

DOI: CNKI: 32. 1309. P. 20110514. 1449. 018

太湖疏浚前后波浪扰动下的底泥再悬浮特征

申霞¹, 洪大林¹, 丁艳青², 姬昌辉¹, 于剑¹

(1. 南京水利科学研究院水文水资源与水利工程科学国家重点实验室, 江苏 南京 210029;

2. 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 江苏 南京 210008)

摘要: 在室内波浪水槽中, 研究不同底泥容重、不同波浪动力条件下底泥的再悬浮特征。结果表明: 静止状态下, 水体垂向悬浮物浓度差别不大, 小波作用时底泥未普遍起动, 各层悬浮物浓度增加不明显。随着大波浪的作用, 底部切应力远大于底泥起动临界切应力, 水体悬浮物浓度急剧增加, 10 min 内悬浮物浓度增加 10~15 倍, 60 min 内再悬浮量占总悬浮量的 80% 左右, 悬浮物浓度垂向分层明显。试验底泥湿容重包括 1.34 g/cm³、1.47 g/cm³、1.55 g/cm³、1.59 g/cm³, 比较了 3 种切应力下, 底泥再悬浮量随容重的变化关系, 结果均显示水体内总再悬浮量与底泥容重呈高度负线形相关。

关键词: 波浪水槽试验; 底泥容重; 切应力; 再悬浮量

中图分类号: TV142

文献标志码: A

文章编号: 1001-6791(2011)04-0580-06

湖泊底泥是水生生态系统的重要组成部分, 是营养物、重金属、持久性有机污染物的汇和源。浅水湖泊底泥易受波浪、湖流以及船行等外力扰动的共同作用发生再悬浮。近年来, 国内外学者围绕外力扰动条件下湖泊沉积物的再悬浮特征开展了大量野外原位观测^[1-3]和室内模拟实验^[4-7], 亦得出了一定条件下沉积物再悬浮与水动力之间的相关关系^[8]。底泥再悬浮过程中污染物由于吸附-解吸作用向水体释放, 必将导致上覆水中污染物浓度突然上升^[9]。疏浚工程通过去除富含污染物的表层沉积物来控制污染物释放或减少污染物生物有效性, 能够有效控制内源污染, 被较多应用于湖泊治理。目前针对疏浚效果的研究主要是通过现场观测^[10]和室内模拟试验^[11-12], 对比疏浚前后上覆水营养盐浓度, 来分析其对改善水质及生态环境的效果, 却忽略了疏浚后沉积物再悬浮特征的改变对底泥污染物释放规律的影响。

本文旨在通过室内波浪水槽试验, 研究不同波周期和波高的作用下底泥的再悬浮特征, 这对于揭示浅水湖泊水生生态系统中污染物的迁移、转化以及归宿具有重要意义。在此基础上, 通过多次清淤改变底泥物理性质, 分析表层容重对再悬浮量的影响, 并拟合不同水动力条件下底泥容重与再悬浮量的关系, 为后续研究污染物与沉积物和悬浮颗粒物的相互作用、清淤的厚度以及环境效应奠定基础。

1 试验设计

1.1 泥样采集

试验所用泥样取自太湖贡湖湾的东南角, 采集松软易悬浮、有机质含量高的表层底泥。泥样用塑料袋封装, 运回试验厅。分析泥样的颗粒级配得出中值粒径为 0.011 mm。

1.2 波浪水槽

波浪水槽如图 1 所示, 水槽全长 25 m, 高 0.8 m, 宽 0.5 m, 水槽进口设有平推式造波设备, 以产生规则波, 水槽尾端设有消浪网。中间 7 m 为铺泥段, 泥厚 10~20 cm, 泥层两侧设有分层挡板, 高度可以随底泥的厚度调整。在底泥铺设段的两端均放置 MTS 公司生产的电容式波高仪以测量波高, 采集的波高均值为

收稿日期: 2010-07-02; 网络出版时间: 2011-05-14

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1309.P.20110514.1449.018.html>

基金项目: 江苏省基础研究计划资助项目 (BK2007733)

