

渔港有效避风面积计算探讨

——以霞关渔港为例

林法玲^{1,2}

(1.福建省海洋预报台,福建 福州 350003 2.福建省海洋与渔业信息中心 福建 福州 350003)

摘 要:海洋渔业生产安全,关系到广大渔民的切身利益,一直是各级政府部门高度关注的民生问题。建设好海洋渔业安全环境保障系统,为渔业生产安全管理提供有力的技术支撑,不仅是国家海洋局当前重中之重的的工作,也是沿海各省自身应做好的工作职责。而通过渔港有效避风面积计算确定渔港避风容量,确保渔船在港内安全避风,是海洋环境专题预报中的重要内容。本文利用Mike21-BW模型,结合霞关一级渔港的设计实例,计算渔港的港内波况,统计出渔港有效避风面积,并按0.6 m以下、0.6—0.8 m和0.8—1.0 m三类港内波高段进行划分,确定相应的避风区域,进一步完善海洋渔业生产安全保障系统,为海洋渔业行政主管部门指导渔业安全生产提供了有力的技术支撑。

关键词:海洋渔业安全保障系统;Mike21-BW模型;港内波况;有效避风面积

中图分类号:U653 **文献标志码:**A **文章编号:**1003-0239(2012)06-0092-06

1 引言

我国是一个海洋大国,海洋渔业作为海洋三大产业中的第一产业在我国海洋经济中占有重要位置。据不完全统计,全国共有各类海洋捕捞渔船约31万艘,各类渔港1000余个,从业渔民达800万人。由于我国位于西北太平洋和南海海域沿岸,而西北太平洋和南海海域是全球台风最为活跃的海域,频受风暴潮和台风浪的袭击,海洋灾害对渔业生产造成了重大伤亡和财产损失。根据《中国海洋灾害公报》统计,在2000—2010年期间,我国渔船沉损累计达56000余艘,养殖面积累计损失近1300千公顷,直接经济损失1498亿元。2006年8号台风“桑美”超强台风的正面袭击福建和浙江交界海域,福建沙埕港湾内聚集了福鼎市、霞浦县及浙江苍南、平阳等地各类大、小避台渔

船近万艘,造成721艘渔船沉没、1723艘渔船被损坏的结果,给当地渔业生产带来了极大的损失^[1]。海洋渔业生产安全,关系到广大渔民的切身利益,一直是各级政府部门高度关注的民生问题。建设好海洋渔业安全环境保障系统,为渔业生产安全管理提供有力的技术支撑,不仅是国家海洋局当前重中之重的的工作,也是沿海各省自身应做好的工作职责。而通过渔港有效避风面积计算确定渔港避风容量,确保渔船在港内安全避风,是海洋环境专题预报中的重要内容。渔港有效避风面积是指,渔港在100年一遇设计波浪作用时,渔港港内有效波高 $H_{1/3} \leq 1.0$ m的水域面积^[2-4]。本文利用Mike21中的BW模型,以防波堤堤前波要素为边界条件^[5],计算避风渔港的港内波况,并统计出相应的避风面积,进一步完善了海洋渔业生产安全保障系统,为海洋渔业行政主管部门指导渔业安全生产提供了有力的技术支撑^[6]。

收稿日期:2012-06-19

基金项目:“国家海洋局公益性项目(201205006)”

