

DOI:10.3880/j.issn.1004-6933.2021.03.017

阳澄西湖围堰施工中悬浮物输移扩散数值模拟

汪静娴^{1,2}, 孟玉生³, 逢勇^{1,2}, 徐博文^{1,2}, 吴为⁴

(1. 河海大学浅水湖泊综合治理与资源开发教育部重点实验室, 江苏 南京 210098;
2. 河海大学环境学院, 江苏 南京 210098; 3. 甘肃省酒泉市水利科学研究院, 甘肃 酒泉 735000;
4. 江苏汇智工程技术有限公司, 江苏 南京 210000)

摘要:为了探究涉水工程建设对湖泊系统的影响,基于二维非稳态水动力模型,对阳澄西湖水动力进行数值模拟,并在水动力模拟正确的基础上建立悬浮物预测模型,模拟了不同风向、施工工况下阳澄西湖隧道围堰施工扰动水体所引起的阳澄西湖悬浮物输移扩散,分析了围堰施工对水域环境的影响。模拟结果表明:围堰抽排水引起的悬浮物浓度增加对水生态影响最为严重,消散时间达到48 h;东北风条件下有利于阳澄西湖南湾悬浮物的消散,抽排水和围堰拆建时的消散时间分别为40 h和16 h且高浓度面积小,东南风和西北风为最不利条件,东南风条件下抽排水时的消散时间超过48 h且高浓度面积为0.07 km²,西北风条件下围堰拆建时的消散时间超过28 h且高浓度面积为0.1 km²,都将对水域产生较大影响。建议一期围堰抽排水在春夏季施工,围堰拆除在秋冬季施工,以减少对环境的不利影响。

关键词:悬浮物;围堰施工;输移扩散;水动力模型;数值模拟

中图分类号:TV882.9;X522 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-6933(2021)03-0108-07

Numerical simulation of suspended solids transport and diffusion in cofferdam construction of the West of Yangcheng Lake//WANG Jingxian^{1,2}, MENG Yusheng³, PANG Yong^{1,2}, XU Bowen^{1,2}, WU Wei⁴(1. Key Laboratory of Integrated Regulation and Resource Development on Shallow Lakes, Ministry of Education, Hohai University, Nanjing 210098, China; 2. College of Environment, Hohai University, Nanjing 210098, China; 3. Jiuquan Research Institute for Water Conservancy, Jiuquan 735000, China; 4. Jiangsu Huizhi Engineering Technology Co., Ltd., Nanjing 210000, China)

Abstract: In order to explore the impact of wading engineering construction on the lake system, based on the two-dimensional unsteady hydrodynamic model, numerical simulation of hydrodynamics of the West of Yangcheng Lake was carried out. Based on the correct hydrodynamic simulation, a suspended solids prediction model was established to simulate the transport and diffusion of suspended solids in the West of Yangcheng Lake caused by the water body disturbing from the cofferdam construction of the West of Yangcheng Lake tunnel under different wind directions and construction conditions, and to analyze the impact of cofferdam construction on the water area environment. The simulation results show that the increase of suspended solids concentration caused by water pumping and drainage in cofferdam had the most serious impact on aquatic ecology with the dissipation time reaching 48 h. Under the condition of northeast wind, it was favorable for the dissipation of suspended solids in the south Bay of the West of Yangcheng Lake. The dissipation time during water pumping and drainage and cofferdam demolition were 40 h and 16 h respectively with high concentration area being small. Southeast wind and northwest wind were the most unfavorable conditions. Under the condition of southeast wind, the dissipation time during water pumping and drainage exceeded 48 h and the high concentration area was 0.07 km², while under the condition of northwest wind, the dissipation time during the cofferdam demolition exceeded 28 h and the high concentration area was 0.1 km², which both had great impacts on the water area environment. It was recommended that the water pumping and drainage of cofferdam in the first phase should be constructed in spring and summer, and the cofferdam should be demolished in autumn and winter to reduce the adverse impact on the environment.

Key words: suspended solids; cofferdam construction; transport and diffusion; hydrodynamic model; numerical simulation

基金项目:国家自然科学基金(51879070);国家科技重大专项(2018ZX07208-003)

作者简介:汪静娴(1997—),女,硕士研究生,研究方向为水环境数学模拟。E-mail: 310413590@qq.com

通信作者:逢勇(1958—),男,教授,主要从事水环境数学模拟研究。E-mail: ypang@hhu.edu.cn

随着我国经济的迅速发展和城市化建设脚步的加快,涉水工程项目日渐增加,同时带来了环境问题,局部水域悬浮物浓度升高就是其中之一^[1]。从20世纪50年代起,一些学者对涉水工程造成的悬浮物对水生态环境的影响进行了研究,发现悬浮物会造成水中溶解氧降低、水体浑浊,对水生动物的生长、繁殖及行为等产生负面影响^[2-3],严重时致死^[4]。

