

2008 年洪水期长江口滨外区 悬浮泥沙特征

胡 刚^{1,2}, 刘 健^{1,2}, 时连强³

(1 国土资源部海洋油气资源与环境地质重点实验室, 青岛 266071;

2 青岛海洋地质研究所, 青岛 266071; 3 国家海洋局第二海洋研究所, 杭州 310012)

摘 要:河口悬沙属性的现场观测对于泥沙输移和沉积过程研究具有重要的意义,也是河口地貌演变的重要研究内容之一。利用 2008 年 8 月河口滨外区纵向 3 站位同步悬沙和 ADP 水流观测资料,并结合室内 Malvern 2000 型激光粒度仪对悬沙进行粒度测试,对研究区域泥沙组成及时空变化规律进行了分析。结果表明,悬浮体浓度在潮周期内随涨落潮变化,悬沙浓度最大一般出现在涨急时刻,纵向上向海方向悬沙浓度依次降低,垂向上表中底悬沙浓度依次增加,且大潮悬浮体浓度小于小潮;悬沙组成以黏土质粉砂为主,平均粒径为 6Φ ,在潮周期内变化不大,物质组成比较稳定;悬沙浓度与流速呈现一定相关性,悬沙浓度与粒度、粒度与流速之间相关性不明显。

关键词:长江口;河口悬沙;泥沙输移

中图分类号:P734.21 文献标识码:A

河口悬浮泥沙作为河口海岸水体泥沙运动的重要形式,其时空分布特征及变化规律是河口海岸带地区泥沙运动研究的重要内容之一,也是影响泥沙运动和河口地貌变化过程的一个重要因素。对于长江口河口泥沙运动研究由来已久,前人已经做过很多工作^[1-8]。但其研究多基于多站位或者长时间观测资料,仅得到河口及邻近区域的悬沙浓度空间分布特征和洪枯季变化特征,较少论及潮周期时间尺度的变化特征,而且以往的研究中只是对于悬沙浓度的描述分析,对悬沙粒度及物质组成较少论及,而粒度变化和组成对泥沙落淤和再悬浮具有重要作用。因此,笔者尝试以研究区域悬沙浓度、

悬沙组成,结合水动力资料,探讨研究区域内泥沙时空变化规律和运动过程。

1 研究区域与资料来源

1.1 研究区域

研究区位于长江口滨外区 $122^{\circ}\sim 123^{\circ}\text{E}$,在长江口南支南汇嘴东侧,具体位置见图 1。长江口两千年来的发育模式已有定论^[9],北岸沙岛并岸、南岸边滩发展。长江口南支水沙通量占据了进入河口区水沙的 90% 强,南岸之所以一直发展,是因为有充足的泥沙供应,从而造成了快速的海岸堆积过程。南汇嘴东侧海滨是长江口和杭州湾的交汇带,自然成为长江口与杭州湾水沙交换的主要场所。因此,研究该海域泥沙颗粒的特征,对分析该区域附近的动力条件、泥沙运移和沉积过程等具有一定的意义。

收稿日期:2011-02-22

基金项目:国家自然科学基金(40806038);国土资源部海洋油气资源与环境地质重点实验室开放基金(MRE200916);中国科学院海洋地质与环境重点实验室开放基金(MGE2009KG06)

作者简介:胡 刚(1979—),男,在读博士,主要从事河口区水文泥沙过程的研究工作。E-mail:hg_jinan@163.com

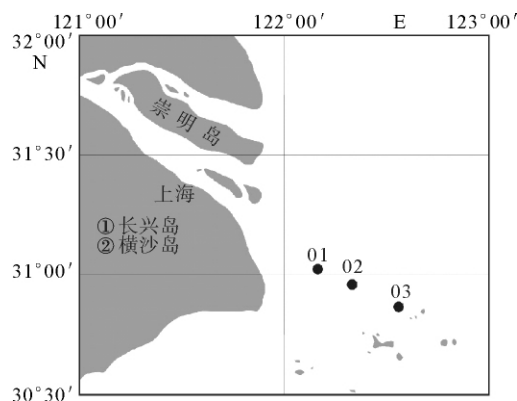


图 1 研究区位置及采样站位

Fig. 1 Location of the study area and sampling sites

1.2 资料来源

课题组于 2008 年 8 月 16—21 日在长江口滨外区洪水大潮和小潮进行了连续 25 h 同步观测,具体取样站位如图 1。观测资料包括 25 h 同步流速、流向测量,设定仪器采样间隔为 20 s。每个整点表、中、底 3 层悬浮体取样,取样体积为 1 000 mL。8 月份长江大通站平均流量为 40 013 m³/s,8 月 16 日长江大通站流量为 37 700 m³/s,8 月 20 日长江大通站流量为 41 200 m³/s。

