

图 6 300 吨级船舶同时上下行航迹线 (工况 5)

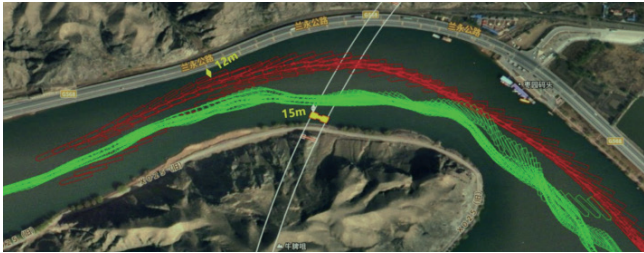


图 7 不同工况下 300 吨级船舶上、下行航迹线汇总试验结果 (图 6、图 7、表 4) 表明:

(1) 上行时, 风向 WN(西北)、WS(西南)和风力 4 级时, 船舶可以安全通过桥区; 风力 6 级时, 由于船舶受风面积大, 船舶操纵难度大, 船舶处于欠控状态, 通航安全无法保障。

(2) 下行时, 风向 WN(西北)、WS(西南)和风力 4 级时, 船舶可以安全通过桥区; 风力 6 级时, 由于船舶受风面积大, 水流流速大, 试验过程中存在擦碰航道内航标和右岸情况, 船舶无法安全下行。

表 4 不同工况下船舶航行参数表 ($Q=4060\text{m}^3/\text{s}$)

航向	风向	风力	最大舵角 ($^{\circ}$)		最大漂角 ($^{\circ}$)		航速范围 (m/s)
			左	右	左	右	
上行	WN	4 级	13	16	17.5	15.2	1.37~1.94
	WS	4 级	10	23	27.9	8.3	1.08~1.93
	WS	6 级	28	29	39.4	6.1	1.32~3.80
下行	WN	4 级	20	15	8.5	14.3	3.76~4.86
	WN	6 级	13	22	16	8.3	4.41~5.96
	WS	4 级	23	13	0.5	21.6	4.84~6.21
	WS	6 级	35	0	0	28.1	1.15~7.25

同时上下行时, 上行船舶通过桥区水域时, 航线存在一定程度摆动, 于弯道起、止点附近与下行船舶航迹线几近交叉, 而下行船舶受弯道通视性影响, 为避让上行船舶, 偏向右岸航行, 与既有兰永公路桥墩安全距离较小, 存在碰撞桥墩风险。

5 结论

本文采用通航净空尺度复核、实测船舶航迹线分

析、美国 AASHTO 船撞桥概率模型计算、船舶通航安全模拟试验及平面二维数学模型耦合等方法分析了库区弯曲桥区河段的航道通航条件。

(1) 枣园黄河大桥通航净空尺度满足规范要求。

(2) 枯水期, 现状客船与涉水 2# 桥墩边线的间距较大, 船舶碰撞桥墩的概率极小, 建桥对现行航线和航道通航条件影响较小。

(3) 中水期, 通航孔 2# 桥墩的年撞损概率小于容许概率 10^{-4} /年。

(4) 洪水期, 风力 4 级时, 船舶可以安全上行或下行通过桥区水域; 风力 6 级时, 通航安全无法保障。同时上下行时, 上、下行船舶航线几近交叉, 下行船舶存在碰撞既有兰永公路桥的安全隐患。

鉴于此, 枣园黄河大桥应划定桥区通航水域, 确认上、下水航线并发布风力等级、流量、能见度、航速等航行限制条件, 同时设置助导航标志、桥梁防撞设施与预警装置。此外, 桥区航道位于库区弯曲河段, 受风、流、通视性等因素综合影响, 船舶双向通行时安全风险较高, 上下行船舶应提前加强沟通, 商定会船方案, 谨慎驾驶。

参考文献:

- [1] 贺亮鑫. 跨河桥梁通航净空尺度的确定和验算方法 [J]. 中国水运, 2017,(10):53-54.
- [2] 邓良爱, 杨伟, 刘明俊. 弯曲河段宽度与航道通航能力关系研究 [J]. 交通信息与安全, 2010,(06):14-16.
- [3] 袁龙文, 郝艳广, 韩劲龙, 等. 内河桥梁船撞损伤影响因素及影响规律数值模拟分析 [J]. 重庆理工大学学报, 2019,(06):84-90.
- [4] 李大鸣, 管永宽, 李玲玲, 等. 蓄滞洪区洪水演进数学模型研究及应用 [J]. 水利水运工程学报, 2011,(03):27-35.
- [5] 张秀凤, 洪碧光, 金一丞. 船舶操纵模拟器在船舶通航安全评估中的应用 [J]. 中国航海, 2003,(03):24-26,31.
- [6] 王召兵, 徐奎, 吴俊, 等. AASHTO 概率模型在船桥碰撞风险评估中的应用 [J]. 水运工程, 2017,(10):179-185.