近年来,应用数学模型方法研究涉水工程引起的悬浮物及其他水体污染已逐渐成为关注的焦点,如计红等^[5]以概率统计法为基础建立悬浮物输移扩散模型模拟河道多点疏浚工程产生的悬浮物对水环境的时空影响;辛小康等^[6]采用泥沙模型预测河道疏浚施工对水体悬浮物质量浓度影响;贾怡然等^[7]建立了近海悬浮物二维输移扩散数值模型,预测模拟港池疏浚过程中悬浮物的输移扩散对海域环境的影响;赵迎春等^[8]采用平面二维数值模型MIKE21FM,预测港口建设工程产生的悬浮泥沙输移扩散对海洋环境的影响;崔雷等^[9]利用物质输运数值模型和二维浅水水动力的耦合模型模拟了填海工程产生的悬浮物输移扩散对海域环境的影响。上述研究主要集中在海洋或河道工程上,目前对于湖泊水体的研究尚不多见。由于湖泊水体平面形态相对闭合,水流缓慢,易受风浪影响^[10],并受四周陆地生态环境和社会经济条件制约,因而与更新期短且稀释自净能力强的河流和受潮汐作用、洋流流动影响的海洋相比,湖泊的动力过程、化学过程及生物过程均具有明显的个性和地区性的特点^[11],湖泊生态系统对环境干扰特别敏感,故以上研究结论并不适用。我国对工程建设跨越生态敏感区域、水源保护区的研究较少,多侧重于水利水电工程建设方面的环保研究,如三峡工程、南水北调项目、引江济太等^[12]。科学回答工程建设对生态敏感水域的影响程度,才能最大程度地避免环境事故,减少环境风险。本文通过建立二维湖泊水动力模型对阳澄西湖隧道工程建设前后湖体的水文动力变化及围堰施工产生的悬浮泥沙输移扩散进行模拟,预测施工过程中悬浮物对阳澄西湖水环境的影响,旨在为围堰施工引起的悬浮物水污染控制研究和管理提供参考。

1 研究区概况

阳澄湖位于苏州相城区、工业园区和昆山市交界处(31°21'N~31°30'N,120°39'E~120°51'E),是苏州及周边区域的第二水源地,也是水生生物苗种放养、大闸蟹繁殖、湿地及物种资源库的区域,水域功能显著^[13]。该地区春夏季多东南风,秋冬季多西

北风。阳澄湖属于输入型污染湖泊,受内源污染和外源污染的共同影响,处于轻度富营养化状态^[14]。阳澄湖形不规则,湖中有两条带状圩埂纵贯南北,将湖分割为东湖、中湖、西湖3部分,合计总面积118.93 km²^[15],其中阳澄西湖面积32.30 km²。阳澄湖底地形略有起伏,西湖湖底倾斜较大,实测水深在5m左右,平均水深2.65 m。

阳澄湖隧道工程在支线、主线段以路基、桥梁和隧道形式穿越阳澄湖(相城区)重要湿地二级管控区,穿越里程共计4 210 m,最近距离阳澄湖(相城区)重要湿地一级管控区3.6 km,所在区域水网众多,水系发达,水生生物资源丰富,水产养殖业发达。工程拟分两期进行施工,一期围堰为湖域北段钢板桩围堰,总长度1 710 m,二期围堰位于湖域南段和北段盾构井位置,总长度1 828 m(部分与一期重叠),施工位置见图1。

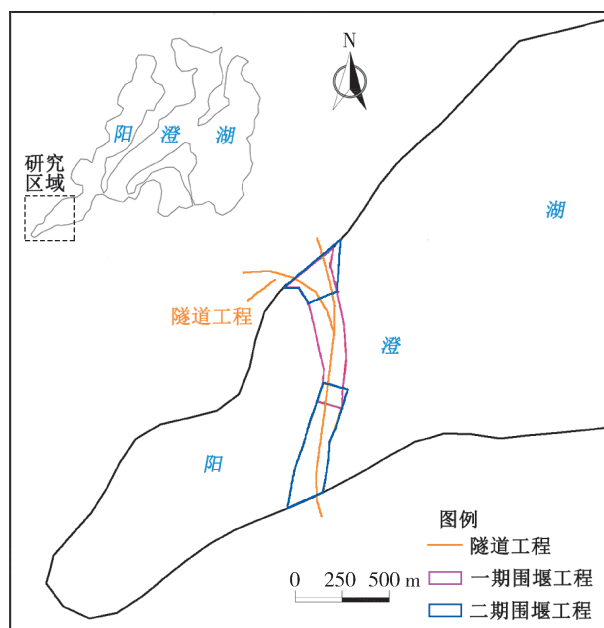


图1 阳澄西湖隧道工程位置

Fig.1 Location map of the West of Yangcheng Lake tunnel project

2 研究方法

浅水湖泊流场主要是由风场作用引起的^[16-17],故确定模型计算条件并确定悬浮物设计水文条件、风况及设计情景^[18]。本研究在水动力模拟验证正确的基础上,建立阳澄湖悬浮物模型,对悬浮物产生位置、范围及浓度、扩散路径等进行模拟预测,并评价阳澄西湖水域围堰施工所产生的悬浮物的影响。

