

# 通航桥梁船舶碰撞隐患治理综合研究

丁文博

广州环龙高速公路有限公司 广东 广州 511453

**摘要:** 跨越航道桥梁是铁路、公路、城市道路等交通运输通道的咽喉节点,随着水上交通运输行业的发展,桥区通航船舶吨位和通航密度在不断增加,受航道、桥梁、船舶、洪汛等条件因素影响,部分桥梁的设计通航能力与船舶通航需求存在差距,船舶碰撞桥梁的安全风险凸显。本文通过船舶碰撞桥梁原因分析,结合最新研究,设计船舶碰撞桥梁隐患治理技术路线,以广州某快速路工程实例,完成船舶碰撞桥梁安全隐患排查,完善桥区标志标识,提升桥梁防撞能力,提高航道通航保障服务水平,规范桥区水域船舶通航秩序。

**关键词:** 船舶碰撞桥梁; 隐患治理; 标志标识; 防撞能力

根据相关统计,最近的三十年来,世界各地的船撞桥事故多达3000余起,其中导致整个桥梁塌陷的事故就超过了100余起。船舶碰撞桥梁事故不仅直接影响到交通运输的安全和畅通,更为重要的是关系到经济社会发展和人民群众生命财产安全。为了统筹交通运输发展和安全,扎实推进船舶碰撞桥梁隐患治理,化解船舶碰撞桥梁风险,保障桥梁和船舶安全,亟需全面排查和治理船舶碰撞桥梁安全隐患,完善桥区标志标识,提高航道通航保障服务水平,规范桥区水域船舶通航秩序,提升桥梁防撞能力,建立健全防范化解安全风险的长效机制,坚决防止重特大事故发生。

## 1 船碰桥原因分析

1.1 人为因素。人为因素是船撞桥事故发生的主要原因,如人为疏忽、操纵失误、违规驾驶等。

1.2 设备因素。船舶维修保养不及时引起机器设备故障,船舶一旦在桥区水域失控,如果不能采取有效措施,极易与航道桥梁发生碰撞,产生严重后果。

1.3 天气因素。在大雨、大雾等恶劣天气或能见度较差环境航行时,由于船只驾驶人员判断失误等原因,容易使船舶航行偏离航道,增加船舶撞击桥梁风险。

1.4 管理因素。近年来航运呈数量上升、吨位增大的发展趋势,客观上增加了事故发生频率。目前通航安全主要依赖于海事及航道部门的规范管理,若通航桥梁水域通航秩序混乱、船舶出现超高、超载、超速、逆行等违规行为,将增加船撞桥的可能性。

1.5 其他因素。汛期无动力船舶及锚地船舶失控走锚等因素。

## 2 隐患治理技术路线

通航桥梁安全包括桥区水域航道安全、水上交通安全及桥梁运行安全,涉及的单位和部门包括海事管理机

构、航道管理机构、航运企业、交通运输管理部门及桥梁管理单位。为扎实开展船舶碰撞桥梁隐患治理工作,首选需制定通航桥梁隐患治理技术路线,确定实施目标、实施范围、工作任务、工作计划、工作要求,重点对通航桥梁标志标识、通航净空、防撞设施、抗撞性能等情况进行排查、评估及整治,技术路线图详见图1。

