

桥梁通航安全风险及抗撞性能 综合评估工作及技术指南

交通运输部公路科学研究院
交通运输部水运科学研究院

二〇二一年八月

目 录

一、制定目的.....	1
二、适用范围.....	1
三、一般规定.....	1
四、依据文件.....	1
五、基础调查.....	1
(一) 桥梁资料.....	2
(二) 航道资料.....	3
(三) 船舶资料.....	4
六、通航安全风险评估要求.....	5
(一) 航道条件分析.....	5
(二) 通航环境分析.....	7
七、抗撞性能验算流程和要求.....	8
(一) 确定抗撞性能标准.....	8
(二) 确定设防代表船型.....	9
(三) 验算抗撞性能.....	10
八、评估结论.....	11
(一) 风险综合分析.....	11
(二) 方案综合论证.....	11
(三) 建议.....	12
附件 1.....	14
附件 2.....	15

一、制定目的

为指导桥梁运行管理单位掌握桥梁通航安全风险及抗撞性能综合评估工作的原则、内容、流程、要求，有序组织开展工作，制定本指南。

二、适用范围

本指南仅适用于《船舶碰撞桥梁隐患治理三年行动实施方案》（交办水〔2020〕69号，以下简称《实施方案》）中跨越内河高等级航道，按《桥梁安全风险隐患自查工作及技术指南》（以下简称《自查指南》）自查需要综合评估的各类桥梁。

三、一般规定

1. 评估工作要对照相关法规、规范性文件、技术标准及本指南进行。评估结论应实事求是。
2. 因桥施策，综合提出桥梁防撞能力提升方案与建议。
3. 评估结论按《实施方案》要求及时上报，评估报告参考目录详见附件1。

四、依据文件

包括法规和规范性文件、相关标准、批复文件、其他相关文件等，详见附件2。本指南所提的“规划”均为2020年底前已正式批准的规划。

五、基础调查

基础调查需充分利用桥梁安全风险隐患自查已获取资料，以及已

有桥梁防撞评估、航道通航条件影响评价资料等。

受委托咨询单位负责所需基础技术资料的调查，桥梁运行管理单位、各级交通运输主管部门、航道和海事部门给与必要的协助，确实无法收集到的基础资料，受委托咨询单位应进行实测。调查收集的桥梁、航道和船舶基础资料包含但不限于以下内容。

（一）桥梁资料

主要收集桥梁基本信息、防船撞设施、桥梁检测及基础冲刷等四个方面资料内容。还需核实实际结构，避免资料与实际不一致。

1. 桥梁基本信息

桥名、桥梁所属道路等级、桥型、桥梁涉水桥跨布置、通航技术参数等基本信息；涉水桥跨上部结构、桥墩、承台及基础的竣工图，对应桥跨详勘及与抗撞验算相关的结构设计资料。

2. 防船撞设施

防船撞设施设计（包括桥梁防船撞设计、计算或专题研究资料）、布设和使用、运维情况。

（1）主动防撞设施。主要包括助航设施、警示标志、安全监控预警设施等的布设资料，以及正常使用、运维情况等；

（2）结构性防撞设施。主要包括船撞设施竣工图、检测资料（若无检测资料时应对防撞设施的位置、尺寸、主要吸能构件技术状态等影响防撞设施防撞能力的参数进行复核），以及其正常使用、运维情况等。

