



# 某一级渔港防波堤及口门布置方案

符家英, 叶跃飞, 曾 滢

(中交水运规划设计院有限公司, 北京 100007)

**摘要:** 防波堤尺寸及口门布置方向对港内各处波高分布、港池泊稳效果及港池淤积情况都有较大的影响, 防波堤及口门的合理布置是渔港建设成败的关键因素。基于针对工程实例的波浪及潮流泥沙数学模型试验研究成果, 从港内掩护效果、操船安全性、港内泊稳情况等角度对海南某一级渔港防波堤总平面布置、尤其是口门布置方案进行比对分析与优化设计, 为渔港防波堤工程设计及施工提供指导。

**关键词:** 渔港; 防波堤; 口门; 模型试验; 泊稳条件

**中图分类号:** U 653

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1002-4972(2021)10-0125-06

## Layout plan of breakwater and entrance of a first-grade fishing port

FU Jia-ying, YE Yue-fei, ZENG Yan

(CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd., Beijing 100007, China)

**Abstract:** The dimensions of the breakwater and the direction of the entrance have great influences on wave height distribution, berthing stability and sediment in the harbor basin, and the reasonable arrangement of the breakwater and the entrance is the key factor for the construction of the fishing port. Based on the results of mathematical models of wave, tidal current and sediment of the engineering case, we carry out a comparative analysis and optimization design of the general layout, particularly the entrance layout of a first-grade fishing port in Hainan from angles including the shielding effect, safety of ship operation, and berthing stability, etc. to provide a guidance for the design and construction of the fishing port breakwater.

**Keywords:** fishing port; breakwater; entrance; model experiment; mooring condition

渔港水域布置方案对渔港工程成败起到至关重要的作用。多年建港经验表明, 渔港防波堤的建设能改变工程区域的水动力条件, 在海岸尤其是沙质海岸建设防波堤等人工设施, 特别要注重研究防波堤口门的泥沙淤积、口门处横流对渔船航行及港内泊稳的影响问题。

目前, 我国对渔港水域布置方案的研究较少, 笔者依据行业相关设计规范<sup>[1]</sup>, 提出渔港防波堤多种布置方案, 根据波浪数学模型试验<sup>[2]</sup>和潮流泥沙及岸滩演变数学模型试验<sup>[3]</sup>结果对多种方案进行研究, 提出沙质海岸渔港防波堤及口门布置方案, 可为渔港防波堤设计提供参考。

## 1 工程概况

某一级渔港位于东部沿海一岬湾内, 渔业区位条件优越, 但渔港基础建设相对落后。工程海域受台风及季风影响显著, 其周边为基岩山丘环境, 北面、东面和东南面都有天然屏障, 主要受南向及东南向浪影响。

该渔港卸港量 6 万 t/a, 码头岸线总长 972 m, 其中渔业码头岸线 646 m, 公务、综合补给岸线 326 m。共建设泊位 20 个, 拟建设防波堤, 形成水域总面积约 75 万 m<sup>2</sup>, 其中生产作业港池 37 万 m<sup>2</sup>, 停泊与避风水域 38 万 m<sup>2</sup>。

收稿日期: 2021-06-08

作者简介: 符家英(1987—), 女, 工程师, 从事港口、航道设计工作。

2 自然条件

2.1 波浪

根据近 1 年的波浪观测资料并结合数学模型计算结果, 该区域常浪向为东南向, 次常浪向为东南偏南向, 强浪向为东南偏东、东南偏南向。

2.2 潮流

观测资料及数模成果表明<sup>[4]</sup>, 计算潮流与实测潮流有良好的一致性。

2.3 泥沙

根据水文调查资料, 渔港所在海域沙源补充不足, 主要泥沙来源为风浪和潮流作用下滩面泥沙的侵蚀搬运; 此外, 沿岸输沙和海域来沙也是其泥沙来源, 对工程区造成一定影响。

3 水域布置要求

3.1 港内泊稳条件

根据《海南省渔港建设规划(2019—2030)》要求, 同时参考福建省地方标准, 一级渔港港内有效掩护水域不小于 30 万 m<sup>2</sup>, 港内泊稳分台风期和正常作业期 2 种情况, 分别须满足如下条件:

- 1) 台风期间, 50 a 一遇极端高水位  $H_{13\%} \leq 1.0$  m 以及 50 a 一遇设计高水位  $H_{1\%} \leq 1.0$  m;
- 2) 正常作业标准, 码头前允许波高, 600HP 渔船: 2 a 一遇  $H_{4\%} \leq 0.4$  m; 400HP 渔船: 2 a 一遇  $H_{4\%} \leq 0.4$  m; 200HP 渔船: 2 a 一遇  $H_{4\%} \leq 0.35$  m。

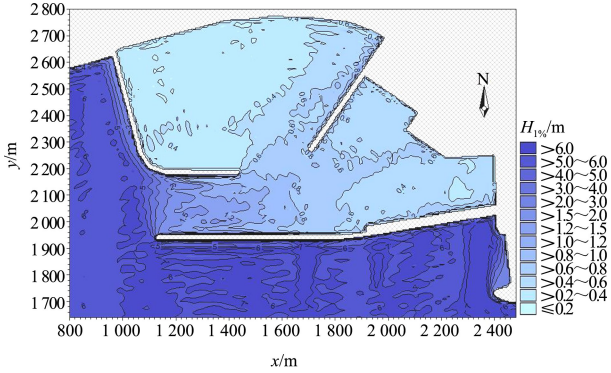
本研究计算了台风期间在满足渔船上上述标准的前提下渔港内掩护水域的面积(表 1)。

表 1 极端高水位和设计高水位重现期 50 a 港内掩护面积

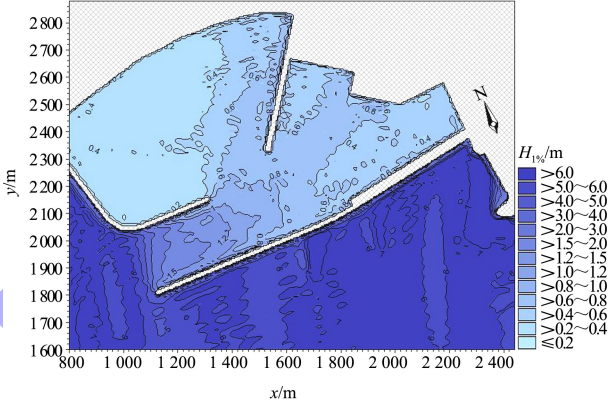
方向	港内掩护面积/万 m <sup>2</sup>		港内水域面积/ 万 m <sup>2</sup>
	极端高水位 $H_{13\%} \leq 1.0$ m	设计高水位 $H_{1\%} \leq 1.0$	
S	72.1	75.3	78.0
SSW	75.5	74.9	78.0
SW	77.3	75.6	78.0

根据研究结果, 极端高水位和设计高水下 50 a 重现期最小掩护水域面积为 72.1 万 m<sup>2</sup>。

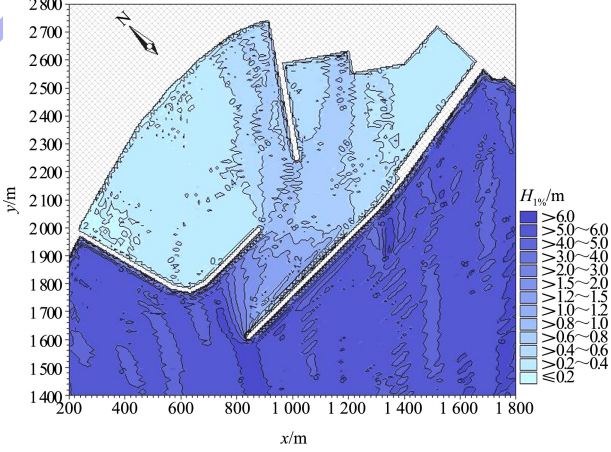
渔船正常作业时港内的允许波高分布见图 1。从图 1 可知码头前沿波高均小于允许值。