作者简介: 申霞(1982-), 女, 江苏如皋人, 工程师, 博士, 主要从事河流动力学、环境水力学方面研究。

E-mail: xshen@nhri.cn

试验波高。整个系统由计算机自动控制。

1.3 试验方案

将太湖底泥置于波浪水槽中间的铺泥段, 并刮平, 泥层厚度 20 cm。往水槽中缓慢充入自来水, 至水深 40 cm, 静置数日。用环刀、小坩埚及天平测定表层 2 cm 泥样的容重。试验波周期 1.5 s、1.2 s、1.8 s, 波高 2 cm、9 cm。每个波周期条件下, 波高 2 cm 的波浪持续时间为 60 min, 水样采集的时间间隔为 30 min、30 min; 随后调整波高至 9 cm, 持续 120 min, 采样间隔为 10 min、20 min、30 min、30 min、30 min。水样采集在垂向分为 3 层, 距泥面的距离分别为 1 cm、5 cm、20 cm, 每一层设置 3 个平行样(见图 1)。水样采集后

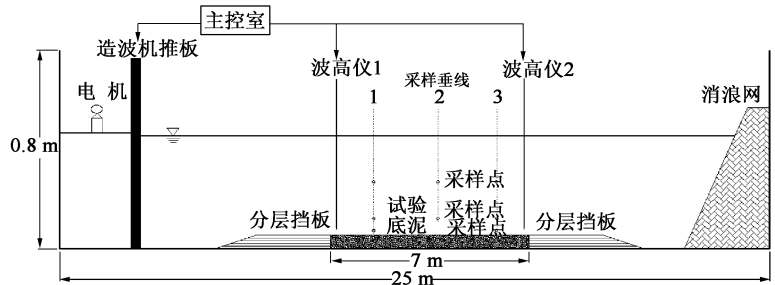


图 1 波浪水槽示意图

Fig. 1 Layout of wave flume

随即用真空抽滤器过滤, 使用预先烘干称重的 0.45 μm 微孔滤膜分离水和泥沙, 在 102 ~ 105℃ 烘干 4 h 至恒重, 在干燥器中冷却 2 h 以上至室温, 用 1/10 000 电子天平称量滤膜过滤前后的质量差, 计算悬浮物(SS)浓度。该组试验结束后, 放空水槽, 将上层底泥清除后再测定表层泥样的容重, 重复以上的步骤。根据以上多组次试验, 可分析不同底泥容重、不同波高波周期条件下, 垂向悬浮物浓度分布及底泥再悬浮特征。

2 底部切应力与悬浮物量计算

试验中包含了不同波高、波周期等水动力参数, 为了便于多组试验结果间的比较, 将波浪动力换算成水底切应力。底部切应力一般包括波切应力和流切应力, 在波浪水槽中, 流切应力可忽略不计。研究也显示底泥的悬浮动力主要来自波浪的作用, 其贡献可以达到 70 % 以上^[13]。

2.1 波浪切应力计算方法

Grand 和 Madsen^[14]较早系统地提出了水底边界层切应力计算的基本理论, 根据该研究成果, 一个波周期内的平均切应力可采用式(1)计算。

$$\tau_w^b = 0.5\rho f_w u_m^2 \quad (1)$$

式中 τ_w^b 为波切应力, N/m²; ρ 为水的密度, kg/m³; f_w 为波摩擦系数; u_m 为波浪产生的底部最大水平速度, m/s。

f_w 计算公式为^[15]

$$f_w = \exp[5.2(A_\delta/K_s)^{-0.19} - 6.0] \quad (2)$$

式中 A_δ 为近底波幅, 通过线形波理论确定, $A_\delta = H_s / \left[2\sinh\left(\frac{2\pi h}{L_s}\right) \right]$ (H_s 为有效波高, m; h 为水深, m; L_s 为水深 h 处的有效波长, m); K_s 为湖底粗糙度, 取 0.2 mm。当 $A_\delta/K_s \leq 1.59$ 时, $f_w = 0.3$ 。

u_m 计算公式为^[16]

$$u_m = \pi H_s / (T_s \sinh(2\pi h/L_s)) \quad (3)$$

式中 T_s 为波周期, s; L_s 为水深 h 处的有效波长, 计算公式为

$$L_s = gT_s^2 \tanh(2\pi h/L_s) / 2\pi \quad (4)$$

采用式(1) ~ 式(4), 计算得到不同波周期、不同波高条件下水底切应力, 结果见表 1。可见, 波周期相同, 波高越大, 产生的底部切应力越大, 而波高一样的情况下,

