

2021—2022 年冬季辽东湾海冰冰情动态和模拟研究

马龙¹, 宋革¹, 邴磊², 徐进¹, 曹亮¹, 赵志强¹, 王丽娜³

(广东海洋大学船舶与海运学院, 广东 湛江 524088; 2. 烟台海事局, 山东 烟台 264000;
3. 大连理工大学城市学院, 辽宁 大连 116600)

摘要: 每年冬季辽东湾水域的海冰给当地的社会、经济带来重大影响, 各个行业部门也非常关注海冰的发展, 并希望能够对冰情的发展作出合理的预测。研究针对 2021—2022 年冬季辽东湾, 根据观测数据建立了海冰面积、冰缘线离岸距离和三日平均气温、积温、累积冻 / 融冰度日的时间序列, 分析冰情和温度参量之间的关系; 分别针对海冰发展期和融冰期, 建立冰情与候气温、积温、累积冻冰度日和累积融冰度日的函数关系, 结果表明, 发展期, 积温和累积冰度日能够较好地拟合冰情变化; 融冰期, 候气温能够较好地拟合冰情变化。研究成果对于未来渤海海域冰情模拟预测提供了一个很好的参考; 同时, 研究关于冰缘线离岸距离的分析和模拟, 对于冬季渤海海域的船舶航行安全具有重要意义。

关键词: 辽东湾; 海冰; 积温; 累积冻冰度日; 累积融冰度日

中图分类号: P731.15 文献标识码: A 文章编号: 1006—7973 (2023) 03—0110—03

辽东湾是我国海冰灾害最为严重的水域, 每年冬季 12 月至翌年 3 月都会有不同程度的结冰现象^[1,2], 给该水域船舶航行、石油勘探、水产养殖等生产活动带来不同程度的影响^[3,4], 因此, 有必要开展辽东湾海冰冰情动态和模拟研究。

渤海海冰研究主要涉及海冰面积、冰缘线离岸距离^[5]、海冰厚度^[6-8]和冰情等级。目前国内相关标准中没有将海冰厚度列为调查要素, 海冰面积预测一直是研究的重点。温度被认为是影响海冰发展的重要因素, 对日平均温度^[9]、多日平均温度^[10,11]、积温^[11,12]和累积冻冰度日^[13]与海冰面积的相关性都作了探讨。研究表明利用一个函数关系对整个冰期进行建模, 温度和海冰面积难以有很好的相关性, 同样利用一个函数关系也难以对整个渤海海冰的发展进行有效模拟^[11]。

研究以 2021—2022 年度辽东湾冬季海冰为研究对象, 以海冰面积和冰缘线离岸距离作为冰情要素, 将冰期分为发展期和融冰期, 分析气温、积温、累积冻 / 融冰度日与冰情要素的相关性, 模拟建立冰情要素和温度的模拟预测关系。

1 冰情和气温时间序列构建

卫星观测表明 2021—2022 年辽东湾初冰日为 2021 年 12 月 17 日, 终冰日为 2022 年 3 月 4 日, 冰期 78 天, 受云的影响, 13 天没有海冰观测信息。参考李彦青等的工作^[5], 引入候的概念, 以三天为一候, 整个冰期共有 26 候。对于发展期和融冰期的划分; 参考孙静琪等的工作^[3], 确定 1 候—13 候为发展期 (初冰日—1 月 24 日), 14 候—26 候为融冰期 (1 月 25 日—终冰日); 营口气象站气温记录显示自 2021 年 12 月 17 日起气温稳定低于 -2°C 。气温时间序列的建立与候对应, 分别为候气温、

候积温 (从温度稳定低于 -2°C 至冰期结束)、发展期累积冻冰度日 (从温度稳定低于 -2°C 至发展期结束) 和融冰期累积融冰度日 (从融冰期至冰期结束)。

图 1 显示海冰面积和冰缘线离岸距离时间序列具有一致的消长趋势。海冰发展期, 海冰面积和冰缘线离岸距离持续扩大, 15 候第一次达到极大值; 其后辽东湾明显升温, 后续出现强冷空气, 海冰面积和冰缘线离岸距离在 19 候出现一次极低值, 21 候出现冬季海冰面积最大值。在融冰期 19 候的气温低值和 21 候的气温高值与同期冰情的极值有较好地对应, 表明可能利用融冰期的候气温对同期冰情进行模拟。