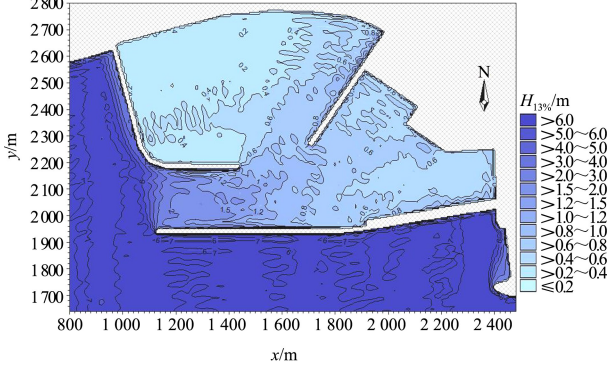
a) S向浪设计高水位, 重现期50 a  $H_{1\%}$ 分布



b) SSW向浪设计高水位, 重现期50 a  $H_{1\%}$ 分布



c) SW向浪设计高水位, 重现期50 a  $H_{1\%}$ 分布



d) S向极端高水位, 重现期50 a  $H_{13\%}$ 分布



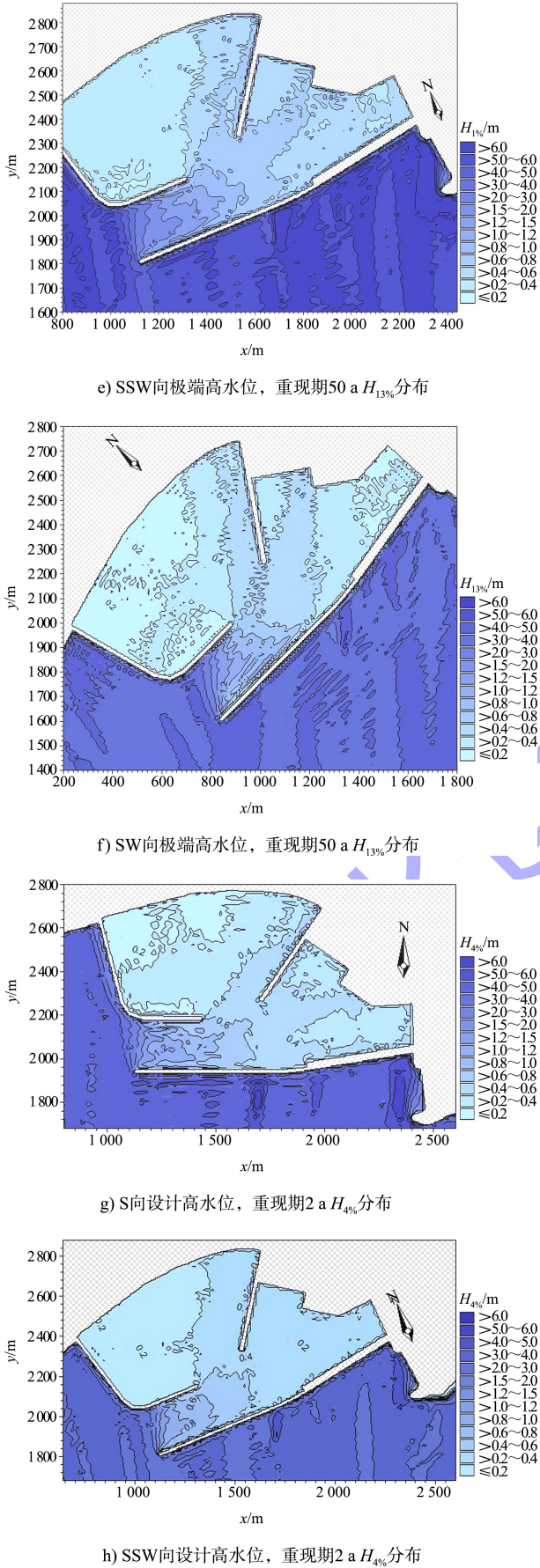


图 1 允许波高分布

3.2 口门及航道横流对进出船舶影响

本渔港设计有中、西及南防波堤, 西南堤呈环抱式布置, 进港航道水域及口门横流会对船舶产生不利影响, 布置港内水域时, 应考虑减少不良流态对船舶进出港航行的影响。关于渔船受横流影响的定量要求, 相关规范及文献目前暂无参照成果, 本文根据以往工程经验及相关研究, 暂定横流不宜大于 0.5 m/s。