3. 桥梁检测

涉水桥跨的相关检测资料，包括近期桥梁定期检查、涉水跨桥梁特殊检查、涉水桥墩水下基础专项检查报告，以及影响被撞桥梁结构抗撞性能的危害资料等。

4. 基础冲刷

原设计冲刷计算资料、现状冲刷调查等。若无原设计基础冲刷计算资料或现状冲刷超原设计要求的，则应收集冲刷计算所需资料，进行相关分析或研究。

(二) 航道资料

主要收集桥梁所在河段气象条件、相邻涉水设施与周围环境、航道通航条件、现状与规划等四部分内容。

1. 气象条件

(1) 风，包括常风向、次常风向及年出现频率，强风向、次强风向及年出现频率等；

(2) 雾，包括平均大雾日及近年实际出现的天数等；

(3) 对船舶通航可能产生影响的突发或灾害性天气。

2. 相邻涉水设施与周围环境

(1) 已建、在建的桥梁等跨越航道建筑物基本情况，包括位置、间距、通航净空尺度等；

(2) 已建、在建的码头、渡口渡线基本情况，包括位置、间距、设计船型、平面布置等；

(3) 已建、在建的水利枢纽等拦河建筑物基本情况，包括通航建筑物位置、形式与规模等；

(4) 已建、在建的锚地、停泊区等基本情况，包括位置、间距、进出频次等；

(5) 岸上、相邻设施或桥梁景观灯夜间灯光情况。

3. 航道通航条件

(1) 航道现状技术等级、航道设计和维护尺度、水上航标配布等；

(2) 水文条件，包括桥梁所在河段水流流速流向、不同时期（低水位、高水位期等）水位（潮位）变化、桥轴线法线方向与水流流向交角、最大横向流速等；

(3) 与通航条件有关的图纸，包括航道图或河床地形图、河床变化分析比较图、流速流向实测图等。

4. 现状与规划

(1) 航道规划，包括航道发展规划技术等级、规划航道尺度等；

(2) 港口现状与规划，港口现状包括港口、锚地等现状，港口规划包括港口、锚地规划及港口、岸线利用规划图；

(3) 当前和今后一段时期航运发展有关情况。

(三) 船舶资料

主要收集桥梁所在河段区段通航代表船型、船舶现状与规划、船舶交通流情况、事故及险情情况等四方面内容。

1. 区段通航代表船型

省级交通运输主管部门、长江航务管理局、珠江航务管理局函告的区段通航代表船型、船队。

2. 船舶现状与规划

(1) 船舶现状，现状通行船舶和船队的类型、吨位、尺度、装载情况等；

(2) 船型规划，规划船型和船队的类型、吨位、尺度等。

3. 船舶交通流情况

包括近三年的船舶流量、AIS轨迹、过桥航速等。

4. 事故及险情情况

近5年船舶碰撞桥梁的事故和险情，包括事故数量、损失程度、伤亡人数、事故原因、碰撞位置以及后续采取的处置措施，险情数量、

原因及处置情况等。

六、通航安全风险评估要求

选取适用通航标准的原则：跨越内河等级航道桥梁首先执行《内河通航标准》（GB 50139-2014）；当桥梁所处的航道属于运河航道时，还应执行《运河通航标准》（JTS 180-2-2011）；当跨越航道的桥梁通航海轮时，还应执行《海轮航道通航标准》（JTS 180-3-2018）；当桥梁跨越长江干线航道时，还应执行《长江干线通航标准》（JTS 180-4-2020）；当桥梁跨越长江三角洲高等级航道网规划内的航道时，还应执行《长江三角洲高等级航道网建设有关技术问题的暂行规定》（交水发〔2005〕27号）；对部分地区发布相关地方标准的，还应执行地方标准要求，但不应与国标、行业标准要求相冲突。

已开展航道通航条件影响评估的桥梁，可结合《航评报告》相关资料开展本次评估。若桥区河段的航道条件、通航环境、相关规划等发生变化，应补充变化后的相关内容，并开展进一步分析论证。

（一）航道条件分析

1. 桥区航道条件分析

（1）航道情况分析

分析桥梁所在河段的航道设计和维护尺度、航道维护水深保证率、航道布置与桥跨布置方案的适应性，评估航道顺直程度，分析航道情况可能对船舶通航产生的影响。

（2）水流条件分析

分析桥梁所在河段的横向和纵向水流流速的大小，结合桥梁轴线法线方向与水流流向的夹角，评估水流条件可能对船舶通航产生的影响。

2. 通航净空尺度复核

包括桥梁的通航净空高度和通航净空宽度的复核。按照相关通航标准计算桥梁通航净高要求和净宽要求，与实际通航净空尺度比对。

代表船型的选取主要依据区段通航代表船型、船队，兼顾考虑通过本桥梁的实际船型、船队特点。研究提出代表船型、船队及其主要参数，包括船舶总长、型宽、设计吃水和船舶水线以上高度等。

