

团 体 标 准

T/GDHS 010—2023

桥梁防船撞预警系统性能现场测试方法

On-site test method of early-warning system for bridge anti-ship collision

2023 - 12 - 31 发布

2023 - 12 - 31 实施

广东省公路学会 发 布

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 技术要求 1

 4.1 外观 1

 4.2 性能指标 1

 4.3 功能要求 2

5 测试设备 2

6 测试条件 2

7 测试方法 2

 7.1 外观检查 2

 7.2 性能测试 3

 7.3 功能测试 4

8 测试报告 5

附录 A（资料性） 桥梁防船撞预警系统性能现场测试记录表 6

附录 B（资料性） 桥梁防船撞预警系统性能现场测试报告 8

参考文献 11

前 言

本文件按照GDHS-BZBX-01-2021《广东省公路学会标准编写规则》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这些专利的责任。

本文件由广东华路交通科技有限公司提出。

本文件由广东省公路学会归口。

本文件起草单位：广东华路交通科技有限公司、交通运输部天津水运工程科学研究院、广东省北江航道开发投资有限公司、广东喜讯智能科技有限公司、广州市上赛电子科技有限公司

主编：刘仕顺

参加编写人员：唐波、高科、王子彬、黄伟锋、曹玉芬、黄图、吴茂、戴利波、赵书成、孔宪卫、李杰、欧泽全、李笑晨

主审：鲁昌河

参加审查人员：张新建、郭明泉、海啸、王强、刘军、胡利平、洪显诚、王佳胜、庄明融

本文件为首次发布。

引 言

目前缺少桥梁防船撞预警系统性能现场评价相关的技术文件，通过制定本文件，规范桥梁防船撞预警系统性能的现场测试要求，以保障其测试方法的一致性、测试结果的准确性与可靠性，为桥梁防船撞预警系统的测试、应用与管理提供技术依据。

请各有关单位在执行本文件过程中将发现的问题和意见及时反馈至广东华路交通科技有限公司（地址：广东省广州市白云区丛云路399号，邮政编码：510420），以便修订时研用。

桥梁防船撞预警系统性能现场测试方法

1 范围

本文件描述了桥梁防船撞预警系统性能现场测试方法，规定了相应的技术要求。

本文件适用于内河各等级航道新安装和在役桥梁防船撞预警系统性能现场测试，其它航道的桥梁防船撞预警系统可参照使用。

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 50139-2014 《内河通航标准》

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

桥梁防船撞预警系统 early-warning system for bridge anti-ship collision

针对预防通航船舶碰撞桥梁而设计的具有主动感知、分析、判定、实现通航船舶实时监测和危险驾驶预警功能的电子系统，简称预警系统。主要包括超高监测、偏航监测、助航信息发布、预警信息反馈与数据记录功能。

3.2

桥梁实时通航净高 real-time net height of bridge navigation

当时水位下通航水面至通航孔净空对应的上底高程位置的垂直距离。

3.3

船舶水上高度 height of ship above water surface

船舶最高顶点到船舶吃水线的垂直距离。

3.4

超高 over height

船舶水上高度大于桥梁实时通航净高的行为。

3.5

偏航 off course

船舶实时航迹偏离桥区规定航道的行为。

3.6

预警 early warning

预警系统获取到通航船舶发生超高、偏航等违规行为时，向船舶发出的警告。

4 技术要求

4.1 外观

预警系统的终端设备应部件齐全，安装位置正确、牢固，显示清晰，无影响功能使用的缺陷。

4.2 性能指标

预警系统性能指标应符合表1的要求。

表1 预警系统的性能指标要求

序号	性能指标	技术要求
1	水位计示值误差	$\pm 0.20\text{m}$
2	桥梁实时通航净高示值误差	$\pm 0.30\text{m}$
3	船舶水上高度示值误差	$\pm 0.30\text{m}$
4	船舶到桥梁距离示值误差	预警范围：（100~500）m 时，距离相对误差为 $\pm 10\%$ ； （500~1200）m 时，距离误差为 $\pm 50\text{m}$ 。

