

浙江乐清湾现代沉积与悬沙质量浓度分布特征及意义

毛龙江, 殷 勇, 郭 伟, 朱大奎

(南京大学 海岸与海岛开发教育部重点实验室, 江苏 南京 210093)

摘要:通过对乐清湾野外考察、表层沉积物的粒度分析和水样的悬沙质量浓度分析, 探讨了乐清湾现代沉积和悬沙质量浓度分布特征。研究表明, 乐清湾现代沉积主要以细颗粒沉降为主, 粉砂和粘土总含量占 90% 以上; 悬沙质量浓度具有从湾口向湾内递减的变化趋势, 湾口悬沙质量浓度为 $0.2 \sim 0.25 \text{ kg/m}^3$, 而湾内质量浓度小于 0.01 kg/m^3 。半封闭性海湾和以外海来沙为主的物质来源共同决定沉积物的特征及悬沙质量浓度的空间变化规律, 而泥沙来源及沉积过程的研究将为港湾治理工程提供重要的依据参数。

关键词: 现代沉积; 悬沙质量浓度; 乐清湾

中国分类号: P736.21

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2005)10-0093-04

乐清湾位于浙江省南部沿海, 瓯江口北侧, 其位置在 $27^{\circ}59'09'' \sim 28^{\circ}24'16'' \text{ N}$, $120^{\circ}57'55'' \sim 121^{\circ}17'09'' \text{ E}$ 之间, 海湾总面积 463.6 km^2 , 纵深达 42 km , 平均宽度约 10 km , 中部窄处约 4.5 km , 其西部属乐清市、北部属温岭市、东部属玉环县, 口门有大门岛、小门岛和鹿西岛等岛屿作为屏障, 呈一个葫芦状的半封闭性海湾^[1,2] (图 1)。2003 年 12 月 19 日至 26 日对乐清湾进行为期 1 周的考察和采样分析, 并对乐清湾的现代沉积和悬沙质量浓度分布特征及其意义进行进一步的分析和探讨。

1 野外采样与实验方法

在大量的野外考察的基础上, 在乐清湾的不同潮滩位上采表层沉积物样 21 个(采于潮间带), 并沿湾内向湾口采水样 9 个(距水面以下 0.5 m 处, 采样时间为 2003 年 12 月 22 日上午 8:30 至 11:00, 为中潮时涨潮悬沙水样), 进行室内实验分析, 其采样站点如图 1 所示。重取沉积物样品少量放入玻璃杯, 首先加入足量盐酸除去无机碳酸钙, 加水后, 静置 24 h, 换水, 再静置 24 h, 再换水; 然后加入过量 H_2O_2 以除去有机质, 静置 24 h, 换水; 最后加入 10 mm 六偏磷酸钠, 放置 24 h, 使之充分分散, 使用 Mastersizer 2 000 激光粒度仪对处理好的样品进行测定, 获得 $1/4\Phi$ 间隔的粒度分布数据; 沉积物分类与命名与海洋调查规范相同, 采用 Shepard 的分类系统^[3]; 计算中值粒径、平均粒径、峰态、偏态和分选系数采用矩值法^[4]。