基金项目: 四川省水上特色旅游航道及港口公共锚地建设标准研究 (222024011); 四川省交通勘察设计研究院有限公司资助科技项目旅游专用航道通航技术指标与参数研究 (232023025)。

寒潮大风对我国沿海船舶航行安全的影响和对策

张忠宏

(上海中波国际船舶管理有限公司, 上海 200072)

摘要: 中国沿海每年 10 月至次年 3 月为寒潮大风频发期, 寒潮对船舶航行安全构成严重威胁。本文通过分析寒潮大风的形成机制和其对船舶航行的影响, 提出应对措施, 确保寒潮条件下船舶安全航行。研究基于实际船舶操作经验, 并结合历史数据及案例, 探讨寒潮天气下的有效防范策略。

关键词: 寒潮大风; 船舶航行安全; 防范措施; 应急预案

中图分类号: U676.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2025) 21—0018—03

寒潮大风是中国沿海冬季典型的极端天气现象, 通常由极低冷空气大规模南下引发, 具有气温骤降、风力强劲、影响范围广等特点。尽管寒潮大风的强度低于台风, 但其持续时间长、气温剧降的特点, 对航行船舶尤其是沿海及近海作业的船舶构成极大的威胁。

近年来, 寒潮大风导致的船舶损失事件屡有发生, 船舶失控、锚泊漂移、设备损坏等问题在寒潮期间尤为突出。本文通过分析寒潮大风对船舶航行的影响, 结合数据分析与实际案例, 提出针对寒潮大风天气的航行安全策略及防范措施。

1 寒潮大风的气象特征及形成机制

寒潮大风的形成主要受多种气象因素的综合影响。其核心在于高纬度地区急剧南下的冷空气与温暖湿润的海洋气流相遇, 形成了强烈的气压梯度。冷空气主要源自西伯利亚和蒙古高原等温度骤降显著的高纬度区域, 这些地方的冷空气具有较高的动能。同时, 中国沿海地区的地形特征, 如起伏的山脉和复杂的海岸线, 显著影响冷空气的移动路径, 促进风速的加快。此外, 大气环流的变化, 尤其是冬季西风带的强度和方向变化, 对寒潮的发生起着关键作用。随着冷锋的迅速推进, 海上强风和低温随之而来, 形成了寒潮大风的典型气象特征。

根据中国气象局的标准, 寒潮的特征包括在 24 小时内气温骤降超过 10°C , 且最低温度降至 5°C 以下, 同时风力达到 7 级以上。这种气象现象的形成过程可由下列因素进行分析:

(1) 冷空气的来源是寒潮形成的重要因素, 通常来自温度极低的高纬度地区。

(2) 沿海的地形特征决定了冷空气的流动方式,

影响风力强度。

(3) 全球和区域性的大气环流系统, 特别是西风带的变化, 直接决定了冷空气的南下路径及其强度。

2 大风寒潮对船舶航行安全的影响及造成事故的特点

2.1 寒潮大风对航行安全的影响

我国沿海进入冬季后, 北方强大的冷空气南下, 自北向南相继出现强烈的偏北大风和急剧的降温现象。由于受地形的影响, 使气流速度增大, 在沿海海面经常造成 8 级以上偏北大风和巨浪^[1]。通过对 2009—2023 年寒潮大风发生次数的统计分析, 如图 1 所示, 可以发现该现象在不同年份呈现出明显的波动性。

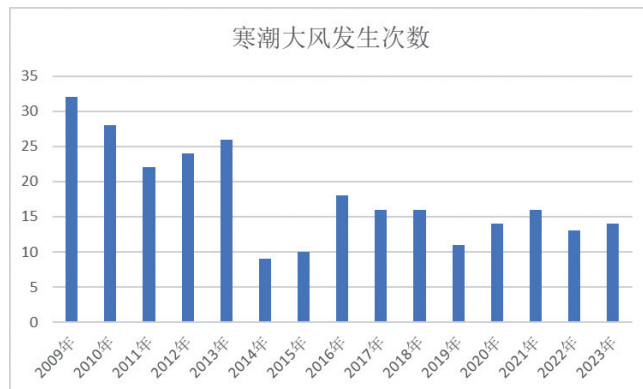


图 1 2009—2023 年中国沿海寒潮大风发生次数统计

从上述数据可以看出, 2009 年寒潮大风发生次数最多, 之后出现显著减少, 尤其在 2014 年和 2015 年达到低点。然而, 自 2016 年起, 寒潮大风的发生次数逐渐稳定在每年 15 次附近。这表明寒潮大风尽管在部分年份出现频率下降的趋势, 但其对船舶航行安全的潜在威胁依然存在。

且现有资料显示, 2023 年 12 月, 一次寒潮大风的