表 1 不同波周期波高条件下水底切应力

Table 1 Bottom shear stress of different wave factors

波周期/s	波高/cm	近底水平流速最大值/(m·s ⁻¹)		波长/m	切应力/(N·m ⁻²)
1.2	2	0.031	1.93	0.585	
1.2	9	0.139	1.94	1.328	
1.5	2	0.038	2.61	0.576	
1.5	9	0.169	2.62	1.378	
1.8	2	0.041	3.27	0.555	
1.8	9	0.185	3.27	1.373	

切应力并不是随波周期的变化而呈现单调递增或递减的关系。

2.2 悬浮物量计算

在波浪水槽试验中,底泥在垂向上发生起动、再悬浮、沉降,而在水平方向的输移量极小。因此,可以将水槽看成一个水柱,采用以下方法分析水体总悬浮物及底泥再悬浮量。

(1) 水柱总悬浮物量 单位面积水柱总悬浮物含量,对于了解沉积物在风浪作用下再悬浮量具有十分重要的意义,其值大小由式(5)计算。

$$q = \sum_{i=1}^n SS_i \Delta z_i / 100 \quad (5)$$

式中 q 为单位面积水柱悬浮物含量, g/m^2 ; SS_i 为第 i 水层悬浮物含量, mg/L ; Δz_i 为第 i 水层的厚度, cm ; n 为测点垂向观测分层数。

(2) 沉积物再悬浮量 由于水槽内水平流速很小,短时间内悬浮物水平空间的输移在计算湖底沉积物再悬浮时可以忽略不计,这样在某一时段底泥再悬浮量可以用式(6)计算。

$$\Delta q = q_{t_2} - q_{t_1} \quad (6)$$

式中 q_{t_1} 为 t_1 时刻单位面积水柱总悬浮物含量, g/m^2 ; q_{t_2} 为 t_2 时刻单位面积水柱总悬浮物含量, g/m^2 。

3 结果与讨论

3.1 一次弱强波浪过程中悬浮物变化特征

图2为一次弱强波浪作用过程中,水槽内各层悬浮物浓度随时间的变化。在波浪作用之前,采集背景水样,由下至上3层的含沙量分别为 $4.00 \text{ mg}/\text{L}$ 、 $4.25 \text{ mg}/\text{L}$ 、 $4.50 \text{ mg}/\text{L}$,差别不大。在波周期 1.5 s 、波高 2 cm