将水样摇匀, 取 100 mL 在事先经十万分之一光电分析天平称质量的直径 60 mm 、孔径 $0.45 \mu\text{m}$ 的

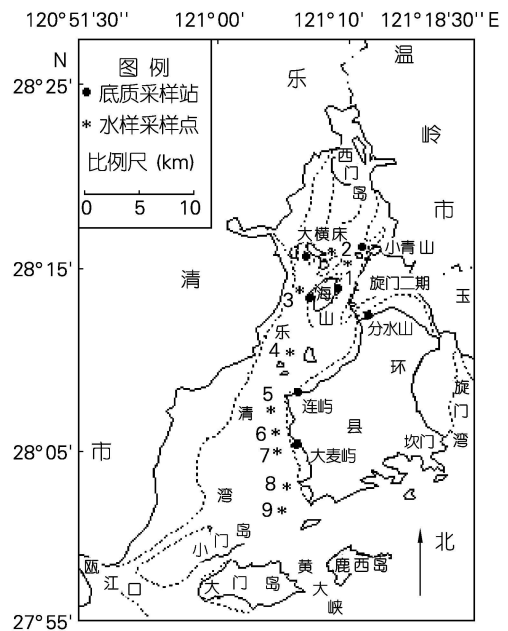


图 1 乐清湾位置与采样站点

Fig. 1 Position of Yueqing Bay and location of the samples

微孔滤膜上过滤, 用蒸馏水冲洗 3 次, 去尽盐分。然

收稿日期: 2004-05-08; 修回日期: 2004-08-05

基金项目: 浙江省玉环县海山乡总体规划项目

作者简介: 毛龙江(1976-), 男, 湖南涟源人, 博士, 自然地理学专业, 电话: 025-83597273, E-mail: mlj1214@163.com

后将过滤到的样品放入烘箱,在 40℃恒温下烘 24 h 后,取出称质量,并计算悬沙质量浓度。

2 实验结果

2.1 现代表层沉积物

从实验结果来看(表 1,图 2),粉沙和粘土的总含量占 90% 以上,其中,粉沙的含量(包括极细粉沙、细粉沙、中细粉沙、粗粉沙)达 80% 左右,粘土含量在 10%~15% 之间,沙的含量一般低于 5%。沉积物的中值粒径和平均粒径均在 6Φ~8Φ 之间,属于极细粉沙和细粉沙范畴。偏态可用于测量颗粒物频率分布的不对称程度,主峰偏向粒粗一侧称正偏态。主峰偏向细粒一侧,称为负偏态。乐清湾表层沉积物的偏态值均小于-0.5,呈明显的负偏态,反映其沉积物主要是以细颗粒沉积为主。峰态是用来测量频率曲线两尾端的分选与曲线中央部分分选比率的,也就是曲线的尖锐或钝圆程度。乐清湾沉积物峰态一般都在 1~3 之间,表现为尖锐或很尖锐,这充分反映了沉积物的物质来源是以一个来源为主,即以外海来沙为主。分选系数主要是反映沉积物的分选程度,即颗粒物大小的均匀性。乐清湾沉积物的分选系数均在 1~3 之间,表现出分选中等。

表 1 乐清湾底质沉积物粒度分布
Tab 1 Grain-size distribution of the sediment in the toppest layer in Yueqing Bay

样号	位置	经纬度	粒级分布(%)		
			粘土	粉砂	砂
HC- 1			15.63	82.73	1.65
HC- 2	大横床	28°15'50" N	21.35	78.39	0.26
HC- 3	西南侧	121°08'57" E	16.68	80.45	2.87
HC- 4			12.76	75.99	11.24
HSX- 5	海山乡	28°13'27" N	13.09	82.71	4.20
HSX- 6	西侧	121°09'14" E	9.82	87.19	2.98
HSD- 7			15.01	83.44	1.55
HSD- 8			13.62	85.24	1.14
HSD- 9			7.64	84.9	7.46
HSD- 10	海山乡	28°13'41" N	11.08	86.88	2.03
HSD- 11	东侧	121°10'31" E	9.78	86.89	3.33
HSD- 12	大堤		9.68	87.9	2.42
HSD- 13			16.77	78.58	4.65
HSD- 14			14.59	84.13	1.28
XQS- 15	小青山	28°15'37" N	14.11	84.95	0.94
XQS- 16	西侧	121°12'53" E	10.28	88.57	1.15
FS- 17	分水	28°12'18" N	14.89	80.47	4.64
FS- 18	北部	121°12'47" E	11.83	82.75	5.42
LY- 19	连屿西	28°12'18" N	10.09	89.27	0.65
	北部	121°12'47" E			
DM Y- 20	大麦屿	28°05'09" N	13.46	83.85	2.69
DM Y- 21	港北侧	121°08'41" E	11.75	86.85	1.39