(1) 净高要求

选取适用于本桥梁的通航标准，根据通航净高的计算方法和通航净空尺度表，论证提出净高要求。

净高要求的确定，应根据工程河段航道现状等级，结合已批复的航道、港口规划与其他相关规划综合论证。

(2) 净宽要求

选取适用于本桥梁的通航标准，根据通航净宽的计算方法和通航净空尺度表，论证提出净宽要求。

净宽要求的确定应列出计算方法、计算成果，同时综合考虑横向流速加宽、弯道加宽、航槽摆动、船舶航迹线覆盖宽度、多线通航需求、通航安全要求等因素。

(3) 实际通航净空尺度计算

根据桥跨布置、设计最高通航水位等参数，现场测量和计算桥梁的实际通航净高、净宽。

实际通航净宽计算时应考虑桥墩宽度、防撞设施宽度、紊流宽度等，当桥梁轴线法线方向与水流流向交角大于 10° 时，还应考虑投影有效宽度。

3. 涉水桥墩通航影响分析

结合全部涉水桥墩数量、形状、尺度、与航道的位置关系、附近

的河床冲淤变化等，分析涉水桥墩对桥区船舶通航安全的影响。

4. 航道条件分析结论

综合上述分析，从桥区航道条件、通航净空尺度、涉水桥墩通航影响等方面，提出对通航安全产生的影响，并按照评估内容研究确定可能引起船舶碰撞桥梁的风险因素。

（二）通航环境分析

根据桥梁所在河段的自然环境、船舶交通流、船舶通航秩序、相邻设施影响及船桥碰撞历史事故险情等情况，分析可能引起船舶碰撞桥梁的风险因素。

1. 自然环境分析

统计分析桥梁所在地区大风、大雾及灾害性天气等，查找桥梁所在河段与气象条件相关的通航管理规定，分析气象条件中可能引起船舶碰撞桥梁的风险因素。

2. 船舶交通流分析

统计桥区河段近3年的船舶交通流，分析不同年份和洪中枯期通过桥梁所在河段的船舶日均流量，兼顾考虑船舶上下行、不同船舶类型（考虑是否存在危化品船或客船）、不同吨位的船舶数量等，适当考虑“十四五”期的船舶交通流，分析船舶交通流可能引起船舶碰撞桥梁的风险因素。

3. 船舶通航秩序

结合相关部门划定并公布的桥区水域范围，海事管理机构发布的定线制规定、航路设置和通航管理规定，分析桥区航标配布和船舶过桥航速，洪中枯期桥梁所在河段船舶AIS轨迹、航路航法、航路交汇情况，以及船舶通航秩序与桥区通航安全的适应性。

4. 相邻设施影响分析

(1) 根据相关通航标准关于桥梁选址与相邻跨拦临河设施的间距规定，计算桥梁与相邻设施间距要求的最小值，比对桥梁与相邻设施的实际间距，分析桥区水域港口、码头、渡线、锚地等相邻设施对桥区通航安全的影响。

(2) 分析岸上、相邻设施或桥梁景观灯夜间灯光情况对夜航船舶通航安全影响，提出可能引起船舶碰撞桥梁的风险因素。

5. 船舶碰撞历史事故险情分析

分析近五年桥区水域发生的船桥碰撞事故及险情，包括事故数量、损失程度、伤亡人数、事故原因、碰撞位置以及后续采取的处置措施等，分析险情数量、原因及处置情况，查找存在的安全隐患。

6. 通航环境分析结论

结合上述分析，从自然环境、船舶交通流、船舶通航秩序、相邻设施影响和船桥碰撞历史事故险情等方面，提出对通航安全产生的影响，并按照评估内容研究确定可能引起船舶碰撞桥梁的风险因素。

七、抗撞性能验算流程和要求

按《自查指南》需综合评估的跨越内河高等级航道的各类桥梁，根据需要按照《公路桥梁抗撞设计规范》（JTG/T 3360-02）的相关验算方法校核。跨越其他等级航道的桥梁抗撞性能验算流程和要求由各省级交通运输主管部门自行确定。