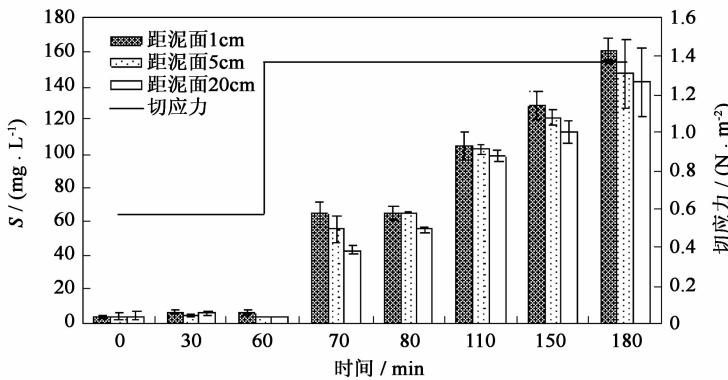


图2 一次弱强波浪过程悬浮物浓度随时间的变化

Fig. 2 Suspension concentration variation during a weak and strong wave motion

的波浪作用下,底部切应力仅为 $0.576 \text{ N}/\text{m}^2$,泥沙并没有普遍悬浮,只是紧贴床面随波左右运动,30 min 和 60 min 后,泥面以上 1 cm 的悬浮物浓度达到 $6.48 \text{ mg}/\text{L}$ 、 $6.58 \text{ mg}/\text{L}$ 。随后,波周期不变,波高增加至 9 cm ,以反映太湖在经历一次大风浪过程中底泥的再悬浮过程。据相关研究^[17],太湖大风持续时间小于 120 min 的概率为 73.5% ,因此,本次水槽试验大波作用时间为 2 h ,基本反应太湖实际的风情。大波持续 10 min 后,水体中再悬浮物含量为大波作用前的 $10 \sim 15$ 倍,随着波浪的持续作用,悬浮物含量基本呈线性增长,

2 h 后,由下至上3层的含沙量浓度分别为 $161.00 \text{ mg}/\text{L}$ 、 $147.33 \text{ mg}/\text{L}$ 、 $142.33 \text{ mg}/\text{L}$,泥沙再悬浮浓度为波浪作用前水体悬浮物的 40 倍。

3.2 不同容重下的底泥再悬浮特征

水槽中底泥铺设厚度 20 cm ,水深 40 cm ,每组试验前测定泥面表层 2 cm 的容重,试验后将表层沉积物刮除,以模拟太湖的疏浚工程。4 组试验中,表层底泥容重分别为 $1.34 \text{ g}/\text{cm}^3$ 、 $1.47 \text{ g}/\text{cm}^3$ 、 $1.55 \text{ g}/\text{cm}^3$ 、 $1.59 \text{ g}/\text{cm}^3$ 。太湖现场底泥柱状样容重的测定结果显示,太湖泥面下 $0 \sim 36 \text{ cm}$ 深度范围内容重的变化为 $1.17 \sim 1.74 \text{ g}/\text{cm}^3$,而根据以往太湖清淤的实践,清淤的厚度一般不超过 40 cm 。因此,本次试验的容重能够反映太湖底泥清淤不同深度前后容重的变化,分析结果有着重要的现实意义。

在波浪的作用下,当底部切应力大于泥沙起动应力,底泥经历个别动、少量动至普遍起动,悬起的泥沙

在波浪产生的垂向流速下向表层输移扩散,水柱总悬浮量增加。由于各组试验的含沙量背景值不同,各工况间总悬浮量无可比性,因此引入再悬浮量的概念,用以分析不同波浪参数及底泥容重对底泥再悬浮的作用。

波周期为 1.5 s 时,波高为 2 cm 的波浪作用时间为 60 min,随后波高增加为 9 cm,持续时间 120 min,两种波高情况下水槽底部切应力分别为 0.576 N/m² 和 1.378 N/m²,该动力过程作用下,清淤前后不同底泥容重水槽内泥沙总悬浮量及再悬浮量见表 2。由表 2 可知,当底泥容重 1.34 g/cm³,波高 2 cm 时床面泥沙基本处于少量动的状态,60 min 内的再悬浮量为 15.10 g/m²,占总再悬浮量的 24.6%。随着表面泥层的清除,底泥容重逐渐增加,依次为 1.47 g/cm³、1.55 g/cm³、1.59 g/cm³,小波作用下泥面附近泥沙呈现个别动的现象,60 min 内再悬浮量分别为 0.83 g/m²、0.78 g/m²、0.52 g/m²,仅占总再悬浮量的 1.1%~1.4%。以上关于切应力及泥沙起动的规律与李一平等^[4]在环形水槽中的试验结果一致。波高 2 cm 的波浪作用 60 min 后,转为波高为 9 cm 的大波作用 120 min,再现太湖现场突遭大风浪后的底泥悬浮过程。从试验结果明显看出,大波作用后的很短时间内,水槽内悬浮物浓度急剧上升,随后缓慢增加。大波作用前 60 min 内再悬浮量占大波作用 120 min 内总再悬浮量的 71.1%~85.5%,很显然,大风浪最初的 1 h 对底泥的掀沙作用极大,这与太湖现场观测的大风浪过程中悬浮物变化的规律相同^[2]。从表 2 中的数据还可以看出,再悬浮并不是总是正的,说明波浪导致的底泥起动悬浮过程中同时存在泥沙的沉降,尤其是大波浪作用后悬浮物浓度急剧增加,导致颗粒间絮凝速度增加,沉速加大。