2.1 阳澄湖二维水动力模型的构建

将整个阳澄湖水域作为模拟区域,采用非结构网格(三角形)对模拟区域进行剖分。由于本研究

重点关注围堰施工区及其所在的阳澄西湖西南部,因此围堰施工区所在的阳澄西湖网格分辨率约为100 m,其余水域网格分辨率约为350 m。按照此划分原则,将全湖划分为2 153个计算网格,湖底地形及网格划分如图2所示。

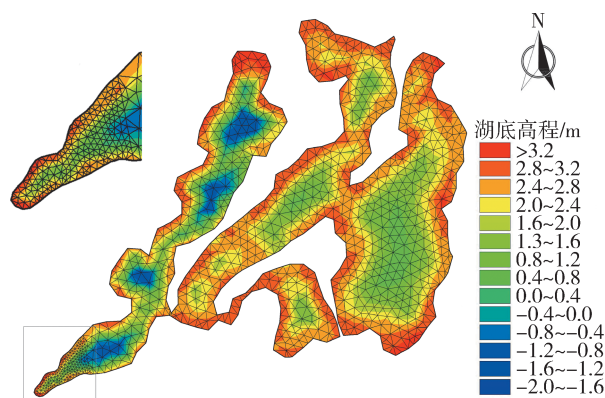


图2 阳澄湖湖底地形及网格划分

Fig.2 Bottom topography and grid division of Yangcheng Lake

利用2016年1—6月阳澄湖湘城水文站实测逐日平均水位资料采用试错法进行率定^[19],同时使用2016年7—12月的水位资料进行验证。根据率定得到阳澄湖水域糙率系数为0.02~0.03,风拖曳系数为0.001~0.0015。率定点水位的计算值与实测值对比见图3(a),模型计算结果的水位相对误差最大为5.8%,误差基本满足水位要求。

而通过对湘城站水位的验证,水位验证结果如图3(b)所示。计算水位值与实测值吻合较好,误差基本满足要求。上述率定验证结论说明水动力模块参数设置合理,模型稳定性好,能够模拟阳澄湖的水流特性。

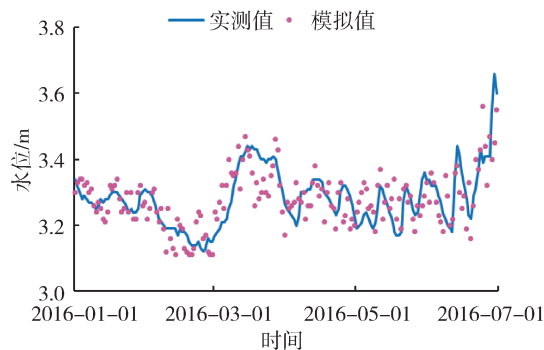
2.2 阳澄湖悬浮物模型的构建

2.2.1 模型参数选取

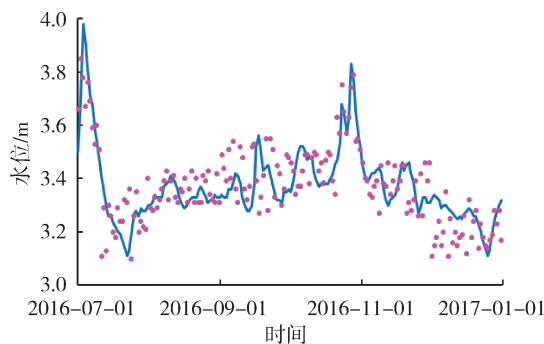
根据收集的阳澄湖相关资料及参考其他二维湖泊模型,对建立的水环境数学模型参数进行调试,悬浮物模型的基本参数取值如下:悬浮物沉降速度为0.021 m/s,临街淤积切应力和侵蚀剪切力分别为0.02 Pa和0.06 Pa,河床密度为180 kg/m³,床面糙率为0.02 m,水平扩散系数为1 m²/s。本文主要研究施工引起的湖区悬浮物浓度变化,因此悬浮物浓度的本底值取0。考虑各种条件以及围堰工程对阳澄西湖悬浮物的影响,模拟不同风向和5 m/s风速时,不同施工工况下阳澄西湖悬浮物的浓度变化情况。

2.2.2 情景设计

围堰施工期的主要影响为围堰拆除、抽排水时扰动水体造成的悬浮物浓度增高。隧道施工围堰拆除时,因挖泥机施工对泥土、水体的搅动与混合所产



(a) 率定结果



(b) 验证结果

图3 阳澄湖湘城站水位率定与验证结果

Fig.3 Water level calibration and verification results of Xiangcheng station in Yangcheng Lake

生的悬浮物源强在围堰最后拆除钢板时瞬间释放,水体中悬浮物浓度增加,污水量为围堰内全部水量,悬浮物质量浓度为2.8 kg/m³。围堰抽排水时则由于泵的抽吸对围堰内底部淤泥的扰动,按底泥被全部搅起产生悬浮物的情况计算,悬浮物的质量浓度为3 kg/m³。

气象情景考虑模拟4种风向(东北风、东南风、西北风和西南风)和多年平均风速5 m/s,根据施工情况设计了两种情景:①情景a,一期围堰建成后,围堰正在进行抽排水作业;②情景b,一期围堰拆除,二期围堰进行建设作业。