4.3 功能要求

预警系统功能要求应符合表2的要求。

表2 预警系统的功能要求

序号	功能	要求
1	超高预警	当船舶发生超高时，预警系统按规定要求实时发出超高预警信号
2	偏航预警	当船舶发生偏航时，预警系统按规定要求实时发出偏航预警信号
3	助航信息发布	通过监测设备收集相关数据，并发送给通航船舶
4	预警信息反馈	将预警信息定向发送给通航船舶
5	数据记录	当船舶航行进入预警范围后，预警系统应记录船舶基本信息、航行轨迹、预警等信息

5 测试设备

预警系统性能现场测试设备应符合表3的要求。

表3 预警系统性能现场测试设备要求

序号	测试器具及辅助设备	测量范围	计量特性	备注
1	全站仪	/	II 级	/
2	测距仪	（1~1200）m	MPE: $\pm 2\text{m}$	/
3	可调节式高度校准装置	（1~15）m	MPE: $\pm 1\text{cm}$	顶部为漫反射材料，颜色与背景明显不同
4	全球导航卫星系统(GNSS)接收机	/	垂直精度优于 $(30+1\times D)\text{mm}$ ， (D 为基线长度，单位为 km)	配合千寻系统或 corm 系统使用
5	测试船舶	/	/	测试船舶最高位置不超过可调节式高度校准装置测试值的最低位置

6 测试条件

预警系统性能现场测试环境应满足以下条件：

- 温度 $-5^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ ；
- 相对湿度不大于 85%；
- 风力等级不大于 4 级；
- 能见度不小于 1.2km。

7 测试方法

7.1 外观检查

采用目测的方法检查预警系统的外观。

7.2 性能测试

预警系统性能测试方法如下，其中高程值均采用1985国家高程系统。

7.2.1 水位计示值误差

当预警系统采用接触式水位计时，按方法A进行测试；当预警系统采用非接触式水位计时，按方法A或方法B进行测试。

a) 方法 A

- 1) 通过全球导航卫星系统 (GNSS) 接收机测得水位高程值 h_{j1} ;
- 2) 读取或换算得到预警系统水位的高程 h_{j2} ;
- 3) 使用式 (1) 计算水位计示值误差 Δh_j ;
- 4) 重复测量三次，取平均值作为水位计示值误差;
- 5) 对于水位日变化量超过 1m 的桥梁航道，可选择一天中水位的高点和低点时间段进行测试，测试方法为重复 1)~4) 步骤，取示值误差绝对值的最大值作为测试结果。

$$\Delta h_j = h_{j2} - h_{j1} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

Δh_j ——水位计示值误差 (m) ;
 h_{j1} ——桥梁航道水位的高程 (m) ;
 h_{j2} ——预警系统的水位高程 (m) 。

b) 方法 B

- 1) 将全站仪架设在利于测量的位置，测量非接触式水位计测量端到航道水面的垂直距离作为测量结果 h_{f1} ;
- 2) 读取预警系统水位计显示值 h_{f2} ;
- 3) 使用式 (2) 计算水位计示值误差 Δh_j ;
- 4) 重复测量三次，取平均值作为水位计示值误差;
- 5) 对于水位日变化量超过 1m 的桥梁航道，可选择一天中水位的高点和低点时间段进行测试，测试方法为重复 1)~4) 步骤，取示值误差绝对值的最大值作为测试结果。

$$\Delta h_j = h_{f2} - h_{f1} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

h_{f1} ——全站仪测量水位计测量端到航道水面的竖直距离 (m) ;
 h_{f2} ——预警系统的水位计显示值 (m) 。

7.2.2 桥梁实时通航净高示值误差

可准确获取通航上底高程值的桥梁，采用方法C；无法获取通航上底高程值的桥梁，则采用方法D。

a) 方法 C

- 1) 采用全球导航卫星系统 (GNSS) 接收机测得通航水面高程值，其与桥梁通航上底高程值之差的绝对值为桥梁实时通航净高 h_{t1} ;
- 2) 读取预警系统当时的通航净高 h_{t2} ;
- 3) 使用式 (3) 计算桥梁实时通航净高示值误差 Δh_t ;
- 4) 重复测量三次，取平均值作为桥梁实时通航净高示值误差。

$$\Delta h_t = h_{t2} - h_{t1} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