（一）确定抗撞性能标准

1. 确定桥梁重要性等级及设防水准

对照桥梁类型、所属公路等级、桥跨布置等桥梁基本情况，根据《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60）确定桥梁分类，参照《公路桥梁抗撞设计规范》（JTG/T 3360-02）确定桥梁船撞设防水准及重要

性等级。

2. 确定桥梁结构及构件抗船撞性能等级

根据桥梁船撞重要性等级及设防水准，参照《公路桥梁抗撞设计规范》（JTG/T 3360-02）确定桥梁的抗船撞设防目标、桥梁结构及构件的抗船撞性能等级。

3. 确定桥梁抗船撞性能标准

（1）梳理桥梁结构或构件技术状况。查找相关桥梁定期检查或特殊（专项）检查报告与资料，明确桥梁结构或构件的技术状况，并考虑基础冲刷，按照《公路桥梁承载能力检测评定规程》（JTG/T J21）确定桥梁构件相关承载能力检算系数及折减系数。

（2）计算桥梁抗船撞性能标准。基于桥梁结构或构件的检测、技术状况及承载能力评定结果，参照《公路桥梁抗撞设计规范》（JTG/T 3360-02）、《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTG 3362）、《公路桥涵地基与基础设计规范》（JTG 3363）、《公路圬工桥涵设计规范》（JTG D61）、《公路桥梁承载能力检测评定规程》（JTG/T J21）相关规定计算桥梁结构或构件的抗船撞性能标准。

4. 其他桥梁抗船撞性能标准

对于铁路、城市、管道等其他桥梁可参照现行《铁路桥涵设计规范》（TB 10002）、《城市桥梁设计规范》（CJJ 11）、《铁路桥梁检定规范》、《城市桥梁检测与评定技术规范》或《公路桥梁抗撞设计规范》（JTG/T 3360-02）确定。

（二）确定设防代表船型

公路桥梁按照《内河通航标准》《公路桥梁抗撞设计规范》（JTG/T 3360-02）等，结合设计批复的船型或航道等级、桥区河段实际通航情况、区段通航代表船型，在考虑既有桥梁预期寿命的基础上确定具

体桥梁的设防代表船型。

1.有设计批复船型的桥梁，以原批复文件确定设防代表船型；若通航提级，宜根据现状及已批准的航道规划研究确定。

2.无设计批复船型的桥梁，宜根据现状及已批准的航道规划研究确定。

3.相关单位发布的自查评估区段通航代表船型船队，供确定设防代表船型时参考使用。

铁路、城市、管道等其他桥梁设防代表船型可参照现行《铁路桥涵设计规范》（TB 10002）、《城市桥梁设计规范》（CJJ 11）确定，也可参照《公路桥梁抗撞设计规范》（JTG/T 3360-02）确定。

（三）验算抗撞性能

1. 船撞效应计算

（1）可参照《公路桥梁抗撞设计规范》（JTG/T 3360-02）推荐的质点碰撞法开展桥梁船撞效应计算。

（2）对设置防船撞设施的桥梁，还应考虑桥梁主体结构与防船撞设施分别承担船撞效应。

2. 考虑船撞作用的偶然组合下作用效应计算

参照《公路桥梁抗撞设计规范》（JTG/T 3360-02）进行考虑船撞作用的偶然荷载组合计算，得到考虑船撞作用的偶然组合效应值。

3. 抗撞性能验算

将桥梁结构或构件考虑船撞作用的偶然组合效应值与抗船撞性能标准进行比较，如果船撞组合效应值大于抗船撞性能标准，则墩、梁抗船撞性能不足，反之则抗船撞性能满足要求。

4. 对于铁路、城市、管道等其他桥梁，可参照《公路桥梁抗撞设计规范》（JTG/T 3360-02）相关规定执行。

八、评估结论

（一）风险综合分析

根据第六章梳理的风险分析结论和第七章抗撞性能验算的结果，全面、系统的分析船舶碰撞桥梁的风险要素情况，可结合3年内船撞事故、是否设置防撞设施、抗撞性能验算结论、通航净空尺度、航道维护尺度等风险要素开展桥梁船撞风险综合分析，并根据风险程度对区段桥梁进行分级分类。