3 结果与讨论

3.1 不同风向的流场分布

一二期围堰施工对流场影响区别不大,对施工前和一期围堰施工后的流场进行分析,模拟结果见图4。由图4可以看出:①围堰施工前后,在东北风和东南风的条件下,流场在围堰施工所在流域内北侧有一较大的逆时针环流,南侧为顺时针环流;西北风和西南风时,北侧环流则为顺时针方向,南侧为逆时针方向;②受阳澄西湖南湾的岸线影响,流域边界位置流速较大,流域中心流速相对较小,且东北风和西南风时的流速整体大于东南风和西北风时的流速,这主要是因为东南风和西北风时风生流场受南

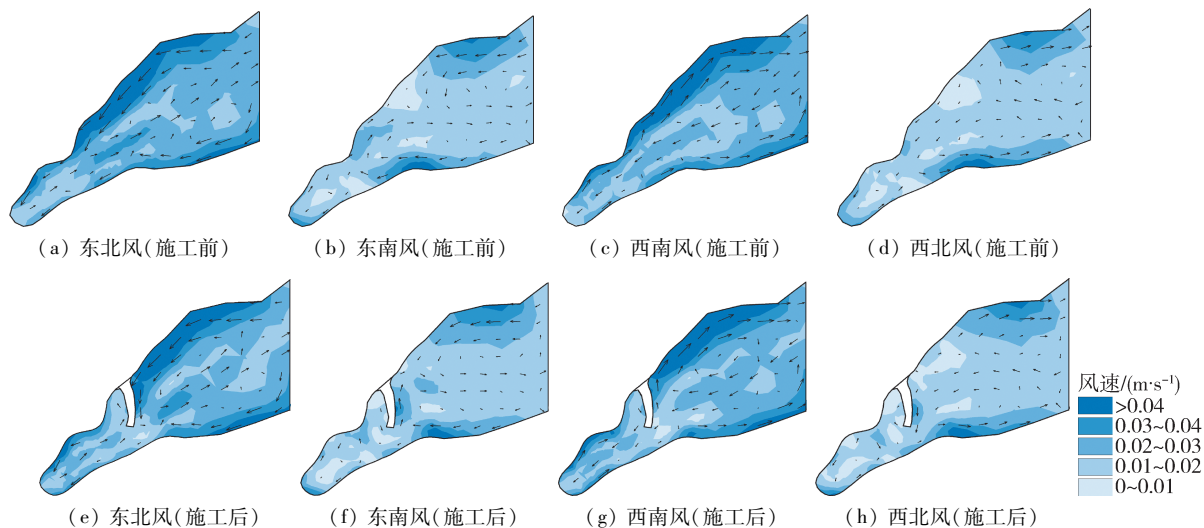


图4 围堰施工前后阳澄西湖不同风向流场分布

Fig. 4 Distribution of flow field under different wind direction of the West of Yangcheng Lake before and after cofferdam construction

湾岸线限制影响;③围堰施工后,围堰对水流的阻挡作用会使围堰东西两侧局部流速有所增大,但隧道围堰施工前后阳澄西湖南湾的流场分布情况变化不明显。模拟结果表明,隧道围堰建成对阳澄西湖南湾整体的流场影响不大,围堰附近流场的流速略微增大。

3.2 不同风向的悬浮物质量浓度

图5和图6分别为两种施工情景下连续2d的悬浮物不同风向的质量浓度增量场。由图5可知,情景a中东北风时悬浮物自产生起从围堰南侧主要向西南角扩散,16h时质量浓度大于60 mg/L的面积为0.03 km²,中心区域质量浓度逐渐消散,且48h时质量浓度已降至20 mg/L以下;东南风时悬浮物从围堰南侧向东北扩散并在围堰右侧形成堆积,16h时质量浓度大于60 mg/L的面积为0.03 km²,随着时间推移悬浮物逐渐消散,至48h时质量浓度降至20 mg/L以下;西南风时悬浮物主要向西南扩散并在西南角堆积,16h时质量浓度大于60 mg/L的面积为0.05 km²,随着时间推移悬浮物逐渐消散,至48h时质量浓度已降至20 mg/L以下;西北风时悬浮物向西北扩散,至围堰左侧后又逐渐按环流方向朝西南角扩散,16h时质量浓度大于60 mg/L的面积为0.07 km²,随着时间推移悬浮物逐渐消散,至48h时悬浮物质量浓度降至30 mg/L以下。由上可知悬浮物的消散速度从大到小顺序为东北风、东南风、西南风、西北风,其中东北风与东南风时中心区域悬浮物质量浓度较低且大于60 mg/L的面积较小,西北风时中心区域悬浮物质量浓度最高,且大于60 mg/L的面积最大。