3.3 港池、航道冲淤状况

港池及航道泥沙回淤强度及年回淤量是体现防波堤口门布置是否合理的标准之一, 渔港建成后, 港池航道的冲淤状况直接影响渔港的正常运营。因此, 设计时, 应使泥沙淤积控制在合理的范围内<sup>[5]</sup>。

4 防波堤及口门布置方案

4.1 原设计方案

本海域常浪向为 SE, 次常浪向为 SSE, 强浪向为 ESE、SE、SSE, 次强浪向为 S。为满足渔船的防台避风要求, 在充分考虑浪向对渔港影响因素的前提下, 拟布置西、南防波堤, 和已有地形形成满足渔船避风的环抱式港湾, 同时为保证停泊与避风水域的掩护效果, 西防波堤向东侧折转约 270 m; 南防波堤由已建乌场老港南防波堤堤根处向西延伸, 与西防波堤形成口门, 通过西、南防波堤围合成约 75 万 m<sup>2</sup>的水域面积。为减少风成浪对港内泊稳的影响, 水域中间拟布置 1 座中防波堤, 形成港中港的布置形态。总平面布置见图 2, 数模研究结果见表 2。

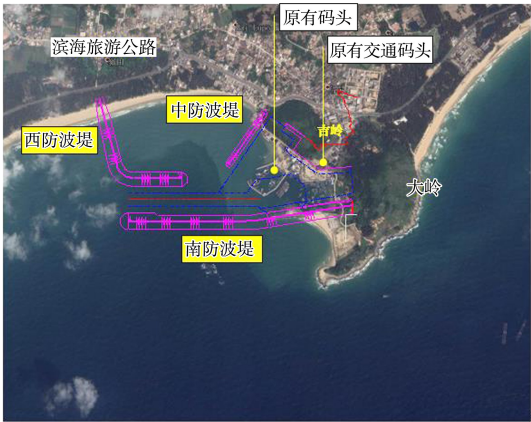


图 2 原设计方案总平面布置

表 2 原设计方案数模结果及评价

码头前允许作业波高/m	避风水域面积/万 m <sup>2</sup>	口门航道、横流最大流速/(m·s <sup>-1</sup> )	港内年淤强/(m·a <sup>-1</sup> )	
			平均值	最大值
设计高水位：2 a 一遇， $H_{4\%} \leq 0.4$	73.5	0.24	港内约 0.02	约 0.06
满足要求	满足要求	满足要求	淤积较弱	

根据原方案数模试验结果，探讨原方案总平面布置可能存在的问题：

- 1)防波堤布置西、南防波堤进港航道长度 270 m，航道狭长水域是否会对渔船进出的安全性有影响；2)本项目投资较大，应结合波浪数模及潮流泥沙研究成果，对防波堤长度进行优化布置；3)渔港港池水域水体交换普遍较差，须采取措施增强港池水体交换功能。

4.2 优化方案

4.2.1 总平面布置

优化方案(图 3)与原设计方案的主要区别在于，西防波堤堤根处 100 m 范围为透空式，通过对西堤堤头缩短 50、70 及 100 m 等不同数模试验，将西防波堤与南堤平行段由 270 m 优化至长度为 200 m，即西防波堤总长变为 692.44 m，其余布置与原设计方案一致。

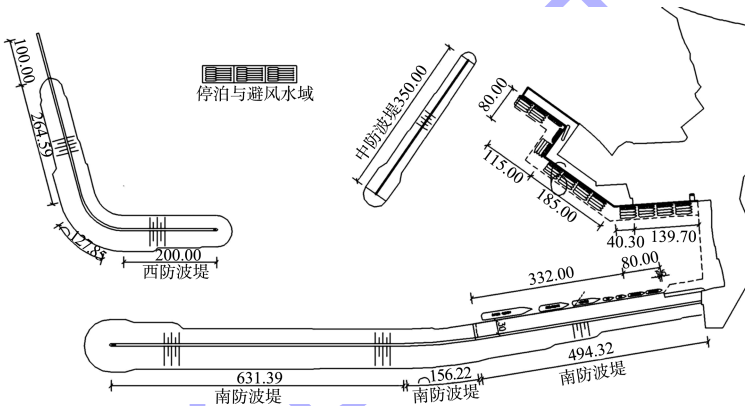


图 3 优化方案总平面布置 (单位：m)