Δh_t ——桥梁实时通航净高显示误差 (m) ;
 h_{t1} ——测量得到的桥梁实时通航净高 (m) ;
 h_{t2} ——系统得到的桥梁实时通航净高 (m) ;

b) 方法 D

- 1) 将全站仪架设在利于测量的位置,测得通航孔水面与桥墩的接触线高程和桥梁通航上底宽对应梁体处的高程,其差值绝对值为桥梁实时通航净高 h_{t1} 。桥梁通航上底宽采用《内河通航标准》(GB 50139-2014)中 5.2 的规定值;
- 2) 读取预警系统的桥梁实时通航净高 h_{t2} ;
- 3) 使用式(3)计算得到桥梁实时通航净高示值误差 Δh_t ;
- 4) 重复测量三次,取平均值作为桥梁实时通航净高示值误差。

7.2.3 船舶水上高度示值误差

船舶水上高度示值误差测试步骤如下:

- a) 测试船舶停泊于预警系统工作范围内,将可调节式高度校准装置安装在测试船舶上,调整其高度使船舶水上高度为预警系统设置的超高预警值(超高预警值为桥梁实时通航净高减去桥梁安全富裕高度),通过全站仪测量可调节式高度校准装置顶端到水面的高度 h_{c1} ;
- b) 读取预警系统船舶水上高度 h_{c2} ;
- c) 使用式(4)计算船舶水上高度示值误差 Δh_c ;
- d) 重复测量三次,取平均值作为船舶水上高度示值误差;
- e) 改变可调节式高度校准装置的高度,使船舶水上高度分别为预警系统设置的超高预警值的 90% 与 110%,重复 a)~d) 步骤,取测试点中绝对值最大的示值误差作为船舶水上高度示值误差。

$$\Delta h_c = h_{c2} - h_{c1} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- Δh_c ——船舶水上高度示值误差(m);
- h_{c1} ——可调节式高度校准装置顶端到水面的高度(m);
- h_{c2} ——预警系统获取船舶水上高度(m)。

7.2.4 船舶到桥梁距离示值误差

船舶到桥梁距离示值误差测试步骤如下:

- a) 将测试船舶停泊至预警系统有效工作范围约 80%的位置,测距仪架设在预警系统测距传感器对应的桥面位置,测量船舶到桥梁的实际距离 L_1 ,测距仪所观察到的船身目标应与预警系统距离检测目标保持一致;
- b) 读取预警系统显示的船舶到桥梁的距离 L_2 ;
- c) 使用式(5)计算船舶到桥梁距离示值误差 ΔL ;
- d) 重复测量三次,取平均值作为船舶到桥梁距离示值误差。

$$\Delta L = L_2 - L_1 \dots\dots\dots (5)$$

式中:

- ΔL ——船舶到桥梁距离示值误差(m);
- L_1 ——测距仪测得船舶到桥梁的距离(m);
- L_2 ——系统显示的船舶到桥梁距离(m)。

7.3 功能测试

7.3.1 超高预警

当水面平稳时,将测试船舶停泊于预警系统工作范围外,将可调节式高度校准装置竖直安装到测试船舶,调整其高度使顶端到水面的高度为预警系统设置的超高预警值,航行测试船舶进入预警范围,查看预警系统是否触发超高预警。

7.3.2 偏航预警

通过预警系统监控界面观察测试船舶的位置,将测试船舶缓慢驶入电子围栏区域,查看是否触发偏航预警。

7.3.3 助航信息发布

当测试船舶进入预警系统工作范围后，查询测试船舶是否接收到通航桥梁相关水文、气象等信息。

7.3.4 预警信息反馈

当测试船舶触发超高预警和偏航预警时，查看预警系统是否按照预设发出预警信号。

7.3.5 数据记录

在完成以上测试后，查询预警系统，测试船舶基本信息、航行轨迹、通航信息是否及时记录。

8 测试报告

测试报告应准确、清晰、客观地报告每一项测试结果，应包含下列信息：

- a) 标题名称为“测试报告”；
- b) 测试机构的名称和地址，进行测试的地点；
- c) 测试报告的唯一性标识和每一页上的标识，以确保能够识别该页是属于测试报告的一部分，以及表明测试报告结束的清晰标识；
- d) 客户的名称和地址；
- e) 被测预警系统的相关信息；
- f) 测试所依据的技术文件；
- g) 测试报告的测试人员、核验人员和批准人；
- h) 测试所使用的主要仪器名称、型号规则、技术指标、证书编号；
- i) 测试时间、地点，测试时的环境条件；
- j) 测试结果；
- k) 测试记录表格式参见附录 A，测试报告格式参见附录 B。