表 2 大小波浪过程中泥沙总悬浮量及再悬浮量

Table 2 Total suspension and resuspension during a weak and strong wave motion

时间 /min	切应力 /(N·m ⁻²)	容重 1.34 g/cm ³		容重 1.47 g/cm ³		容重 1.55 g/cm ³		容重 1.59 g/cm ³	
		总悬浮量 /(g·m ⁻²)	再悬浮量 /(g·m ⁻²)	总悬浮量 /(g·m ⁻²)	再悬浮量 /(g·m ⁻²)	总悬浮量 /(g·m ⁻²)	再悬浮量 /(g·m ⁻²)	总悬浮量 /(g·m ⁻²)	再悬浮量 /(g·m ⁻²)
0	0.576	12.00	/	0.59	/	1.57	/	0.98	/
30	0.576	16.80	4.80	1.04	0.45	1.76	0.19	1.49	0.51
60	0.576	27.10	10.30	1.42	0.38	2.35	0.59	1.50	0.01
70	1.378	39.20	12.10	19.96	18.54	17.80	15.45	15.24	13.74
90	1.378	63.70	24.50	32.00	12.05	27.00	9.20	28.40	13.16
120	1.378	60.90	-2.80	49.10	17.10	40.08	13.08	42.20	13.80
150	1.378	72.30	11.40	57.68	8.58	50.80	10.72	46.70	4.50
180	1.378	73.50	1.20	59.18	1.50	55.40	4.60	49.11	2.41
总再悬浮量		/	61.50	/	58.59	/	53.83	/	48.13

3.3 不同切应力下容重与再悬浮量的关系

共进行了表层底泥清除前后的 4 组试验,试验中表层沉积物容重分别为 1.34 g/cm³、1.47 g/cm³、1.55 g/cm³、1.59 g/cm³。每个容重条件下,通过改变波周期、波高等参数,进行 3 组不同波动力下的试验,3 组试验的底部切应力分别为 1.328 N/m²、1.373 N/m²、1.378 N/m²。

波浪作用前 90 min 内的总再悬浮量见表 3,由表可知,在切应力不变时,随着多次的疏浚,表层底泥容重逐渐增大,泥沙越难起动悬浮,再悬浮量亦越小。同一容重下,随着波动力的增强,即切应力的增加,再悬浮量亦随之增大。拟合了不同切应力下,再悬浮量与容重的关系(图略)。结果显示,以容重为自变量,再悬浮量为因变量,3 个切应力条件下两者的线性关系可表示为 $y = -100.14x + 176.22$ 、 $y = -115.49x + 216.38$ 、 $y = -92.946x + 192.8$,决定系数 R^2 分别为 0.9547、0.9928、0.9981。很显然,同一切应力条件下,容重与再悬浮量呈现出高度的负线性相关。在太湖现场疏浚工程中,先测量底泥容重的垂向分布,根据以上相关关系式,可大致评估不同疏浚厚度的效果,并为沉积物污染物释放规律的研究奠定基础。

分析表 3 的数据可见,在容重不变的情况下,再悬浮量与切应力的相关关系不明显。

表 3 不同底泥容重条件下的再悬浮量

Table 3 Sediment resuspension of different bulk weight condition

容重 /(g·cm ⁻³)	再悬浮量/(g·m ⁻²)		
	切应力 1.328 N/m ²	切应力 1.373 N/m ²	切应力 1.378 N/m ²
1.34	43.54	60.94	/
1.47	25.86	48.02	56.27
1.55	/	/	48.45
1.59	18.63	32.01	45.20

4 结 论

在波浪水槽中通过多次清除表层沉积物, 来反映太湖底泥垂向容重的变化。水槽一端的造波机产生规则波, 再现太湖的风场动力。试验结果表明: 小波高作用下, 底泥仅在泥面附近左右晃动, 随着波高的增加, 切应力达到一定数值以后, 水体悬浮物浓度明显增加, 底泥的悬浮主要集中在最初的 1 h 内。该过程与太湖现场观测的底泥悬浮规律基本一致。清淤前后的试验数据对比显示, 总再悬浮量与底泥容重呈高度负线形相关, 两者的拟合关系, 为今后估算太湖清淤工程的效果以及进一步研究底泥悬浮过程中污染物的释放规律有着重要意义。