4.2.2 优化方案试验结果及评价

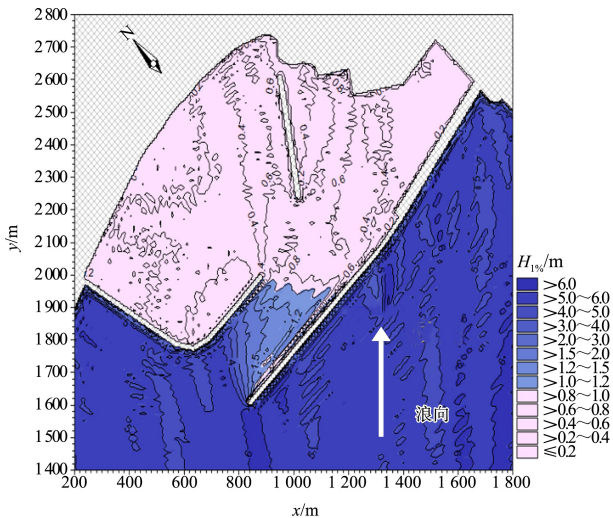
- 1)在原方案基础上分别计算西堤缩短 50、70 和 100 m 的 3 个方案，统计出设计高水位重现期 50 a  $H_{1\%} \leq 1.0$  m 和极端高水位重现期 50 a  $H_{13\%} \leq 1.0$  m 的水域面积(表 3)，设计高水位重现期 50 a  $H_{1\%}$  分布见图 4。

表 3 西堤不同布置方案数模结果

方案	方向	水域掩护面积/万 m <sup>2</sup>		口门处最大波高/m	港内年淤积量/万 m <sup>3</sup>
		极端高水位 $H_{13\%} \leq 1.0$ m	设计高水位 $H_{1\%} \leq 1.0$ m		
原方案	S	73.50	74.30	0.4	2.15
	SSW	74.50	73.90	0.6	
	SW	75.90	74.30	0.8	
西堤缩短 50 m	S	72.70	75.00	0.6	2.16
	SSW	75.20	74.80	0.8	
	SW	76.90	75.40	0.8	
西堤缩短 70 m	S	72.50	75.30	0.8	2.17
	SSW	75.50	74.90	0.8	
	SW	77.30	75.60	1.0	

续表3

方案	方向	水域掩护面积/万 m <sup>2</sup>		口门处最大波高/m	港内年淤积量/万 m <sup>3</sup>
		极端高水位 $H_{13\%} \leq 1.0$ m	设计高水位 $H_{1\%} \leq 1.0$ m		
西堤缩短 100 m	S	72.03	75.70	0.8	2.18
	SSW	75.70	75.10	1.0	
	SW	76.60	75.70	1.2	