附 录 A
(资料性)

桥梁防船撞预警系统性能现场测试记录表

桥梁防船撞预警系统性能现场测试记录表格式见下表。

所在桥梁名称:							
产品名称:				测试日期:			
型号规格:				出厂编号:			
环境条件	温度:			相对湿度:			
	风力等级:			能见度:			
详细地址:							
所用 标准 仪器	仪器名称	设备编号	不确定度或准确度等级 或最大允许误差		溯源单位及证书编号		证书有效日期
序号	测试项目	测试结果					
1	外观	☐ 符合要求 ☐ 不符合要求					
2	水位计示值误差(m)	☐ 方法 A	h_{j1}	h_{j2}	Δh_j	平均值	测试结果
		☐ 方法 B	h_{f1}	h_{f2}	Δh_j	平均值	测试结果

3	桥梁实时通航净高示值误差(m)	h_{t1}	h_{t2}	Δh_t	平均值
4	船舶水上高度示值误差(m)	h_{c1}	h_{c2}	Δh_c	平均值
5	船舶到桥梁距离示值误差(m)	L_1	L_2	ΔL	平均值
6	超高预警	☐ 符合要求 ☐ 不符合要求			
7	偏航预警	☐ 符合要求 ☐ 不符合要求			
8	助航信息发布	☐ 符合要求 ☐ 不符合要求			
9	预警信息反馈	☐ 符合要求 ☐ 不符合要求			
10	数据记录	☐ 符合要求 ☐ 不符合要求			

测试员：

核验员：

附 录 B
(资料性)

桥梁防船撞预警系统性能现场测试报告

图B. 1~图B. 3给出了桥梁防船撞预警系统性能现场测试报告的参考格式。

测 试 报 告

报告编号:

委 托 单 位

委托单位地址

系 统 名 称

型 号/规 格

制 造 单 位

批准人

核 验 员

测 试 员

(证书专用章)

测 试 日 期:

年 月 日

电话:

地址:

邮政编码:

电子邮箱:

图B. 1 桥梁防船撞预警系统性能现场测试报告封面格式

报告编号：

测试所依据的技术文件（代号、名称）：

测试环境条件及地点：

温度：

相对湿度：

风力等级：

能见度：

地点：

其它：

测试使用的主要测试设备：

仪器名称	仪器编号	不确定度或准确 度等级或最大允 许误差	证书编号	证书有效期至
------	------	---------------------------	------	--------

图B. 2 桥梁防船撞预警系统性能现场测试报告内页格式

报告编号：

测试结果	
测试项目	测试结果
1. 外观	☐ 符合要求 ☐ 不符合要求
2. 水位计示值误差(m)	
3. 桥梁实时通航净高示值误差(m)	
4. 船舶水上高度示值误差(m)	
5. 船舶到桥梁距离示值误差(m)	
6. 超高预警	☐ 符合要求 ☐ 不符合要求
7. 偏航预警	☐ 符合要求 ☐ 不符合要求
8. 助航信息发布	☐ 符合要求 ☐ 不符合要求
9. 预警信息反馈	☐ 符合要求 ☐ 不符合要求
10. 数据记录	☐ 符合要求 ☐ 不符合要求

图B. 3 桥梁防船撞预警系统性能现场测试报告测试结果内页格式

参 考 文 献

- [1] GB 50348-2018 《安全防范工程技术标准》
 - [2] GB/T 39399-2020 《北斗卫星导航系统测量型接收机通用规范》
 - [3] GB/T 50138-2010 《水位观测标准》
 - [4] JJF 1059.1-2012 《测量不确定度评定与表示》
 - [5] JJG 971-2019 《液位计检定规程》
 - [6] JTJ/T 3360-02-2020 《公路桥梁抗撞设计规范》
 - [7] JTS 131-2012 《水运工程测量规范》
 - [8] JTS/T 181-1-2020 《内河航标技术规范》
 - [9] T/HB 0003-2020 《遥测遥控LED桥梁实时净高显示标志 技术要求》
-