由图6可知,情景b中东北风时悬浮物从围堰

北侧主要向东北角扩散,8h时质量浓度大于60 mg/L的面积为0.02 km²,之后中心区域悬浮物逐渐消散且28h时悬浮物已全部沉降;东南风时悬浮物向北扩散并在北侧的盾构井附近堆积,8h时悬浮物质量浓度大于60 mg/L的面积为0.1 km²,之后悬浮物逐渐消散,但28h时中心区域悬浮物质量浓度仍达到60 mg/L;西南风时悬浮物先向西北扩散再分别向西南和东北扩散,8h时悬浮物质量浓度大于60 mg/L的面积为0.04 km²,随着时间推移悬浮物逐渐消散,至28h时悬浮物质量浓度已降至20 mg/L以下;西北风时悬浮物向西南扩散至堆积围堰右侧后继续扩散,8h时悬浮物质量浓度大于60 mg/L的面积为0.05 km²,随着时间推移悬浮物逐渐消散,至28h时悬浮物质量浓度已降至20 mg/L以下。可见,悬浮物的消散速度从大到小顺序为东北风、西北风、西南风、东南风,其中东北风时中心区域悬浮物质量浓度较低且大于60 mg/L的面积较小,东南风时中心区域悬浮物质量浓度最高且大于60 mg/L的面积最大。

由图5与图6对比可知,情景a产生的悬浮物所需要的消散时间长于情景b,且情景a的悬浮物质量浓度和污染面积大于情景b。

模拟结果表明,围堰抽排水引起的悬浮物影响大于围堰拆除所引起的悬浮物影响。另外,东北风为最有利条件,抽排水和围堰拆除扰动水体所造成的悬浮物质量浓度最低,扩散范围最小,且悬浮物消散速度最快。抽排水和围堰拆除的最不利风向分别是西北风和东南风,这主要是因为东北风时流速较大且情景a中悬浮物产生处流向为西南向,情景b为东北向,悬浮物随流场扩散,路径不受岸线影响,

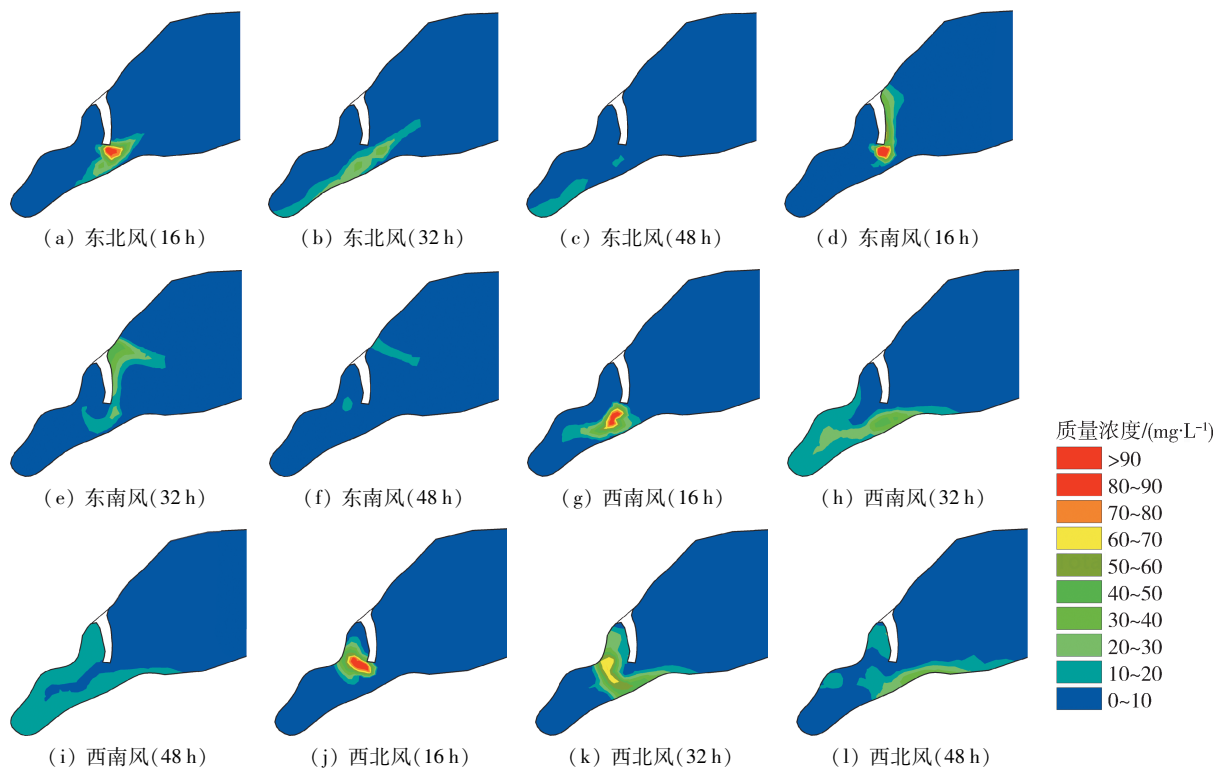


图 5 情景 a 阳澄西湖悬浮物质量浓度增量包络线

Fig. 5 Enveloping diagram of suspended solids concentration increment in the West of Yangcheng Lake in the scenario a

