工艺等内容。

(7) 附录：主要包括通航孔单向通航净宽计算方法、通航孔双向通航净宽计算方法、紊流影响的通航净空宽度增加值计算方法等内容。

## 七、与有关法律法规和强制性标准的关系

1. 本标准符合《中华人民共和国标准化法》及现行法律法规的规定，本标准与其他相关标准没有矛盾之处。

2. 目前国内外尚无针对编制的相关标准。本标准可以填补桥区水域船舶通航安全多维防撞核心技术与关键装备方面的空白。

3. 参照相关法律法规和规定，在编制过程中着重考虑了科学性、适用性和可操作性。

4. 本标准的技术要求严格遵循《强制性国家标准管理办法》的规定，确保不低于强制性标准的要求。

#### **八、重大意见分歧的处理依据和结果**

本标准起草过程中未出现重大分歧意见。

#### **九、是否涉及专利**

无

#### **十、后续贯彻措施**

做好宣传培训，建议由主要起草单位配合开展标准宣贯培训工作，使相关行业人员了解标准、熟悉标准，掌握标准的各项技术要求，强化示范效应，让标准在行业内得到广泛推广和应用，使标准的船-桥防撞核心技术与关键装备应用落到实处。

对《桥区水域船舶通航安全多维防撞核心技术与关键装备规范》团体标准执行情况进行跟踪调查，及时发现标准中执行的问题或反馈意见，做好标准的解释工作，并结合实际执行应用情况适时修订，不断提高标准水平和标准的科学性、合理性、协调性和可操作性。

建议本标准发布之日起半年内实施。

**标准编制小组**

**2025年11月**