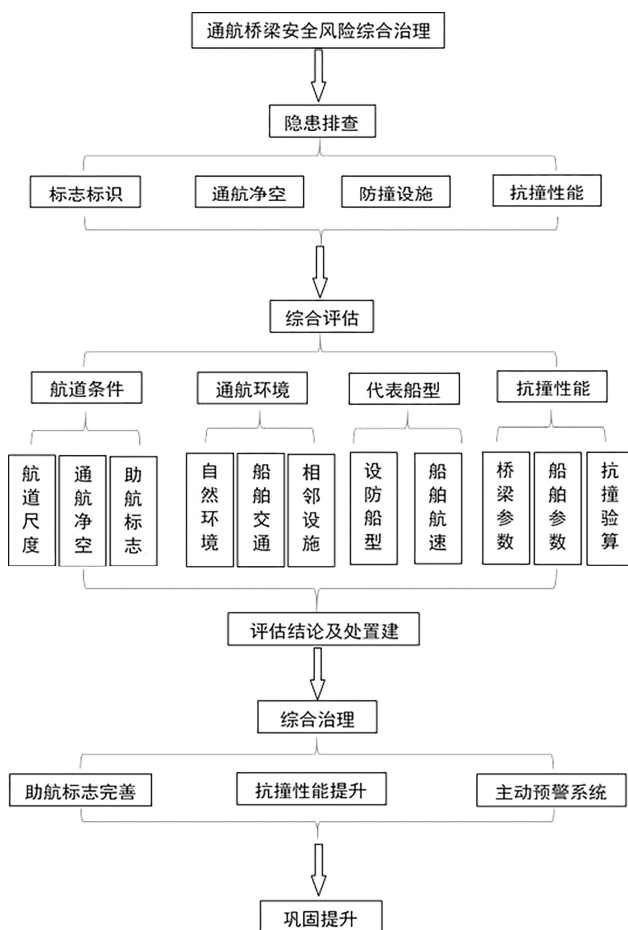


图1 通航桥梁安全风险综合治理技术路线图

### 3 工程实例

#### 3.1 通航桥梁概况

广州某快速干线通航桥梁共计12座，其中跨高等级航道桥梁3座，分别为官洲河特大桥、珠江特大桥、沙湾特大桥（跨沙湾水道）；跨其他等级航道桥梁9座，分别为沙湾特大桥（跨市桥沥水道）、下横沥特大桥、骊岗特大桥、高沙河特大桥、蕉门特大桥、潭洲沥特大桥、上横沥特大桥、新龙特大桥、骊岗特大桥（支线）。

#### 3.2 综合评估

##### 3.2.1 标志标识

(1) 评估方法：根据海事、航道部门提供的航道条件资料及现场踏勘并结合最新颁布的助航标志规范要求进行评估<sup>[3]</sup>。

(2) 评估结果：广州某快速路部分桥梁助航标志不

符合《内河航标技术规范》（JTS/T181-1-2020）及《中国海区可航行水域桥梁助航标志》（GB 24418-2020）最新要求，需按照最新规范要求完善助航标志<sup>[4]</sup>。

##### 3.2.2 通航净空

(1) 评估方法：根据航道部门提供的最新航道维护尺度及桥梁环评批复尺度并结合现场测量进行评估。

(2) 评估结果：广州某快速路桥梁通航孔净空尺寸均满足要求。

##### 3.2.3 抗撞性能

(1) 评估方法：根据设防代表船型、船撞设防目标、船舶撞击速度、桥梁结构特征等技术参数采用有限元建模的方式对桥墩及桩基的抗剪强度、抗弯强度、整体稳定性等抗撞性能进行评估验算，如图1所示。