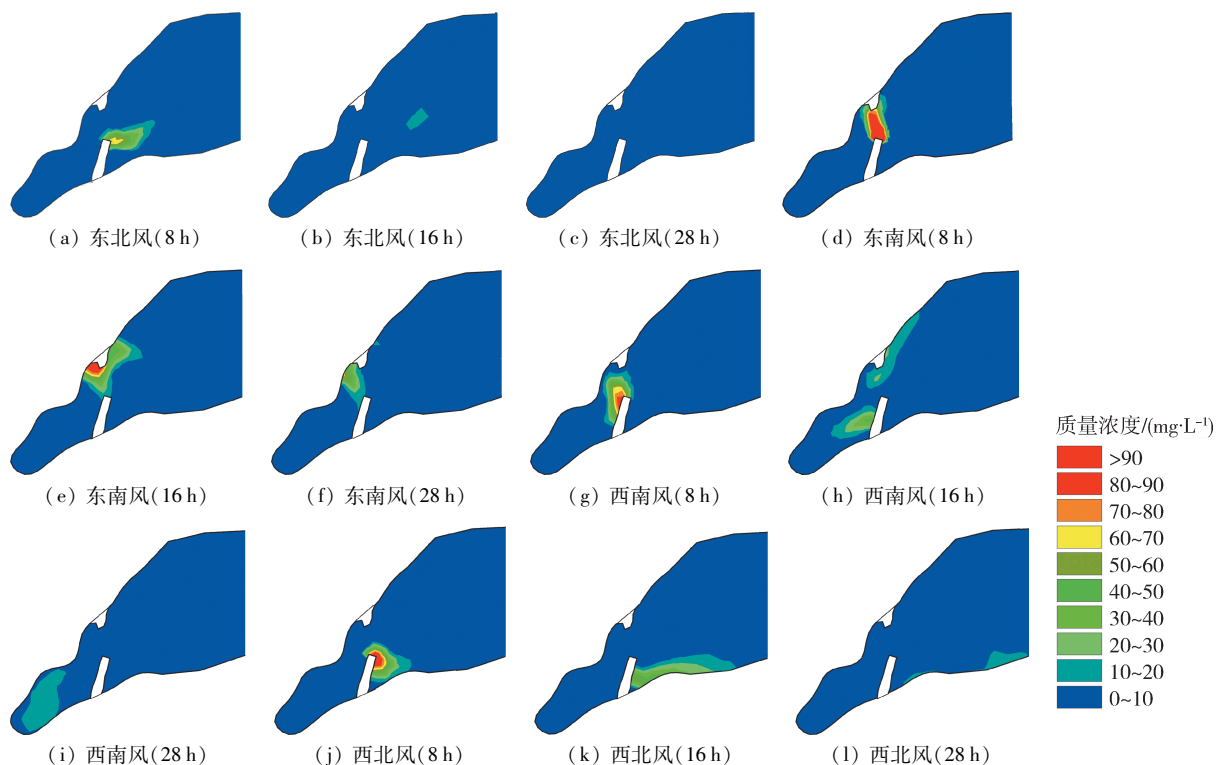


图 6 情景 b 阳澄西湖悬浮物质量浓度增量包络线

Fig. 6 Enveloping diagram of suspended solids concentration increment in the West of Yangcheng Lake in the scenario b

故悬浮物消散速度快且不易堆积。而西北风下抽排水时,悬浮物产生处有一逆时针环流且流速较小,故悬浮物易在围堰附近堆积,中心点处质量浓度较高且大于 60 mg/L 的面积较大,消散速度也较慢;东南风下围堰拆除时,悬浮物产生处流向为西北向且流

速较小,悬浮物受北侧盾构井的阻挡而堆积,故中心区域悬浮物质量浓度高且消散速度慢。当悬浮物质量浓度高于 60 mg/L 时(60 mg/L 为浮游动物的半致死质量浓度^[20]),会增加浮游动物的死亡率,对阳澄西湖水环境造成不利影响。由于阳澄西湖所在地区

春夏季多东南风,秋冬季多西北风,根据上述模拟结果,情景 a 建议在春夏季施工,情景 b 建议在秋冬季施工,以减少工程产生的悬浮物对阳澄西湖南湾水环境的影响。

本文模拟得到阳澄西湖围堰施工所产生的悬浮物质量浓度增量为 $10 \sim 180 \text{ mg/L}$, 大于 60 mg/L 的影响范围最大为 0.1 km^2 。与同类其他围堰工程所产生的悬浮物质量浓度增量和最大影响范围的研究成果对比,蒋红等^[21]通过二维非稳态水动力模型对湛江港围堰施工产生的悬浮物进行研究,预测悬浮物质量浓度增量为 $10 \sim 400 \text{ mg/L}$, 大于 10 mg/L 的影响范围为 0.353 km^2 ;崔雷等^[9]通过耦合二维浅水动力模型对唐山海域抛石围堰施工产生的悬浮物进行研究,预测悬浮物质量浓度增量为 $10 \sim 150 \text{ mg/L}$, 大于 50 mg/L 的影响范围为 0.263 km^2 , 模拟成果与本文结果虽略有差别,但基本上是一致的。