作者简介:林法玲(1969-),男,高级工程师,从事海洋防灾减灾、海域管理等方向研究。E-mail: jiqiwawa0930@126.com

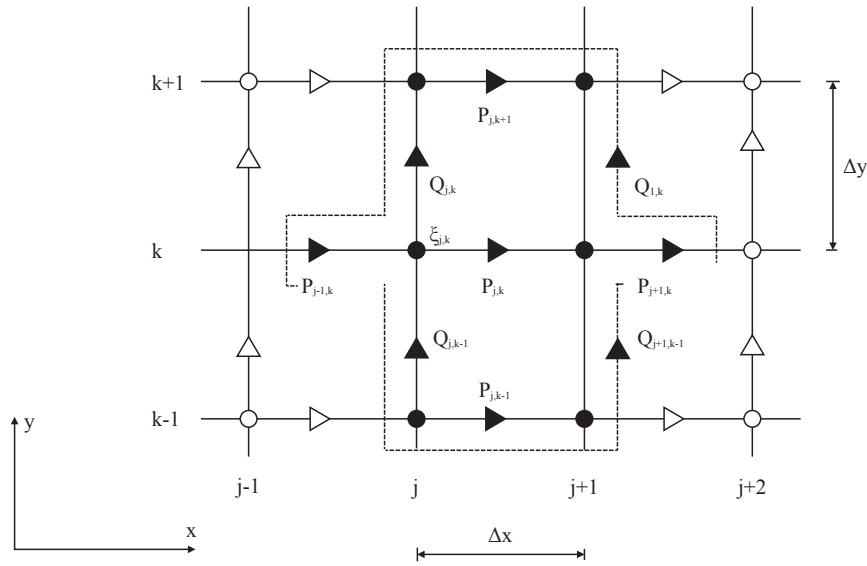


图1 x、y方向的交错网格

2 MIKE21-BW 波浪数值模型介绍^[7]

MIKE21-BW 波浪数值模型由丹麦水力研究所 (Danish Hydraulic Institute, 简称 DHI) 开发, 能很好的模拟波浪传播过程中的折射、绕射、反射、浅化等现象。

2.1 模型控制方程

连续方程:

$$n \frac{\partial \xi}{\partial t} + \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

X 方向动量方程:

$$n \frac{\partial P}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{P^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{PQ}{h} \right) + \frac{\partial R_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial R_{xy}}{\partial x} + F_x$$

$$n^2 gh \frac{\partial \xi}{\partial x} + n^2 P \left[\alpha + \beta \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{h} \right] + \frac{gP \sqrt{P^2 + Q^2}}{h^2 C^2} \quad (2)$$

$$+ n \psi_1 = 0$$

Y 方向动量方程:

$$n \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{Q^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{PQ}{h} \right) + \frac{\partial R_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial R_{xy}}{\partial x} + F_y$$

$$n^2 gh \frac{\partial \xi}{\partial x} + n^2 Q \left[\alpha + \beta \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{h} \right] + \frac{gQ \sqrt{P^2 + Q^2}}{h^2 C^2} \quad (3)$$

$$+ n \psi_2 = 0$$

式中, 下标 x、y、t 分别表示对空间和时间的偏微分。式中: ξ 为波面升高; P、Q 为 x、Y 方向流量密度; B 为深水色散系数; F_x 、 F_y 为 x、y 方向水平应力;

D 为静水深; h 为水深, $h=d+\xi$; C 为谢才系数; α 为孔隙介质中的层流阻力系数; B 为孔隙介质中的紊流阻力系数; n 为孔隙率; g 为重力加速度。

2.2 边界条件

模型计算区域的边界分 3 种:

(1) 入射波浪边界条件

MIKE21-BW 模型中, 入射波浪边界有边界造波和内部造波两种^[8]。

(2) 全反射边界条件

全反射直墙边界上的法向速度应为 0, 即 $u \cdot n = 0$, 式中 $n=(n_x, n_y)$ 为边界的外法向单位矢量。

(3) 吸收波浪边界

在实际工程中, 防波堤等建筑物都是部分吸收波浪能量, 为使波浪能量部分被吸收, 且能量部分反射回计算区域, 模型采用在边界前设置海绵层的方法使波浪衰减。

2.3 数值求解

BW 模型采用等间距矩形网格, ADI 格式求

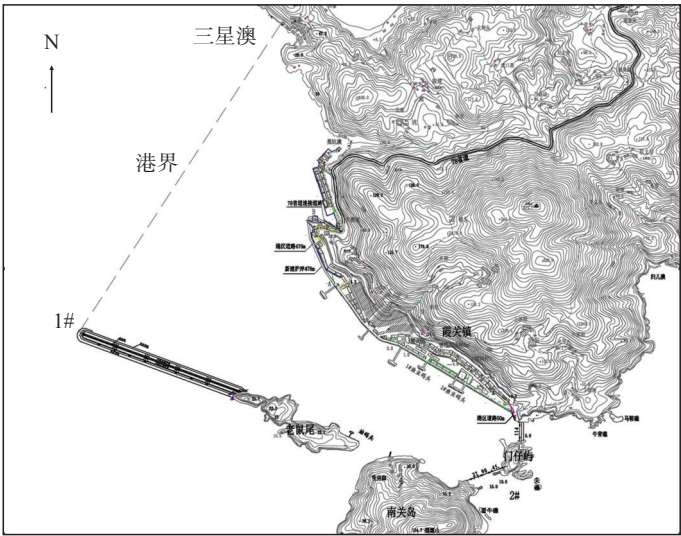


图2 渔港平面布置图

解。在矩形计算域中，分别在x方向和y方向进行求解，使问题转化为求解两个三对角矩阵方程组，网格布置见图1。差分格式详见相关参考文献^[9]。

3 工程概况及模型设置

苍南县霞关一级渔港位于温州市苍南县的南端，地理坐标为27°10'N、120°27'E，与福建省沙垵港隔海相望，距离仅5.0 km。影响该避风港的外海波浪主要有两种：一种是SE、ESE和E向浪，从东口门(南关岛和门仔屿两个口门)进入；另一种是SSW和SW向浪，主要从西口门(老鼠尾防波堤西侧)及八字门传入港内，八字门口门狭窄，进入港区的波浪较小，西口门很大，偏西向波浪的传入，会对新建防波堤后的港区避风条件产生较大影响。该渔港共建设防波堤包括老鼠尾、门仔屿和南关岛三段。老鼠尾段防波堤自老鼠尾岛西南岬角处，沿方位角110°—290°N方向延伸1000 m，该方案布置后，形成港池面积约2.60 km²，对S—SW向浪具有较大的掩护作用，

部分SW和SSW向浪将通过绕射进入港区。霞关镇—门仔屿由长114 m的透空式防波堤连接，防波堤走向0°—180°N，门仔屿—南关岛为双突堤布置，两堤走向均为70°—250°N，呈平行布置，各长27 m和45 m，形成口门宽90 m，具体详见图2。

由于SW和SSW向波浪周期较短，相应的波长也较短，计算时需要采用较小的计算网格；东侧防波堤长度较短，口门较小，也需要采用较小的计算网格，模型采用5 m×5 m矩形网络。为提高模型计算效率，需要尽量选取较小的计算范围，经分析，确定不同方向模型计算范围。由于模型空间网格小，为满足Courant数的要求，相应的时间步长也要小，模型时间步长取0.3 s。

因造波线距离防波堤很近(仅6—7倍波长)，模型又不计底摩擦，验算表明，从造波线位置到防波堤的传播过程中波浪基本不衰减。因而，可取堤前波要素作为模型计算边界条件，其中SW、SSW向港内波浪计算的边界条件取1#波要素，E、ESE和SE向港内波浪计算的边界条件取2#波要素。港内波况计算边界条件见表1。

表1 港内波浪计算边界条件

水位	方向	H _{1/3} /m	T/s	D/°	水位	方向	H _{1/3} /m	T/s	D/°
百年一遇 高水位	E	4.46	12.7	135	设计 高水位	E	3.83	11.7	137
	ESE	5.19	14.7	141		ESE	4.26	14.2	143
	SE	3.81	11.4	142		SE	3.14	11.1	142
	SSW	3.52	8.5	182		SSW	3.18	8.4	184
	SW	2.65	5.8	194		SW	2.49	5.6	195

自然岸滩按全吸收边界处理,设置10层海绵层;斜坡堤按0.3的反射系数设置空隙层;直立堤按0.9的反射系数设置空隙层;透空堤按透射系数0.4、反射系数0.6考虑设置空隙层。由于计算范围较小,模型不计底摩擦。模型也未考虑波浪破碎^[10]。