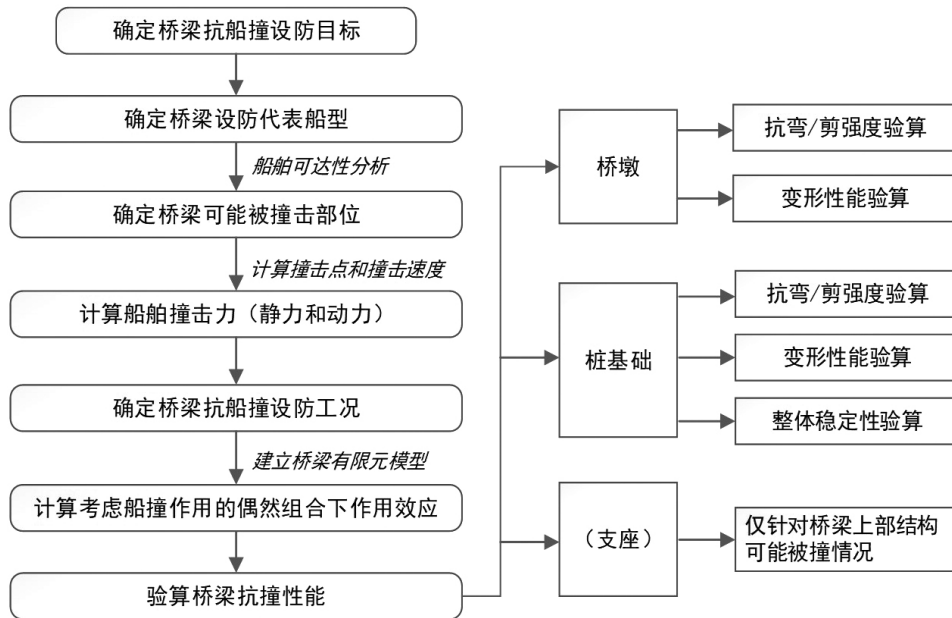


图1 桥梁抗撞能力验算技术路线图

(2) 评估结果：高沙河特大桥2组桥墩、蕉门特大桥3组桥墩、骊岗特大桥（支线）1组桥墩及新龙特大桥4组桥墩抗撞性能不满足要求，需进行防撞能力提升。

#### 3.3 综合治理

##### 3.3.1 标志标识完善

按照最新规范要求完善助航标志，确保通航桥梁安全运行、桥下航道畅通、船舶航行安全。内河和沿海航道助航标志配置分别如图2、图3所示。

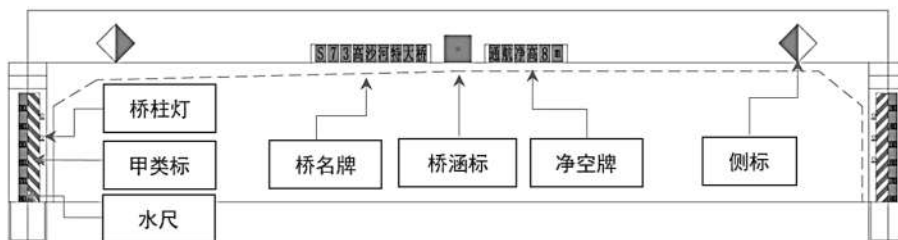


图2 内河航道助航标志配置图

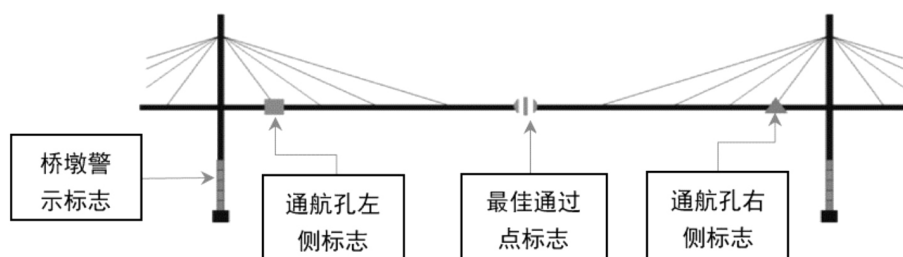


图3 沿海航道助航标志配置图

工程流程为：项目立项→施工图设计→施工图评审（航标主管单位参加）→工程招标→工程施工（施工前申办占用道路许可证及水上水下施工许可证）→航标试运行及验收（航标主管单位参加）。