a) 原设计方案



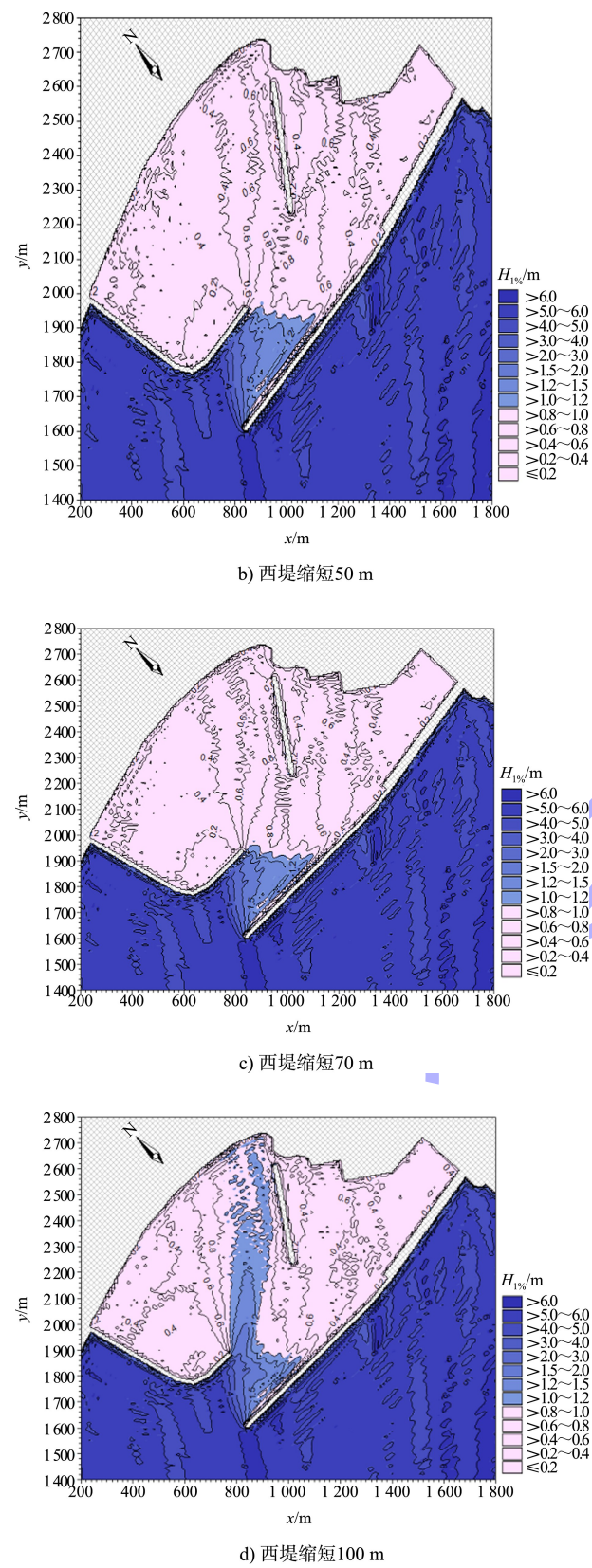


图 4 设计高水位重期 50 a  $H_{1\%}$  分布

综上, 西堤缩短 100 m 时, 港内有效掩护面积明显变小, 且港内波高增大较明显; 西堤缩短

70 m 时, 港内有效掩护面积及港内波高仍能满足设计要求。因此, 西堤优化长度为缩短 70 m, 西防波堤即与南防波堤平行段长度为 200 m。

2) 该优化方案在西堤堤头段优化缩短 70 m 基础上, 将西堤堤根处 100 m 范围调整为透空式防波堤时, 港内泊位及有效掩护水域面积如图 5 所示, 水体交换前后变化见图 6。港池水体交换机水域掩护面积见表 4~5。