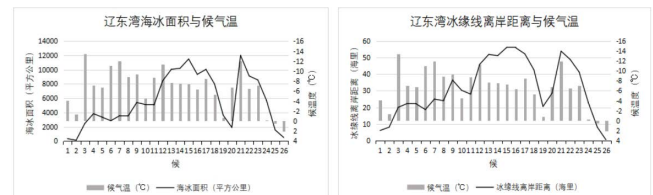


图 1 候气温与海冰冰情

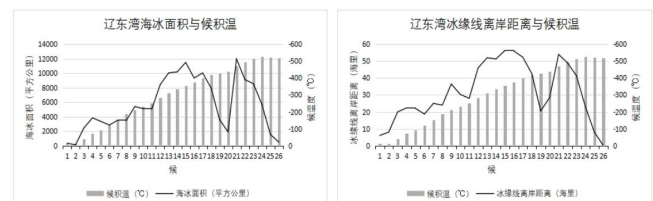


图 2 候积温与海冰冰情

根据图 2, 候积温趋势表现为发展期线性增加, 进入融冰期增幅平缓。结合叠加的冰情变化曲线, 表明发展期的候积温与冰情变化有较好的相关性; 融冰期由于出现气温增高造成冰情呈双峰特征, 降低了融冰期候积温与冰情的相关性。

实际上, 累积冻 / 融冰度日和候积温都是进行了温度累加, 所以发展期累积冻冰度日、融冰期累积融冰度

日与海冰冰情的关系与候积温和冰情相关性方面表现类似,文中不再增加图形说明。

2 冰情模拟

目前关于冰情发展的模拟主要是针对海冰面积,本研究将冰缘线离岸距离也列入模拟对象,分别针对海冰发展期和融冰期探讨冰情要素与温度要素的函数关系。结果表明,发展期,采用指数函数的积温、累积冻冰度日与海冰面积和冰缘线离岸距离相关性最高(候积温/海冰面积: $y = 625.25e^{-0.01x} (0.8762)$; 累积冻冰度日/海冰面积: $y = 672.03e^{0.0125x} (0.8772)$; 候积温/冰缘线离岸距离: $y = 10.248e^{-0.005x} (0.8463)$; 累积冻冰度日/冰缘线离岸距: $y = 10.672e^{0.0066x} (0.8463)$)。融冰期,采用指数函数都候气温与海冰面积和冰缘线离岸距离相关性最高(候气温/海冰面积: $y = -782.71x + 3109.8 (0.6707)$; 候气温/冰缘线离岸距离: $y = -4.1259x + 16.26 (0.8001)$)。

根据模拟结果,发展期积温和累积冰冻度日能够较好地拟合海冰面积变化。庞海洋等^[14]对渤海海冰时空变化研究中指出,海冰发展面积与积温在初冰期至盛冰期阶段吻合度较高;同样,苏华^[13]也指出海冰面积与累积冻冰度日变化趋势一致,融冰期候气温能够较好地拟合海冰面积变化;左涛等^[1]同样指出融冰期气温与海冰日面积具有更好的相关性。

同样地,发展期积温和累积冰冻度日能够较好地拟合冰缘线离岸距离变化,融冰期候气温能够较好地拟合冰缘线离岸距离。

2021—2022年辽东湾冬季,研究获得发展期、融冰期的海冰面积和冰缘线离岸距离与温度的函数关系,有关结论得到前人研究的支持。同时,对于冰情模拟获得了一些新的认识。根据模拟结果,对于发展期冰情的模拟采用指数函数效果更好;此外,研究获得了辽东湾冰缘线离岸距离和温度参数的函数关系,这对于未来渤海海冰研究提供了一个新路线。需要说明的是,受限于数据和研究区,本研究的函数关系和相关结论适用于辽东湾的偏轻冰年。

3 结论

研究关于冰缘线离岸距离的分析和模拟,对于冬季渤海水体的船舶航行安全具有重要意义,未来可以针对港口航道,利用气温观测预测航道的海冰影响。总的来说,关于渤海水域冬季海冰的模拟预测,很难用单一公式模拟整个冰期的冰情;由于辽东湾、渤海湾和莱州湾的地理环境条件的差异,也很难用单一公式模拟整个渤海的冰情;再者,由于每年气象条件不同,冰情发展也不同,用单一公式模拟不同冰情年份,也会造成模拟结

果不准确。因此,未来应针对不同冰情年份,分别为辽东湾、渤海湾和莱州湾,建立发展期和融冰期的海冰模拟预测函数。此外,也注意到本研究的融冰期,由于气温的升高和降温造成了冰情的一个低值和一个高值,对于这种情况的模拟预测是比较困难的,只能针对性地根据当前气象资料实况进行短期判断和预测。

参考文献:

- [1] 左涛,郭玉娣,刘彬贤,等.基于MODIS数据的辽东湾海冰面积特征分析及与气温关系的探讨[J].海洋预报,2021,38(5):47-52.
- [2] 刘成,曹祥村,尹朝晖,等.2007-2018年黄渤海海冰气候特征及其对气象因子的响应[J].海洋通报,2019,38(2):173-178.
- [3] 孙静琪,陈笑娟,李倩,等.基于遥感技术的1988-2018年渤海海冰冰情时空变化特征[J].灾害学,2022,37(1):178-184+191.
- [4] 赵泉华,王肖,王雪峰,等.2015-2020年辽东湾海冰冰情时空特征及其影响因素[J].地球信息科学学报,2021,23(11):2025-2041.
- [5] 李彦青,苏洁,汪洋,等.渤海海冰外缘线候平均离岸距离的变化及其关键影响因子[J].中国海洋大学学报:自然科学版,2013,43(7):7-16.
- [6] SU H, WANG Y. Using MODIS data to estimate sea ice thickness in the Bohai Sea (China) in the 2009-2010 winter[J]. Journal of Geophysical Research: Oceans, 2012, 117: 1-18.
- [7] NING L I, XIE F, WEI G U, et al. Using remote sensing to estimate sea ice thickness in the Bohai Sea, China based on ice type[J]. International Journal of Remote Sensing, 2009, 30(17): 4539-4552.
- [8] 谢锋,顾卫,袁艺,等.辽东湾海冰资源量的遥感估算方法研究[J].资源科学,2003,25(3):17-23.
- [9] 岳海波,张杰,纪永刚,等.辽东湾海冰面积变化模拟和预测探讨[J].海洋学报,2009,31(5):169-174.
- [10] 武晋雯,张玉书,冯锐,等.基于MODIS的海冰面积遥感监测及其与气温的相关分析[J].遥感技术与应用,2009,24(1):73-76.
- [11] 王萌,武胜利,郑伟,等.长时间序列卫星遥感渤海海冰时空分布特征及与气温关系分析[J].气象,2016,42(10):1237-1244.
- [12] 刘珍.渤海海冰面积的时间变化与区域气温的关系研究[D].北京:北京师范大学,2007.
- [13] 苏华.渤海海冰关键要素MODIS遥感研究-以2009-2010年冬季为例[D].广州:中国科学院广州地球化学研究所,2012.
- [14] 庞海洋,孔祥生,孙志伟,等.基于遥感和气象数据

长窄渡槽内船舶船行波分布影响因素研究 以及经验波高公式拟合

徐玮

(苏交科集团股份有限公司, 江苏 南京 210019)

摘要: 为了对直立式护岸下渡槽的船行波进行数值模拟, 本文以淮安枢纽二期工程中的长窄渡槽为研究对象, 通过数值计算和模拟, 从不同吃水和不同速度对船行波的作用等方面, 对不同工况下的行波进行了较为细致的分析。通过对标准波高的计算, 运用多元线性回归法对其进行了检验, 得出了渡槽内船舶行驶形成行波波高的计算公式; 结果表明, 该方法具有良好的计算准确率, 能够准确地反映实际的波高的分布。

关键词: 直立式护岸; 渡槽航段; 船行波; 三维数值模拟

中图分类号: U17.8 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2023) 03—0112—03

1 前言

随着船舶大型化、通过频率的密集化, 我国的内河运输出现了明显的船行波问题。特别是在某些束窄的河道(如渡槽、船闸引航道、天然束窄区), 船行波造成的水流扰动问题尤为突出。大尺度船行波会造成船头倾斜, 影响过往船舶的正常航行, 恶化航道两岸码头待泊船舶泊稳, 甚至出现淘刷水流, 破坏两侧护岸的稳定性。

从 18 世纪后期开始, Kelvin 提出了船舶在航行时会出现两种不同的波形, 这两种波形重叠后的波峰是不同的。该歧线是一条直线(形成歧线), 歧线和船只的行驶路线的夹角是开尔文角, 并且是(19~22°)的相对固定值。图 1 中给出了开尔文角度的图表。Wilson 对巴拿马 12 种船舶的大量航行波资料进行了分析, 发现船行波具有典型的平面传播和分布特征, 最大波高随着时间的推移而不断变化, 在空间上呈现出显著的三维特征。Raven 将叠加波的最大波高定义为在一系列波段中, 相邻波峰与谷峰的最大高程差异, 并将波峰与谷间的时间历史确定为半周期。

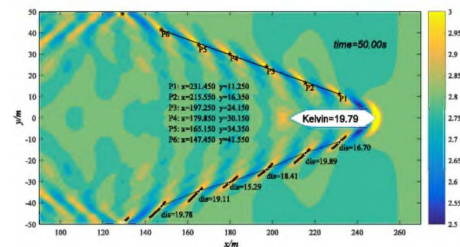


图 1 开尔文角示意图

2 三维模型建立

2.1 船型选择及船舶模型建立

连申线的航道是按照《内河通航标准》和《京杭运河、淮河水系过闸运输船舶标准船型主尺度系列》的要求, 以 58×11.0×3.1(船长×宽×吃水)的 1000 t 级货物船为典型船型。

2.2 渡槽三维模型及计算工况

二期的渡槽全长 293.4 米, 宽度 71 米。

计算工况模拟船舶由北至南行驶, 水流流速取最不利工况(最高通航水位下, 流速 250 立方米/秒), 水位取 2.41m。

对辽东湾海冰变化预测研究 [J]. 海洋与湖沼, 2018, 49(4): 725-733.

基金项目: 广东海洋大学科研启动经费资助项目《基于海冰冰情分析的北极航线通航性研究》

(060302132106); 广东海洋大学科研启动经费资助项目《岸基雷达的港口群溢油协同监测技术》(060302132009); 广东省自然科学基金(编号: 2022A1515011603)