2 实验测试方法

将一定体积的悬浮体倒入装有孔径为 0.45 μm 滤膜的抽滤瓶中,通过真空泵抽滤,在抽滤过程中使用双膜过滤,以消除在烘干过程中滤膜损失量对于悬浮泥沙重量的影响,最后得到样品中悬浮泥沙的体积重量。

在进行样品粒度分析前,为了去除有机质和碳酸盐成分对样品分析的影响,需先用过量的双氧水(30%)和稀盐酸(0.2 mol/L)处理样品,然后洗盐,使用超声震荡 30 s 后,再用英国产 Malvern 2000 型激光粒度仪进行粒度分析。该仪器粒径测量范围为 0.02~2 000 μm,粒径分辨率为 0.01Φ(Φ=−log₂d,其中 d 为用 mm 表示的粒径大小),重复测量相对误差<3%。运用图算法对样品粒度参数进行计算。

3 结果与讨论

3.1 悬沙浓度

实测结果见图 2。大潮期间分布纵向上,01

站位表、中、底 3 层平均悬浮体含量分别为 73.7、197.9、515.9 mg/L;02 站位表、中、底平均悬浮体含量分别为 12.3、58.6、460.8 mg/L;03 站位表、中、底平均悬浮体含量分别为 4.5、5.9、87.4 mg/L,纵向分布 3 站位对应层位均为向海扩散方向减小,01 站位含量最大,03 站位含量最小。

每个站位垂线含量由表及底增加,底层悬浮体含量比表层相差 1 个数量级。大潮期间悬浮体含量表现为 2 个峰值(峰值区),出现峰值(峰值区)的时刻一般为落急滞后 2 个时刻左右,落潮急流时刻径流带来的大量物质,形成高浓度悬浮体,较流速会有滞后。而涨急时刻虽然流速也较大,但外海潮流携带物质较少,悬浮体浓度不会太大,但 03 站位只有 1 个峰值(峰值区),这可能与潮汐不等和离河口距离较远有关。

在小潮期间(图 3)的纵向分布上,01 站位表、中、底 3 层平均悬浮体含量分别为 122.6、338.8、668.5 mg/L;02 站位表、中、底平均悬浮体含量分别为 49.3、225.7、1 482.6 mg/L;03 站位表、中、底平均悬浮体含量分别为 7.8、17.4、126.3 mg/L,表层和中层纵向分布趋势与大潮相同,但底层悬浮体含量却以 02 站位为最高,02 站位地处河口浑浊带地区,河流与海洋作用的活跃地带,河床泥沙再悬浮及 2 次悬浮现象频繁发生,甚至会造成近底浮泥层。

每个站位垂向悬浮体含量分布趋势与大潮一样,表层最小,底层最大,两者仍然有 1 个数量级的差别。小潮期间 3 站位均在落急之后出现 2 个峰值(区),而 02 站位在一个涨急时刻也出现悬浮体浓度的峰值(区)。

无论大潮还是小潮,3 个站位的纵向悬浮体含量分布趋势和垂向分布趋势均表现出一定的同一性,这是因为悬浮体从口内流向口外,在自然重力作用分选下,悬浮体含量向海扩散的数量就会越来越少,而底层浓度就相应地比表层浓度大了将近 1 个数量级,这可以充分看出泥沙在水动力作用下再悬浮活动剧烈,使底沙在水流作用影响下大量启动悬浮于近底水体中。3 个站位小潮期间悬沙浓度均大于大潮期间,且 01 和 02 站位大