4 计算结果分析

由于偏东向浪主要为涌浪,模型计算时,边界条件的波向采用折射后港外波浪的实际方向。偏东向港内波浪计算时,模型计算范围中,南关岛西侧部分水域对于港内波浪计算基本没有影

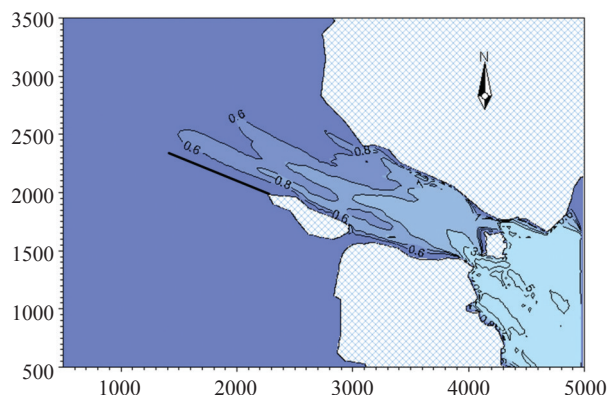


图3 E向浪入射时港内波高分布(单位/m)

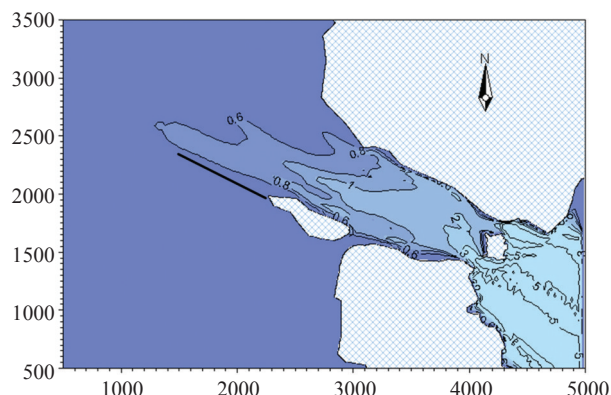


图4 ESE向浪入射时港内波高分布(单位/m)

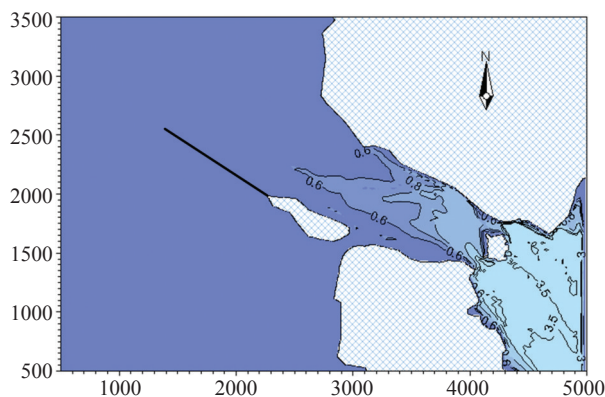


图5 SE向浪入射时港内波高分布(单位/m)

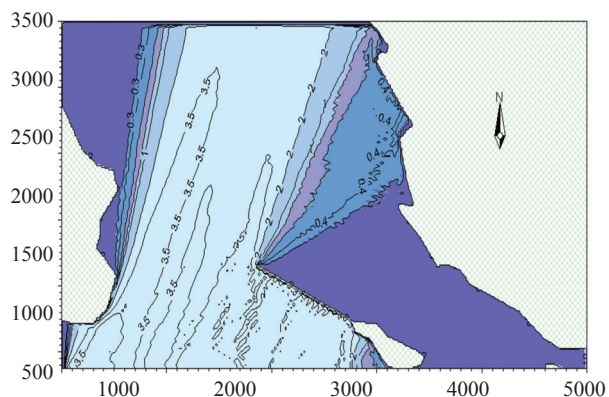


图6 SSW向浪入射时港内波高分布图(单位/m)