参考文献:

- [1] 罗淑葱, 秦伯强, 胡维平, 等. 不同水动力扰动下太湖沉积物的悬浮特征[J]. 湖泊科学, 2004, 16(3): 273-276. (LUO Lian-cong, QIN Bo-qiang, HU Wei-ping, et al. Sediment resuspension under different hydrodynamic disturbances in Lake Taihu [J]. Journal of Lake Sciences, 2004, 16(3): 273-276. (in Chinese))
- [2] 朱广伟, 秦伯强, 高光. 强弱风浪扰动下太湖的营养盐垂向分布特征[J]. 水科学进展, 2004, 15(6): 775-780. (ZHU Guang-wei, QIN Bo-qiang, GAO Guang. Vertical distribution of the concentration of phosphorus and suspended solid in Taihu Lake affected by wind-induced wave [J]. Advances in Water Science, 2004, 15(6): 775-780. (in Chinese))
- [3] 胡春华, 胡维平, 张发兵, 等. 太湖沉积物再悬浮观测[J]. 科学通报, 2005, 50(22): 2541-2545. (HU Chun-hua, HU Wei-ping, ZHANG Fa-bing, et al. Sediment resuspension in Lake Taihu [J]. Chinese Science Bulletin, 2005, 50(22): 2541-2545. (in Chinese))
- [4] 李一平, 逢勇, 陈克森, 等. 水动力作用下太湖底泥起动规律研究[J]. 水科学进展, 2004, 15(6): 770-774. (LI Yi-ping, PANG Yong, Chen Ke-sen, et al. Study on the starting principles of sediment by water force in Taihu Lake [J]. Advances in Water Science, 2004, 15(6): 770-774. (in Chinese))
- [5] 逢勇, 庄巍, 韩涛, 等. 风浪扰动下的太湖悬浮物实验与模拟[J]. 环境科学, 2008, 29(10): 2743-2748. (PANG Yong, ZHUANG Wei, HAN Tao, et al. Experiment and model simulation of suspended solids in Taihu Lake under wind-wave disturbance [J]. Chinese Journal of Environmental Science, 2008, 29(10): 2743-2748. (in Chinese))
- [6] 尤本胜, 王同成, 范成新. 太湖沉积物再悬浮模拟方法[J]. 湖泊科学, 2007, 19(5): 611-617. (YOU Ben-sheng, WANG Tong-cheng, FAN Cheng-xin. Quantitative simulative method of sediment resuspension in Lake Taihu [J]. Journal of Lake Sciences, 2007, 19(5): 611-617. (in Chinese))
- [7] 高永霞, 孙小静, 张战平, 等. 风浪扰动引起湖泊磷形态变化的模拟试验研究[J]. 水科学进展, 2007, 18(5): 668-673. (GAO Yong-xia, SUN Xiao-jing, ZHANG Zhan-ping, et al. Simulated study on concentration change of different form phosphorus in shallow lakes caused by wind-wave disturbance [J]. Advances in Water Science, 2007, 18(5): 668-673. (in Chinese))
- [8] 王鹏, 姚琪, 王胜艳, 等. 模拟扰动条件下太湖沉积物的再悬浮特征[J]. 水科学进展, 2010, 21(3): 399-404. (WANG Peng, YAO Qi, WANG Sheng-yan, et al. Sediment resuspension dynamics of Taihu Lake under simulative disturbing conditions [J]. Advances in Water Science, 2010, 21(3): 399-404. (in Chinese))
- [9] SCHNEIDER A, PORTER E, BAKER A. Polychlorinated biphenyl release from resuspended Hudson River sediment [J]. Environmental Science & Technology, 2007, 41(4): 1097-1103.
- [10] 王栋, 孔繁翔, 刘爱菊, 等. 生态疏浚对太湖五里湖湖区生态环境的影响[J]. 湖泊科学, 2005, 17(3): 263-268. (WANG Dong, KONG Fan-xiang, LIU Ai-ju, et al. Analysis of the influence of the ecological dredging to ecosystem of Lake Wuli, Lake Taihu [J]. Journal of Lake Sciences, 2005, 17(3): 263-268. (in Chinese))
- [11] 范成新, 张路, 王建军, 等. 湖泊底泥疏浚对内源释放影响的过程与机理[J]. 科学通报, 2004, 49(15): 1523-1528. (FAN Cheng-xin, ZHANG Lu, WANG Jian-jun, et al. Process and mechanism of internal nutrients release effected by dredging [J]. Chinese Science Bulletin, 2004, 49(15): 1523-1528. (in Chinese))
- [12] 钟继承, 刘国锋, 范成新, 等. 湖泊底泥疏浚环境效应: I: 内源磷释放控制作用[J]. 湖泊科学, 2009, 21(1): 84-93.