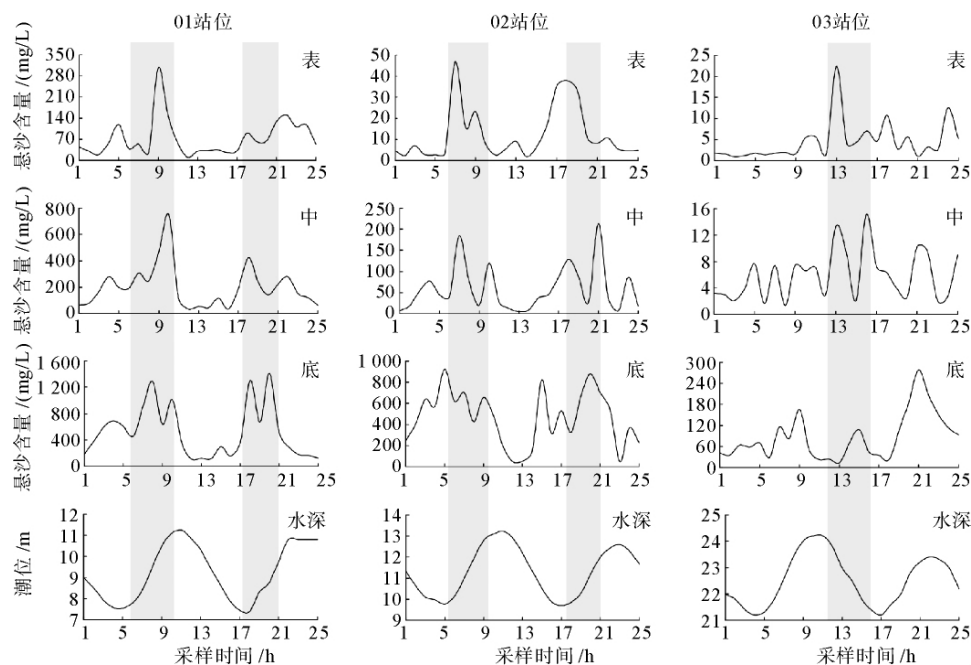


图 2 测量站位大潮表、中、底悬浮体含量

Fig. 2 Suspended sediment concentration with depth at different sites within a spring tide

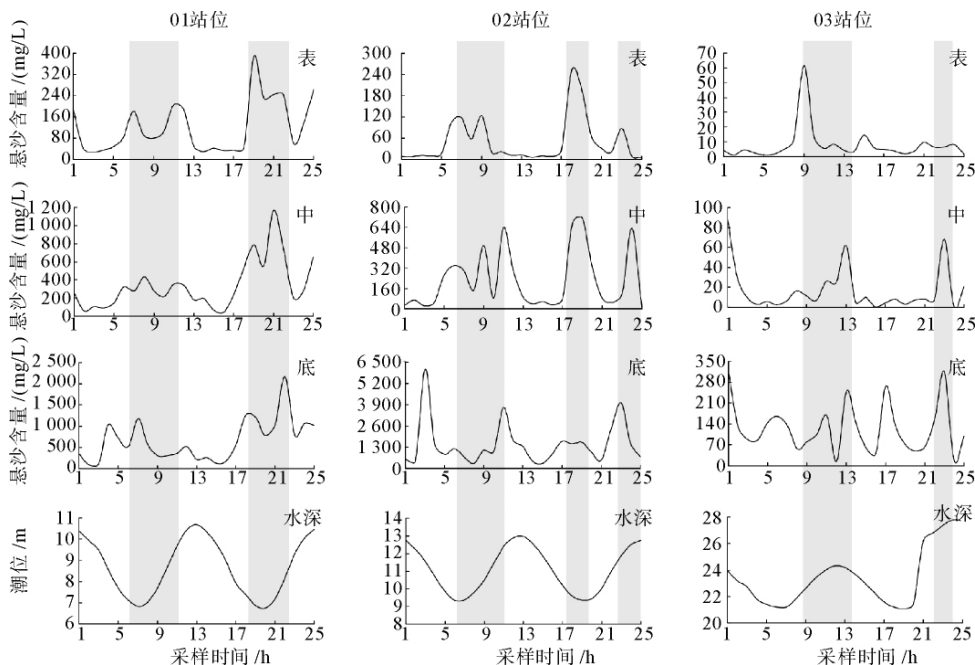


图 3 测量站位小潮表、中、底悬浮体含量

Fig. 3 Suspended sediment concentration with depth at different sites within a neap tide

小潮含量相差较大,03 站位相对差别较小,因为 01 站位处于长江河口浑浊带区域。02 站位处在浑浊带区域边缘,03 站位则在滨外海域。在小潮期间,上游径流来水和潮流作用的影响下,二者在浑浊带地区相遇,使得该区域水动力作用相抵,盐

淡水垂向混合好,对于长江口以粉砂和黏土为主悬浮体而言,可能达到最佳絮凝盐度,从而悬浮体发生絮凝成团聚集在浑浊带地区,产生河口絮凝捕集泥沙过程^[10],使大量泥沙在小潮期间存在于近底水体中;而在大潮期间,由于水动力作用相