4 结 论

a. 围堰抽排水引起的悬浮物影响时间明显长于围堰施工及拆除所引起的悬浮物影响,围堰抽排水引起的悬浮物消散时间达 48 h,围堰施工及拆除引起的悬浮物消散时间约为 28 h。

b. 不同风向条件下,受流场影响,悬浮物质量浓度面积和消散时间不同。抽排水和围堰拆建时的最有利风向为东北风,悬浮物高质量浓度面积分别为 0.03 km^2 和 0.02 km^2 , 消散时间分别为 40 h 和 16 h; 最不利风向则是西北风和东南风,西北风条件下抽排水时的悬浮物高质量浓度面积为 0.07 km^2 且消散时间超过 48 h,东南风条件下围堰拆除时的悬浮物高质量浓度面积为 0.1 km^2 且消散时间超过 28 h。

c. 在施工期间内,一期围堰抽排水建议在春夏季施工,围堰拆除建议在秋冬季施工,以减少对阳澄西湖南湾环境的不利影响。

参考文献:

- [1] 马志强,王昆,宋伦,等. 海洋工程引发的悬浮物扩散预测模型优化[J]. 海洋技术学报,2018,37(2):95-100. (MA Zhiqiang, WANG Kun, SONG Lun, et al. Optimization of the prediction model of suspended matter diffusion caused by marine engineering [J]. Journal of Ocean Technology,2018,37(2):95-100. (in Chinese))
- [2] 白雪梅,徐兆礼. 底泥悬浮物对水生生物的影响[J]. 上海水产大学学报,2000(1):65-68. (BAI Xuemei, XU Zhaoli. The effects of suspended sediment on aquatic organisms [J]. Journal of Shanghai Fisheries University, 2000(1):65-68. (in Chinese))
- [3] 王娟娟,缴建华,马丹,等. 围填海吹填淤泥及悬浮物对

天津海域海洋生物资源的急性毒性效应[J]. 渔业科学进展,2016,37(2):16-24. (WANG Juanjuan, FU Jianhua, MA Dan, et al. Acute toxic effects of reclaimed silt and suspended solids on marine organism resources in Tianjin [J]. Progress in Fishery Sciences,2016,37(2):16-24. (in Chinese))

- [4] 张艳,郑琳,谢寒冰,等. 悬浮物对中国明对虾幼体急性毒性效应研究[J]. 水产科学,2017,36(1):42-47. (ZHANG Yan, ZHENG Lin, XIE Hanbing, et al. Acute Toxicological Effects of Suspended Solids on Larvae of Chinese Shrimp *Fenneropenaeus chinensis* [J]. Fisheries Science,2017,36(1):42-47. (in Chinese))
- [5] 计红,韩龙喜. 基于概率统计源强的河道多点疏浚工程悬浮物影响预测方法[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版),2016,39(6):807-811. (JI Hong, HAN Longxi. Predicting method for the impact of suspended solids from multi-point river dredging based on probability statistical source intensity [J]. Journal of Hefei University of Technology,2016,39(6):807-811. (in Chinese))
- [6] 辛小康,叶闽,王凤. 河道疏浚工程悬浮物影响预测模型[J]. 水利水电科技进展,2011,31(1):8-10. (XIN Xiaokang, YE Min, WANG Feng. Prediction model for impact of river dredging projects on suspended substance [J]. Advance in Science and Technology of Water Resources,2011,31(1):8-10. (in Chinese))
- [7] 贾怡然,孙英兰,张学庆. 港池疏浚过程悬浮物影响预测研究及应用[J]. 港工技术,2007(3):3-5. (JIA Yiran, SUN Yinglan, ZHANG Xueqing. Study on Suspended Particulate Matter Simulation during Harbor Dredging [J]. Port Engineering Technology,2007(3):3-5. (in Chinese))
- [8] 赵迎春,王海荣. 悬浮物对海洋环境影响的研究:以董家口港油品码头建设工程为例[J]. 海洋开发与管理,2013,30(4):67-71. (ZHAO Yingchun, WANG Haitang. Study on the Impact of Suspended Matter on the Marine Environment: taking Dongjiakou Port Oil Terminal Construction Project as an Example [J]. Ocean Development and Management,2013,30(4):67-71. (in Chinese))
- [9] 崔雷,孙钦帮,姜恒志,等. 填海工程悬浮物对海域环境影响的数值模拟研究:以中国海监唐山维权执法基地建设为例[J]. 人民珠江,2017,38(11):15-19. (CUI Lei, SUN Qinbang, JIANG Hengzhi, et al. Numerical simulation study on environmental effects of suspended sediment in reclamation projects: taking the rights Base Project of tangshan Maritime Safety Administration as an example [J]. Pearl River, 2017, 38(11):15-19. (in Chinese))
- [10] 姜龙,李一平,王文才,等. 太湖波浪特征参数反演计算[J]. 水资源保护,2018,34(3):68-74. (JIANG Long, LI Yiping, WANG Wencai, et al. Inversion calculation of