技术要求具体为：

①航标规格：桥涵标、净空标牌等助航标志的航标外形尺寸、航标结构、航标颜色等需严格按照设计图纸及规范要求向航标专业生产厂家采购<sup>[5]</sup>。

②航标灯器：桥柱灯等航标灯器的灯光颜色、闪光周期等需严格按照设计图纸及规范要求向航标专业生产厂家采购。

③航标电源：太阳能板及蓄电池容量要与航标灯功率匹配且必须满足连续25个阴雨天航标灯总放电量的需要。

④安装要求：助航标志安装后必须结构牢固、标志板面铅垂且不得影响桥孔的通航净空和净宽。安装完成

后每半年检查一次，台风期间增加检查频率。

### 3.3.2 抗撞能力提升

高沙河特大桥2组桥墩、蕉门特大桥3组桥墩、骊岗特大桥（支线）1组桥墩共6组桥墩防撞能力经验算评估低于设防标准规范值20%，采用增设固定式钢覆复合材料防撞设施提升桥梁防撞能力。固定式钢覆复合材料防撞设施是一种缓冲吸能型腹板增强钢质复合材料防撞设施，其内部为填充耗能芯材的钢质箱体，外部覆盖复合材料保护层，兼起耗能和防腐的作用，当船舶撞击桥墩时，钢覆复合材料防撞设施外壳箱体及其内部填充的耗能材料在撞击力作用下通过压缩变形实现缓冲吸能，能有效提升桥梁抗撞能力30%，其外部复合材料有各向异性的特点，能有效改变初始撞击力的方向和船体位移方向，减小了撞击过程中对桥梁和船舶的破坏，进一步提升桥梁防撞能力，相较于传统的群桩防护具有施工速度快、适用环境广、航道影响小等优点。

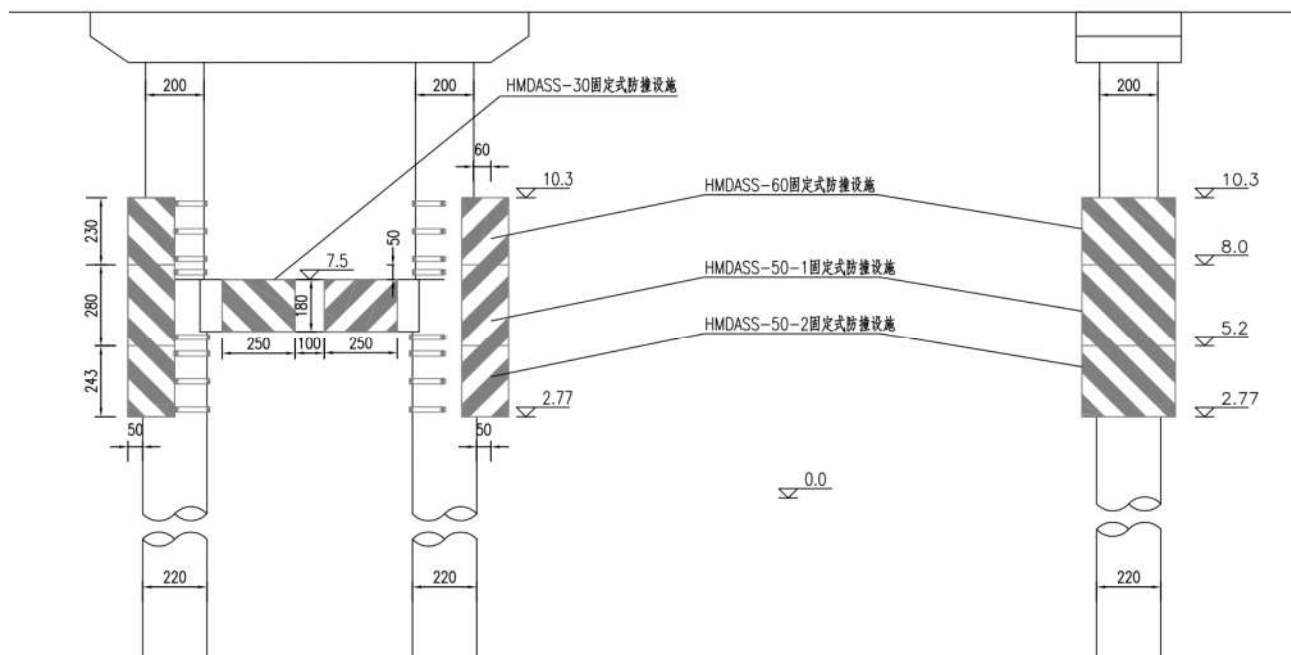


图4 钢覆复合材料防撞设施配布图

工程流程为：项目立项→施工图设计→施工图评审（海事、航道部门参加）→工程招标→工程施工（施工

前申办水上水下施工许可证)→工程验收。技术要求具体为:

①材料要求:复合材料的物理化学性能、耗能芯材的抗变形能力、钢结构的强度以及防腐涂装的耐腐蚀性能必须严格按照《公路桥梁防船撞装置技术指南》(T/CHTS 20005-2018)及设计图纸要求由专业厂家预制。