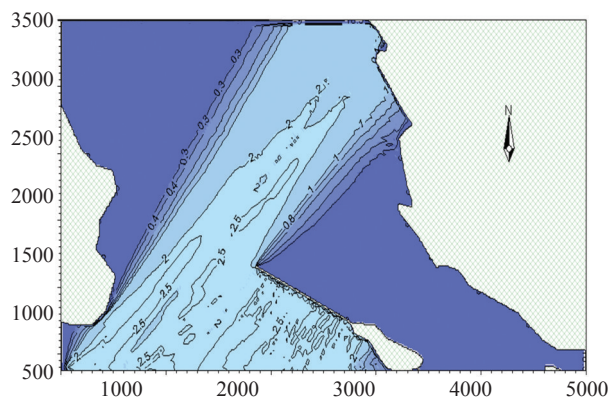


图7 SW向浪入射时港内波高分布图(单位/m)

表2 各波高段对应区域面积统计 (单位/万 m²)

浪高	E (最不利)	ESE	SE	SW (最不利)	SSW
0.6 m 以下	134.42	121.82	198.91	220.89	250.37
0.6—0.8 m	53.20	52.14	30.33	9.41	8.05
0.8—1.0 m	32.72	32.76	12.00	7.74	1.58
1.0 m 以上	39.66	53.28	18.76	21.96	0

响, 为提高模型计算效率, 将该水域设置为人工陆地, 其边界按全吸收边界处理。

SE、ESE 和 E3 个港外波浪方向中, SE 向波浪入射时港内波况最好, 有效波高 0.6 m 以下的避风区域面积 198.91 m²。ESE 向波浪入射时港内波况最差, 有效波高 0.6 m 以下的避风区域面积 121.82 m²。E 向波浪入射时港内波况介于前两者之间, 这显然是因为 ESE 向港外波浪的波高大、周期长, 属最不利工况, 其波高分布见图 3—5, 各波高段对应区域面积见表 2。因此, 在港外发生偏东向大浪时, 渔船应尽量避开东口门附近区域, 而选择在霞关渔港西侧避风锚泊。

霞关渔港附近水域偏西向浪主要为风浪, 出于避风渔船的安全考虑, 计算时港外波要素方向取与风向相同, 而不采用折射后的波向。为减小计算范围、提高计算效率, 将港外波浪由八字门传入港内的情况单独考虑。

偏西向港内波浪的计算结果表明, 由八字门传入港内的波浪很小, 对于霞关渔港的港内避风

条件影响很小。SSW 和 SW 向港外波浪入射时, 港外波浪经老鼠尾防波堤绕射往港内绕射并逐渐衰减, 波高分布见图 6—7, SSW 向波浪入射时港内波况较好, 有效波高 0.6 m 以下的避风区域面积 250.37 m², SW 向波浪入射时港内波况较差, 有效波高 0.6m 以下的避风区域面积 220.89 m², 各波高段对应区域面积见表 2。根据图示, SW 向来浪时属不利工况。

将各个浪向中最不利的工况进行叠加, 得出渔港有效的避风锚泊面积为 184.76 万 m², 并按照 0.6 m 以下、0.6—0.8 m 和 0.8—1.0 m 三类波高段进行避风区域划分(见图 8), 以便行政主管部门结合锚地水深、底质等要素, 确定不同船型渔船的避风区域, 做到有针对性的安排渔船避风。