对较强,破坏浑浊带地区发生絮凝作用,在水动力作用下悬浮体随流搬运,出现了比小潮期间悬浮体含量小的现象。

3.2 悬沙组成

对处于河海相互作用、浑浊带边缘的 02 站位的悬浮体进行了粒度分析。由于表层和中层悬浮体含量相对粒度分析样品需求量少,很多不能做,

只重点分析了底层悬沙粒度变化的情况。粒度分析表明,大小潮期间,悬沙组成变化不大,粉砂含量均超过 70%,为黏土质粉砂,大小潮平均粒径均为 6Φ ,约合 0.015 mm。大小潮潮周期变化均比较小,物质组成基本一致。

河口沉积物和水域中悬沙的物质来源均为长江来源,其物质组成肯定与长江来源物质相同,虽然在河口浑浊带地区会由于泥沙、有机质等絮凝作用产生的泥沙粒度和浓度的增加,但在实验室分析阶段,已经过双氧水和稀盐酸的处理,去除了样品中的有机质和碳酸盐物质,是实际水域的悬沙浓度,因此都会统一在长江源物质组成上,并没有太大的变化,如图 4。

3.3 悬沙浓度、粒度与水动力的关系

水域中悬浮体浓度、粒度变化均与多种因素共同作用相关,在河口地区,悬沙浓度和粒度的潮周期变化不仅与水动力等物理作用有关,还与絮凝等生物化学作用息息相关。笔者仅探讨悬浮体浓度、粒度和研究区水动力的关系。由图 5 看出,悬浮体浓度与水流速度的对应性最好,流速在 25 h 内两涨两落情况下出现 2 次涨急和 2 次落急,在图上对应了 4 次峰值,而悬浮体含量也相应地出现了 4 个峰值或者峰值区,这表明水动力的强弱对于悬浮体

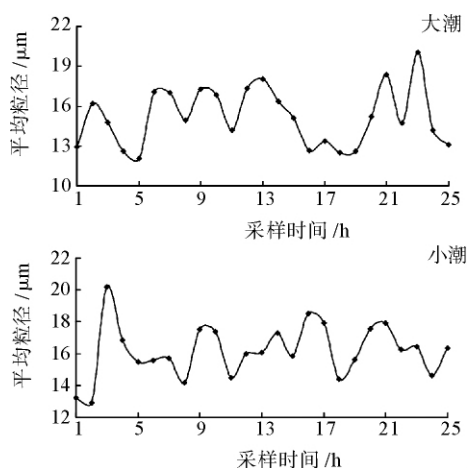


图 4 02 站位底层悬浮体粒度大小潮变化

Fig. 4 Bottom mean grain size distribution during the tidal cycles

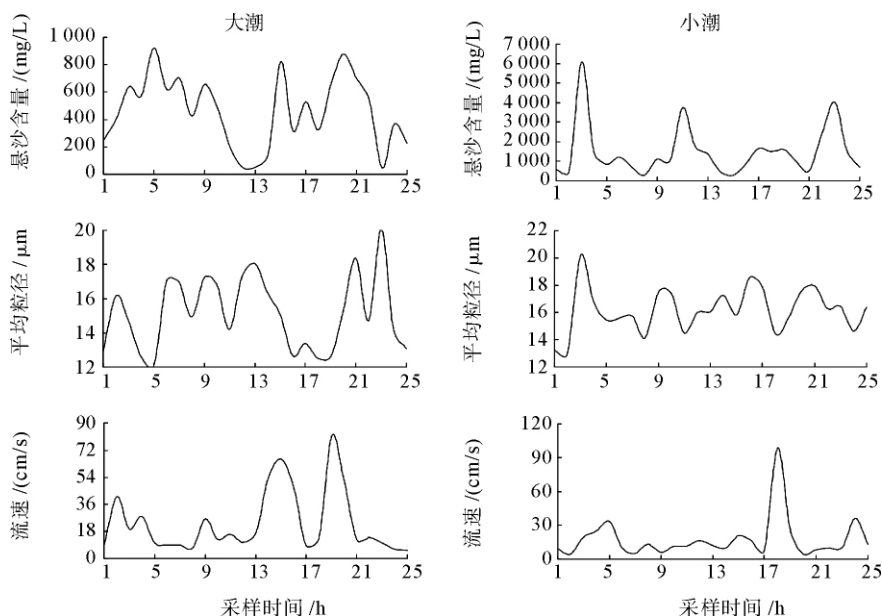


图 5 悬浮体浓度、粒度和水动力的关系

Fig. 5 Relationship of suspended sediment concentration, grain size and tide velocity