②安装流程:工厂预制→桥墩处理→驳船吊装(航道警戒或管制)→拼装固定。

③安装要求:所有外露钢构件(螺栓、螺母等)均须进行防腐处理,安装后必须结构牢固。

④重点注意事项:所有外露钢构件(螺栓、螺母等)均须进行防腐处理;做到无损施工,减小对桥梁的危害;与桥航标有冲突的应提前做好规划。

### 3.3.3 主动预警系统

新龙特大桥4组桥墩防撞能力经验算评估约低于设防标准规范值90%,由于该4组桥墩均位于非通航孔,防撞能力较规范值差距较大,采用安装桥梁主动防碰撞预警系统降低安全风险。桥梁主动防碰撞预警系统采用电子围栏的方式利用现代检测手段实时探测船只超高、偏道及桥区水域周边环境并提前主动预警。

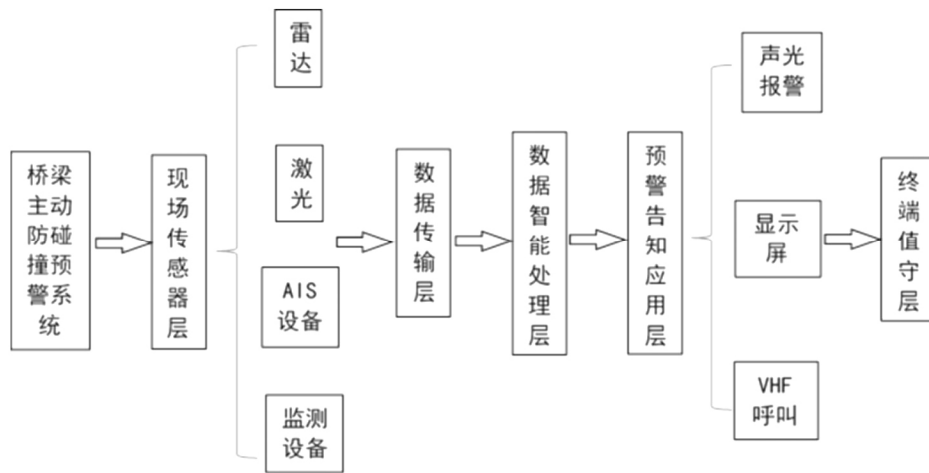


图5 桥梁主动预警系统技术路线图

桥梁主动防碰撞预警系统通过设置航行预警区、航行报警区及桥区水域区对过往船舶进行分级监护,其中航行预警区设置在桥梁上下游3000米处,船舶进入设置区域后,系统启动提醒警示功能,对船舶发送高频(VHF)语音广播信息,告知桥梁实时通航信息,提醒船舶留意桥梁,加强瞭望、谨慎驾驶;报警区设置在桥梁上下游1500米处,船舶进入设置区域后,系统持续跟踪船舶轨迹、航速、航向等各项参数,当船舶出现异常行为时,及时通过各种手段对船舶发出预警信息,并提醒值班人员通过智慧监测平台重点关注船舶动态;桥区水域设置在桥梁上下游400米处,船舶进入设置区域后,系统持续提醒桥区水域禁止船舶停航抛锚行为,当船舶触发紧急告警规则,自动进入重点报警阶段,系统会再次自动发出预警,同时系统会提醒值守人员进行人工干预,电话通知风险船舶进行应急处置。

## 4 结语

本文结合广州某快速路通航桥梁隐患综合整治工程积累的经验,探讨了船舶碰撞桥梁隐患排查、综合评估及隐患整治的方式方法,对于已建成投入运行的通航桥梁具有较强的实用性和指导性。

### 参考文献

[1]GB 5863-93《内河助航标志》  
 [2]GB 24418-2020《中国海区可航行水域桥梁助航标志》  
 [3]王爱民.跨内河航道桥梁桥涵标的设计要点[J].珠江水运,2018,(05):90-91.  
 [4]王爱民,徐宏明,张俊男.浅析跨航道桥梁桥涵标设置的必要性及主要性能要求[J].中国水运(下半月),2016,16(01):55-56.  
 [5]张晨,李昕,王辉,等.长江干线多孔通航桥梁通航桥孔辨识度提升方案研究[J].中国水运.航道科技,2021,(03): 26-30.