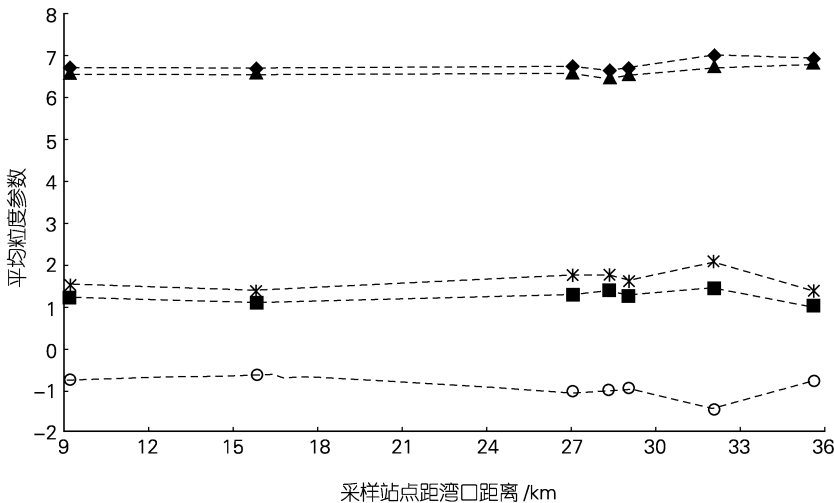


图 2 乐清湾底质沉积物各个粒度参数随距湾口距离变化情况

Fig. 2 Changes of the parameters in grain size of the sediment at the bottom layer surface with the distance off the Yueqing Bay mouth

2.2 悬沙质量浓度

从实验分析的结果看,乐清湾悬沙质量浓度分布具有明显的空间变化,由湾口向湾内逐渐递减(表2)。靠近湾口的大岩头和内分山采样点的悬沙质量浓度分别为 0.2285 kg/m^3 和 0.2388 kg/m^3 ,湾内的大横床和抛西村仅为 0.0094 kg/m^3 和 0.0103 kg/m^3 ,而湾中附近的连屿采样点的悬沙质量浓度为 0.1056 kg/m^3 。可以看出,湾口悬沙质量浓度是湾内的20多倍,湾中是湾内的10倍左右。

表2 乐清湾悬沙质量浓度分布特征

Tab.2 Distribution of suspended sediment in the Yueqing Bay

样号	位置	经纬度		悬沙质量浓度 (kg/m^3)
		N	E	
DQS1	大青山海域	28°15'22"	121°11'19.8"	0.0245
HC2	大横床海域	28°15'32"	121°08'38"	0.0094
PXC3	抛西村	28°14'18"	121°08'26"	0.0103
JYS4	江岩山西航道	28°10'49"	121°07'42"	0.0439
LY5	连屿	28°07'54"	121°07'23"	0.1320
LKMT6	粮库码头	28°05'49"	121°08'01"	0.1056
DMY7	大麦屿港口	28°05'03"	121°08'26"	0.1455
NMS8	内门山水域	28°03'17"	121°13'31"	0.2388
DYT9	大岩头水域	28°02'06"	121°09'35"	0.2285

注:表2中样号与图1中的1~9号水样采样点一一对应。

3 分析与讨论

在海岸带研究中,粒度和悬沙质量浓度常用来反映海岸带沉积物的来源、沉积环境以及水动力条件。从实验结果看,乐清湾的表层沉积物以粉沙和粘土为主,其总含量占90%以上,中值粒径和平均粒径均在 $6\phi\sim8\phi$ 之间,属于极细粉沙和细粉沙范畴,偏态值均小于-0.5,呈明显的负偏态,说明主要以细颗粒沉降为主。由于乐清湾东、北、西三面被低山丘陵所环抱,南面有大、小门岛和鹿西岛等岛屿作为屏障,