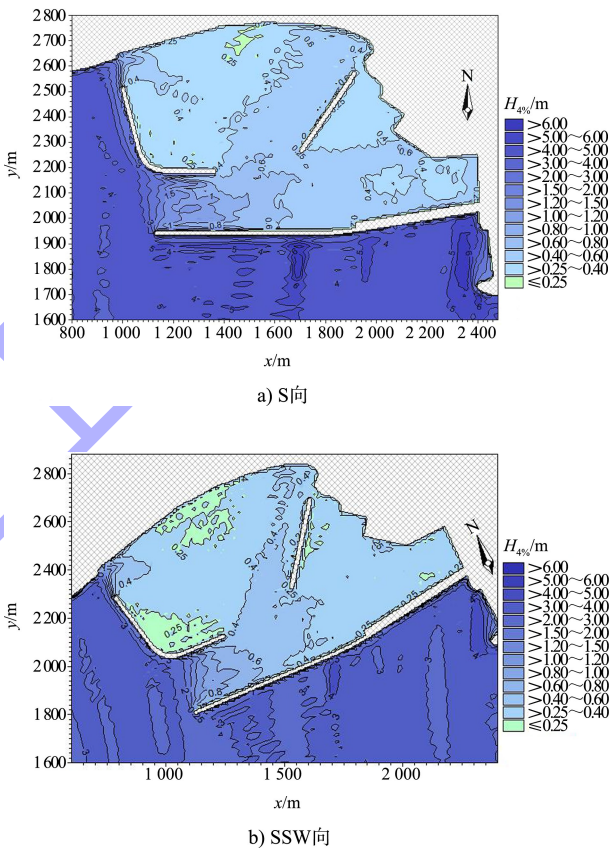


图 5 设计高水位重现期 2 a  $H_{4\%}$  分布

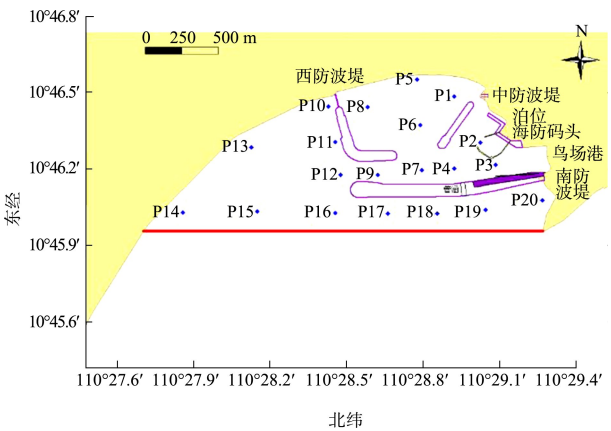


图 6 水体交换特征点位置

表 4 优化方案港池水域半交换时间对比

特征点	时间/d		特征点	时间/d	
	方案优化前	方案优化后		方案优化前	方案优化后
P1	120.0	120.0	P2	20.4	16.6
P3	7.4	6.9	P4	3.4	2.5
P5	120.0	120.0	P6	6.3	6.3
P7	2.3	2.3	P8	115.2	35.9
P9	1.4	1.4	P10	45.7	20.0
P11	16.8	6.2	P12	1.3	1.2
P13	27.6	76.1	P14	0.4	0.4
P15	0.4	0.4	P16	0.2	0.1
P17	0.1	0.1	P18	0.1	0.1
P19	0.2	0.2	P20	2.2	2.2

表 5 优化方案掩护面积及水体交换效果前后对比

方案	码头前允许波高 (600HP 渔船)/m	避风水域面积/ 万 m <sup>2</sup>	口门航道横流 最大流速/(m·s <sup>-1</sup> )	港内平均年淤强/ (m·a <sup>-1</sup> )	口门处航道 长度/m	P10 点水体交换 时间/d
优化前	2 a 一遇 $H_{4\%} \leq 0.4$	72.5	0.124	0.02	270	45
优化后	2 a 一遇 $H_{4\%} \leq 0.4$	72.1	0.124	0.02	200	20

综上，优化方案较原方案避风水域面积有所减小，但仍能满足避风型一级渔港要求；码头前沿作业允许波高及口门、航道横流均与原方案相同，能满足设计要求；西防波堤堤头段缩减 70 m，可减少工程投资，同时降低航道狭长水域给渔船航行带来的影响；西堤堤根头 100 m 范围改为透空式结构，增强了港池内水体交换能力。

5 结论

- 1)波浪数模试验研究揭示，西、南防波堤形成的狭长航道越短，口门航道横流越小，渔船出行越安全，但对港池内掩护效果越不利。
- 2)数模试验研究结果表明，避风水域内西防波堤接岸段采用透空式方案与西防波堤实体接岸方案相比，透空式方案明显更利于避风水域内水体交换，从而改善传统渔港水质。
- 3)渔港防波堤口门布置是渔港工程实施成败的关键，其布置的合理性，应通过当地自然条件、波浪数模及潮流泥沙试验研究结果进行确定。

4)渔港设计与一般商港设计标准存在差异，应综合考虑水产、交通运输行业及地方标准，并结合渔港功能定位、渔船自身特点和工程现状确定。

参考文献：

[1] 中国水产科学研究院.渔港总体设计规范: SC/T 9010—2000[S].北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2000.

[2] 交通运输部天津水运工程科学研究所.万宁乌场一级渔港项目波浪数学模型试验研究报告[R].天津: 交通运输部天津水运工程科学研究所, 2020.

[3] 交通运输部天津水运工程科学研究所.万宁乌场一级渔港项目潮流泥沙和岸滩演变数学模型研究报告[R].天津: 交通运输部天津水运工程科学研究所, 2020.

[4] 海南省海洋开发规划设计研究院.保定海海域的海流观测资料报告[R].海口: 海南省海洋开发规划设计研究院, 2009.

[5] 中交水运规划设计院有限公司.海港总体设计规范: JTS 165—2013[S].北京: 人民交通出版社, 2014.

(本文编辑 郭雪珍)