（二）方案综合论证

根据区段桥梁船撞风险评估结论，对于需要进行防撞能力提升的桥梁，按照适用、可靠、经济的原则，按轻重缓急的顺序，统筹考虑通航标准，综合采取技术及管理措施，逐桥提出桥梁防撞能力提升方案，开展抗撞性能提升措施的综合论证，将船舶撞击桥梁的风险降低到合理和可接受的程度。主要技术措施包括但不限于以下内容：

1.抗撞性能提升措施

（1）船撞设施的选择应综合考虑，如：河道与航道、水文、桥梁净空尺度要求、桥梁基础形式、桥梁下部结构的抗撞能力、减小船舶损伤及加强环境保护等条件。

（2）结构性防撞设施，应使桥梁结构承受的船撞效应下降到主体结构自身可接受的水平。主要包括一体式防船撞设施、附着式防船撞设施或独立式防船撞设施等。结构性防撞装置应安全、耐久、可靠，宜采用模块式构造，便于维修与更换。防撞设施需统筹考虑对桥梁自身和船舶安全的保护。

（3）根据抗撞能力需要，通过对桥墩、基础、主梁等加固提升结构自身抗撞。对可能撞击桥梁上部结构的，可采用上部结构加固。

（4）对通航净高不满足现状通航要求的，可采用顶升、拆除重

建或设置防落梁设施等改造措施；通航净高不满足规划通航要求的，可待规划航道提升工程实施或桥梁改建时进行处治。

2.通航环境完善措施

(1) 增设相关主动防撞设施，包括助航设施、警示标志、安全监控预警设施等。

(2) 加强通航秩序监管，或结合水域通航管理实际情况，制定有针对性的管理措施。

(3) 加强航道巡查、加大疏浚力度、实施航道整治工程或优化航标配布。

(4) 加强桥区水域应急值守，一旦发生水上突发事件能够及时处置。

(三) 建议

1. 抗撞性能不满足要求的桥梁，应优先采取设置防撞设施、加固或改造桥梁等方式提升抗撞性能，难以设置防撞设施、加固或改造的桥梁，应加装主动预警装置，并由各有关部门加强现场管理。对抗撞性能不满足现状通航要求的桥梁近期处治，对满足现状但不满足规划标准的，待规划航道提升工程实施或桥梁改建时进行处治。

2. 通航净空尺度不足的桥梁，应加装主动预警装置，并由各有关部门加强现场管理。

3. 桥区航道维护尺度达不到航道部门公布的航道维护尺度的，应加强航道巡查，加大疏浚力度，仍不能达标的，应实施航道整治工程。

4. 桥区水域通航环境复杂的，相关部门应加强现场监管，并加强桥梁警示标志、桥涵标志的设置和管理，完善周边水域导助航设施，以便于船舶保持正确航道航行。对未划定桥区水域的桥梁，建议由相关部门确定并公布桥区水域范围。

5. 下部结构用防船撞设施，应选择已有工程应用，得到检验、设计方法明确的结构形式与材料。

6. 桥梁抗撞能力提升后，对实际通行超过区段桥梁设防代表船型吨位的船舶，交通运输主管部门和海事管理机构应根据桥梁抗撞能力、航道等级、实际船舶通航情况等确定航道通航管控措施，建立健全桥区管控机制，并向社会告知。