- (ZHONG Ji-cheng, LIU Guo-feng, FAN Cheng-xin, et al. Environmental effect of sediment dredging in lake; I: The role of sediment dredging in reducing internal phosphorous release[J]. *Journal of Lake Sciences*, 2009, 21(1): 84-93. (in Chinese))
- [13] SHENG Y P, LICK W. The transport and resuspension of sediments in a shallow lake [J]. *Journal of Geophysical Research*, 1979, 84(C4): 1809-1826.
- [14] GRANT W D, MADSEN O S. Combined wave and current interaction with a rough bottom [J]. *Journal of Geophysical Research*, 1979, 84(C4): 1797-1808.
- [15] JIANG W, POHLMANN T, SUNDERMANN J, et al. A modelling study of SPM transport in the Bohai Sea [J]. *Journal of Marine Systems*, 2000, 24: 175-200.
- [16] MADSEN O S. Wave climate of the continental margin: Elements of its mathematical description [C] // *Marine Sediment Transport and Environmental Management*. New York: Wiley, 1976: 65-90.
- [17] 朱广伟, 秦伯强, 张路, 等. 太湖底泥悬浮中营养盐释放的波浪水槽试验[J]. *湖泊科学*, 2005, 17(1): 61-68. (ZHU Guang-wei, QIN Bo-qiang, ZHANG Lu, et al. Wave effects on nutrient release of sediments from lake Taihu by flume experiments [J]. *Journal of Lake Sciences*, 2005, 17(1): 61-68. (in Chinese))

Sediment resuspension characteristics under wave distributing of dredging in Taihu Lake *

SHEN Xia¹, HONG Da-lin¹, DING Yan-qing², JI Chang-hui¹, YU Jian¹

(1. *Nanjing Hydraulic Research Institute State Key Laboratory of Hydrology-Water Resources and Hydraulic Engineering, Nanjing 210029, China*; 2. *Nanjing Institute of Geography & Limnology, CAS, Nanjing 210008, China*)

Abstract: Sediment resuspension characteristics are studied using the laboratory wave flume with different sediment bulk densities (1.34 g/cm^3 , 1.47 g/cm^3 , 1.55 g/cm^3 , and 1.59 g/cm^3) and wave hydrodynamics. Results show that the vertical concentration of suspended sediments is almost uniform without the influence of wave action. Only local sediment resuspension can be observed for small wave amplitudes. The vertical variation in suspended sediment concentrations is insignificant. When the wave height reaches 9 cm, the bottom shear stress will be much greater than the critical shear stress. Thus, there will be a sudden increase in suspended sediment concentrations. The concentration will be 10 to 15 times higher than that for small wave amplitudes after 10 minutes. The resuspension quantity can account for about 80% of the gross resuspension within 60 minutes. Large variations are observed in the vertical profile of gross resuspension. The bulk density is highly correlated to the gross resuspension. The larger the bulk density is, the smaller the gross resuspension will be.

Key words: wave flume test; bulk density of sediment; shear stress; resuspension

* The study is financially supported by the National Basic Research Program of Jiangsu Province(No. BK2007733).