5 结论

(1) 渔港有效避风面积是避风能力的一个重要指标, 是海洋环境专题预报中的重要内容。本文利用 Mike21-BW 模型, 通过计算各浪向入射时

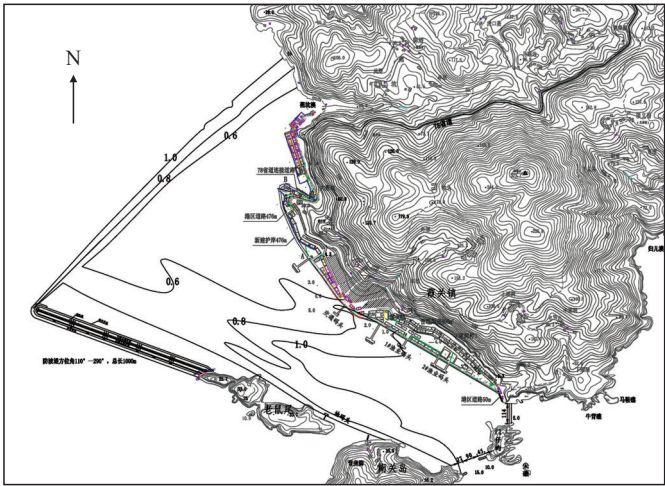


图8 霞关渔港避风锚泊区域图

的渔港港内波况,来确定有效波高 $H_{1/3} \leq 1.0$ m的区域面积,并按照0.6 m以下、0.6—0.8 m和0.8—1.0 m三类港内波高段进行避风区域划分,结合渔港避风锚地水深、底质等要素,确定不同船型渔船的避风区域,做到合理、有序和安全避风,为海洋环境专题预报提供依据。

(2) 通常情况下,在台风期间,行政主管部门在根据渔港有效避风面积计算结果确定避风容量,有秩序有计划地安排并指导渔民安全避风。

(3) 下一步工作中,将针对Mike21-BW模型进行改进,争取立足自主的海洋模式开展渔港有效避风面积的计算,以便该计算方法在各级海洋预报机构更有效的推广。

参考文献:

[1] 陈思增.关于建立渔港建设项目管理长效机制的探讨[J].中国渔业经济,2006(6):22-24.

- [2] SC/T 9010-2000, 渔港总体设计规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2001.
- [3] 张亦飞, 闵中中, 宁顺理, 等. 渔港避风锚地面积计算的随机模拟[J]. 海洋学研究, 2009(4): 39-42.
- [4] 王传聪, 栾曙光, 郝晓燕, 等. 避风型渔港避风因素浅析[J]. 渔业现代化, 2009(1): 65-70.
- [5] 王文渊, 唐国磊, 宋向群, 等. 沿海集装箱港区港内锚地面积确定方法[J]. 中国港湾建设. 2011(6): 6-8.
- [6] 张娜, 郭科, 王旭辉. MIKE21-BW模型在日照港总平面设计方案可行性研究中的应用[J]. 中国港湾建设. 2007(1): 32-34.
- [7] MIKE21 Boussinesq Wave Module User Guide[M]. Denmark: DHI Water&Environment, 2003.
- [8] 刘针, 陈志春. 大型港口潜堤越浪后港内波况研究[J]. 水道港口. 2010(6): 561-565.
- [9] 严以新, 徐福敏, 茅丽华. 一种新型的数值模拟近岸波浪的动谱平衡方程模型[J]. 科学通报, 2001, 46(1): 73-77.
- [10] 葛义军, 钟中, 李杰. SWAN模式中谱空间离散方案对台风浪模拟的影响研究[J]. 海洋通报. 2008, 27(6): 1-8.

Dissicussion of effectively sheltered area for fishery port —An example of Xiaguan fishery port

LIN Fa-ling^{1,2}

(1. Fujian Marine Forecasts, Fuzhou 350003, China ; 2. Fujian Marine Fishery Information Service, Fuzhou 350003, China)

Abstract: Governments have paid close attention to the safety of marine fishery, which is highly correlated to the fishermen's livelihood. Marine fishery security environment protection system is built to provide technical support for fishery safety management. It is not only the most important work of State Oceanic Administration (SOA), but also the coastal provinces' responsibilities. Effectively sheltered area calculation, which is the important content of marine environment project forecast, can ensure hiding capacity for fishery boats in the port. In this paper, based on the design of Xiaguan fishery port, Mike21-BW model is used to calculate the wave impacts and the total effectively sheltered area. It's classified into three levels, below 0.6 m, 0.6—0.8 m and 0.8—1.0 m wave height, to confirm the appropriate sheltered area, so as to improve the marine fishery safety system and provide scientific basis for the administrative departments of fishery administration.

Key words: fishery security environment protection system; Mike21-BW model; wave condition; effectively sheltered area