7. 各地要根据本次桥梁碰撞隐患治理情况，在制定航道发展规划、确定通航代表船型时要统筹考虑桥梁防抗撞能力、通航标准，建立协调机制。

附件 1

桥梁通航安全风险及抗撞性能综合评估报告

参考目录

- 1.概述
 - 1.1 任务来源
 - 1.2 桥梁概况
 - 1.3 技术路线
 - 1.4 编制依据
- 2.基础调查
 - 2.1 桥梁基本情况
 - 2.2 航道基本情况
 - 2.3 船舶基本情况
- 3.通航安全风险评估
 - 3.1 航道条件分析
 - 3.2 通航环境分析
- 4.抗撞性能验算
 - 4.1 抗撞性能标准
 - 4.1 设防代表船型
 - 4.3 船撞力作用计算
 - 4.4 抗撞性能验算
- 5.评估结论
 - 5.1 风险综合分析
 - 5.2 方案综合论证
 - 5.3 建议
- 6.附件、附图

注：上述为综合评估总报告目录，通航安全评估分报告与桥梁抗撞性能评估分报告（有必要分册编制的）目录可参考拟定，本指南不再单列。

附件 2

桥梁通航安全风险及抗撞性能综合评估工作依据文件

(一) 法律法规和规范性文件

1. 《中华人民共和国航道法》（中华人民共和国主席令2014年第十七号）；
2. 《公路安全保护条例》（中华人民共和国国务院令2011年第593号）；
3. 《铁路安全管理条例》（中华人民共和国国务院令2013年第639号）；
4. 《城市道路管理条例》（中华人民共和国国务院令1996年第198号）；
5. 《中华人民共和国桥区水域水上交通安全管理办法》（交办海〔2018〕52号）；
6. 《中华人民共和国航标条例》（中华人民共和国国务院令第187号）；
7. 《沿海航标管理办法》（交通部令2003 年第7号）；
8. 《海区航标设置管理办法》（交通部令1996年第12号）；
9. 《长江三角洲高等级航道网建设有关技术问题的暂行规定》（交水发〔2005〕27号）；
10. 《公路长大桥隧养护管理和安全运行若干规定》（交公路发〔2018〕35号）；
11. 《公路桥梁养护管理工作制度》（交公路发〔2007〕336号）；
12. 《长江干线水上交通安全管理特别规定》（交通运输部令2017年第32号）；
13. 《交通运输部办公厅 国家铁路局综合司 国铁集团办公厅关

于印发船舶碰撞桥梁隐患治理三年行动实施方案的通知》（交办水〔2020〕69号）；

14. 《桥梁安全风险隐患自查工作及技术指南》（交通运输部水运科学研究院 2021年4月）；

15. 其他相关法规及规范性文件。

（二）相关标准

1. 《内河通航标准》（GB 50139-2014）；
2. 《内河助航标志》（GB 5863-93）；
3. 《内河助航标志主要外形尺寸》（GB 5864-93）；
4. 《内河航标技术规范》（JTS/T 181-1-2020）；
5. 《海轮航道通航标准》（JTS 180-3-2018）；
6. 《运河通航标准》（JTS 180-2-2011）；
7. 《内河通航水域桥梁警示标志》（修订报批稿）；
8. 《中国海区可航行水域桥梁助航标志》（GB 24418-2020）；
9. 《内河交通安全标志》（GB 13851-2019）；
10. 《长江干线通航标准》（JTS 180-4-2020）；
11. 《长江干线桥区航道整治建筑物助航标志》（JTS 196-10-2019）；
12. 《公路桥梁抗撞设计规范》（JTG/T 3360-02-2020）；
13. 《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTG 3362）；
14. 《公路桥涵地基与基础设计规范》（JTG 3363）；
15. 《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60, JTJ 021-1989）；
16. 《铁路桥涵设计规范》（TB 10002）；
17. 《城市桥梁设计规范》（CJJ 11）；
18. 《公路桥梁承载能力检测评定规程》（JTG/T J21）；

19. 《铁路桥梁检定规范》（铁运函〔2004〕120号）；
20. 《城市桥梁检测与评定技术规范》（CJJT 233）；
21. 《跨越和穿越航道工程航道通航条件影响评价报告编制规定》
（JTS120-1-2018）；
22. 其他相关标准文件。

（三）批复文件

1. 桥梁通航批复文件；
2. 桥梁涉河建设方案批复等；
3. 桥梁设计文件；
4. 桥区航标布设文件。

（四）其他相关文件

包括桥梁交（竣）工验收等有关文件。