浓度的影响较大,呈现正相关关系。水流流速大,则悬浮体含量就高,反之亦然。粒度变化实际是指悬沙粒度,而非悬浮体粒度。虽然悬沙粒度也表现出一定的变化,但从根本上看,均为长江源物质,其物质组成为黏土质粉砂,平均粒径为 6Φ 。从趋势上看,与悬浮体含量和水动力的变化并没有相关性,其变化只是自身物质组成的一个体现。

4 结论

通过研究,得到如下结论:

(1)长江口滨外区悬浮体含量纵向分布向海浓度减小,垂向分布表层最低,底层最高。大小潮期间,01 站位表、中、底平均悬浮体含量最大,03 站位最小。

(2)由于河海相互作用,在河口浑浊带地区底沙经常发生再悬浮及二次悬浮,造成近底悬浮体含沙量浓度增大,甚至形成浮泥。

(3)悬沙组成为黏土质粉砂,平均粒径为 6Φ ,物质组成稳定。

(4)悬浮体含量、悬沙粒度和流速三者之间,悬浮体含量和流速呈现一定的正相关关系,而悬浮体浓度和悬沙粒度、悬沙粒度和水流流速之间

并无明显相关性。

致谢:对青岛海洋地质研究所苏大鹏在样品测试分析中所做工作谨致谢忱!

参考文献:

- [1] 沈焕庭,李九发,朱慧芳,等.长江河口悬沙输移特性[J].华东师范大学学报:自然科学版,1986(1):78-85.
- [2] 谷国传,曹沛奎.长江口外水域悬沙分布特征[J].东海海洋,1986,4(1):10-15.
- [3] 高抒,程鹏,汪亚平.长江口外海域 1998 年夏季悬沙浓度特征[J].海洋通报,1999,18(6):44-50.
- [4] 陈沈良,张国安,杨世伦,等.长江口水域悬沙浓度时空变化与泥沙再悬浮[J].地理学报,2004,59(2):260-266.
- [5] 孔亚珍,丁平兴,贺松林.长江口外及其邻近海域悬沙浓度时空变化特征分析[J].海洋科学进展,2006,24(4):446-454.
- [6] 万新宁,李九发,沈焕庭.长江口外海滨悬沙分布及扩散特征[J].地理研究,2006,25(2):294-302.
- [7] 左书华,李九发,万新宁.长江河口悬沙浓度变化特征分析[J].泥沙研究,2006(3):68-75.
- [8] 何超,丁平兴,孔亚珍.长江口及其邻近海域洪季悬沙分布特征分析[J].华东师范大学学报:自然科学版,2008(2):15-21.
- [9] 陈吉余,恽才兴,徐海根.两千年来长江口发育模式[J].海洋学报,1979,1(1):101-103.
- [10] 沈焕庭,潘定安.长江河口最大浑浊带[M].北京:海洋出版社,2001:46-49.

THE CHARACTERISTICS OF SUSPENDED DEPOSITS IN THE OFFSHORE AREA OF THE CHANGJIANG ESTUARY DURING FLOOD SEASON

HU Gang^{1,2}, LIU Jian^{1,2}, SHI Lianqiang³

(1 The Key Laboratory of Marine Hydrocarbon Resources and Environmental Geology,

Ministry of Land and Resources, Qingdao 266071, China;

2 Qingdao Institute of Marine Geology, Qingdao 266071, China;

3 The Second Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Hangzhou 310012, China)

Abstract: The characteristics of suspended sediments in an estuary are important not only for the research of sediment transportation and deposition, but also for the geomorphological study of the estuarine zone. Based on the data acquired from the in-situ observation in August, 2008, we processed the ADP data and analyzed the grain size of the suspended matter. The variation in suspended sediment was studied in a temporal and spatial framework. The results show that the suspended sediment concentration (SSC) varies not only with the alternation of flood and ebb tides, but also with the alternation of spring and neap tides. The maximum SSC usually appears during the flood peak in general. The SSC is higher in neap tide instead of spring tide. The suspended sediment is mainly composed of muddy silt and remains the same in different tidal cycles. The SSC mainly depends on current speed but not on grain size.

Key words: the Changjiang Estuary; suspended sediment; sediment transport