- wave characteristics parameters in Taihu Lake[J]. Water Resources Protection, 2018, 34 (3): 68-74. ((in Chinese))
- [11] 周素芬. 城市湖泊旅游资源的价值与开发利用[D]. 武汉: 华中师范大学, 2006.
- [12] 陈行. 高速铁路特大桥建设对湖泊水环境影响的综合模拟研究[D]. 重庆: 西南交通大学, 2014.
- [13] 刘唱, 刘凌, 张又, 等. 阳澄湖大型底栖动物群落结构和空间分布特征[J]. 水资源保护, 2017, 33 (2): 79-87. (LIU Chang, LIU Ling, ZHANG You, et al. Community structure and spatial distribution of macrozoobenthos in Yangcheng Lake, China[J]. Water Resources Protection, 2017, 33 (2): 79-87. (in Chinese))
- [14] 顾炉华, 赖锡军. 七浦塘引水对阳澄湖河网水环境影响的模拟研究[J]. 水资源保护, 2018, 34 (2): 88-95. (GU Luhua, LAI Xijun. Simulation study of water environment influence on Yangcheng Lake river networks by Qipu River water diversion project [J]. Water Resources Protection, 2018, 34 (2): 88-95. (in Chinese))
- [15] 杨惠, 陈江, 谈剑宏. 阳澄湖入湖河道水质变化及污染物通量分析[J]. 水资源保护, 2016, 32 (2): 129-132. (YANG Hui, CHEN Jiang, TAN Jianhong. Analysis of water quality change and pollutant flux of river channels into Yangcheng Lake [J]. Water Resources Protection, 2016, 32 (2): 129-132. (in Chinese))
- [16] 王同成, 尤本胜, 范成新, 等. 太湖长兜港固体悬浮物再悬浮的室内模拟[J]. 水资源保护, 2007, 23 (2): 13-15. (WANG Tongcheng, YOU Bensheng, FAN Chengxin, et al. Laboratory simulation of resuspension of suspended solids in Changdou Harbor of Taihu Lake [J]. Water Resources Protection, 2007, 23 (2): 13-15. (in Chinese))
- [17] 胡启玲, 董增川, 杨雁飞, 等. 基于联系数的水资源承载力状态评价模型[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2019, 47 (5): 425-432. (HU Qiling, DONG Zengchuan, YANG Yanfei, et al. State evaluation model of water resources carrying capacity based on connection number [J]. Journal of Hohai University (Natural Sciences), 2019, 47 (5): 425-432. (in Chinese))
- [18] SONG Weiwei, XU Qing, FU Xingqian, et al. Research on the relationship between water diversion and water quality of Xuanwu Lake, China [J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2018, 15 (6): 1262.
- [19] 宋为威, 逢勇. 不同行政区入秦淮河污染物通量分担率研究[J]. 水资源保护, 2018, 34 (3): 91-95. (SONG Weiwei, PANG Yong. Study on pollutant flux sharing rate of different administrative areas in Qinhuai River [J]. Water Resources Protection, 2018, 34 (3): 91-95. (in Chinese))
- [20] 黄翠, 刘明典, 刘绍平, 等. 长江中游航道整治悬浮物对水生生物影响预测分析: 以新洲至九江河段为例[J]. 环境影响评价, 2019, 41 (6): 50-55. (HUANG Cui, LIU Mingdian, LIU Shaoping, et al. Prediction and analysis of the influence of suspension on aquatic life in waterway regulation in the middle reaches of the Yangtze River: taking the section from Xinzhou to Jiujiang River as an example [J]. Environmental Impact Assessment, 2019, 41 (6): 50-55. (in Chinese))
- [21] 蒋红, 逢勇, 罗缙, 等. 围堰施工对湛江港海域水环境影响模拟[J]. 水资源与水工程学报, 2014, 25 (4): 165-168. (JIANG Hong, PANG Yong, LUO Jin, et al. Simulation of impact of cofferdam construction on water environment of Zhanjiang Bay [J]. Journal of Water Resources & Water Engineering, 2014, 25 (4): 165-168. (in Chinese))

(收稿日期: 2020-02-08 编辑: 彭桃英)

· 征稿启事 ·

“黄河流域生态保护和高质量发展”专题征稿

黄河流域生态保护和高质量发展是习近平总书记在黄河流域生态保护和高质量发展座谈会上提出的新的重大国家战略, 它同京津冀协同发展、长江经济带发展、粤港澳大湾区建设、长三角一体化发展一样, 是重大国家战略。为了响应这一研究热点, 《水资源保护》继开展“长江大保护”专题征稿以后, 继续开展“黄河流域生态保护和高质量发展”专题征稿。

1. 征稿范围: 黄河国家战略面临的机遇、挑战与对策建议; 黄河流域生态空间格局及规划; 黄河流域湿地生态保护体系建设与水生生态系统修复; 黄河流域水土流失治理及水土保持建设; 黄河流域水资源保护与高效利用; 智慧黄河; 黄河流域水文水资源变化及对人类活动和气候变化的响应; 黄河流域典型河湖水环境评价及水污染综合防治; 黄河流域水源地及排污口监督管理与布局优化; 黄河流域高质量发展与区域协调发展等。

2. 征稿时间: 即日起至 2021 年 6 月 30 日。

3. 投稿网址: <http://jour.hhu.edu.cn/szybh/ch/index.aspx>。投稿时请注明“黄河流域生态保护和高质量发展”专题征稿。