湾内风平浪静,这种环境有利于细粒物质的沉降。乐清湾沉积物的峰态一般都在1~3之间,表现为尖锐或很尖锐,这充分反映了沉积物的物质来源是以一个来源为主,即以外海来沙为主。从重矿物组成分析也发现湾内绝大部分区域为角闪石-铁矿石-帘石类,充分表明了乐清湾有统一的物质来源,是潮流搬运的海域来沙^[4]。而且,其悬沙质量浓度从湾口向湾内呈逐渐降低的趋势,湾口采样点的悬沙质量浓度高达 $0.2\sim0.25\text{ kg/m}^3$,而湾内的采样点最低低于 0.01 kg/m^3 ,湾中采样点则为 0.1 kg/m^3 左右,同样表明了沉积物的来源是以外海来沙为主,主要通过玉环南水道和黄大峡方向来沙。研究表明,浙江近海有一股自北而南低盐、高含沙量的沿岸流,北起长江口,沿舟山群岛南下,直到浙江南部沿岸。这股沿岸流所携带的泥沙在浙江外海形成细粒的粉沙质粘土或粘土质粉沙为主的泥质沉降带,随涨潮流经过该处进入乐清湾。同时,部分底质沉积物在潮流和波浪的作用下,进行再悬浮和再搬运^[5,6]。在向湾内搬运的过程中,波浪和潮流的动力不断减弱,能量减少,悬沙颗粒不断地发生沉降,悬沙质量浓度不断降低。当然,也存在部分区域的底质沉积物的再悬浮搬运,如湾内的大青山水域(1号采样点)的悬沙质量浓度为 0.0245 kg/m^3 ,明显高于大横床水域(2号采样点) 0.0094 kg/m^3 和抛西村水域(3号采样点) 0.0103 kg/m^3 (图1),可能是由于沉积物显著的再悬浮搬运所造成。

乐清湾是个断陷盆地,位于我国著名的强潮区,湾内最大潮差可达 8.34 m ,是一个以潮流作用为主的淤泥岸^[4,7]。港湾呈半封闭状,潮流入湾后,受到湾内地形的影响具有驻波性质,而且湾内宽广的蓄潮盆地,具有丰富的纳潮量,从而使得落潮速度大于涨潮速度,涨潮历时大于落潮历时,有利于悬浮物质的沉降^[8]。同时,港湾深入陆地,湾内波浪小,周围无大河流注入,而湾外长江冲淡水沿岸南下与浙闽沿岸流汇合,为沿岸的港湾提供细粒物质,在潮流的作用下使泥沙不断地向湾内的北向和西北向进行净输送。长江沉积物入海后主要向东南方向输运,入海通量的70%~90%堆积于长江口及其邻近内陆架,其中大部分堆积在 123° E 以西的长江口区,其余部分则被东海沿岸流带到浙江沿海,最终可达到福建闽江口^[9,10]。长江入海悬沙是东海及浙、闽沿岸细粒物质沉积的主要来源,每年约有 $5\times10^8\text{ t}$ 左右泥沙在东海沉积,沉积速率约为 0.108 mm/a ,从而促进了浙、闽港湾淤泥质海岸的发育^[11,12]。往南方向的输送主要发生在冬季,所以浙、闽沿岸悬沙质量浓度出现峰值及海岸带淤积均发生在冬季^[5]。近些年来,发展海洋经济成为沿海区域经济腾飞发展的必由之路,而港口

和港湾成为发展海洋经济的重要咽喉。因此,深入研究和探讨乐清湾的泥沙来源及沉积过程,可以为今后的港湾建设和治理工程提供重要的参考,对沿海区域经济发展具有现实意义。

4 结论

对乐清湾的野外考察和采样实验分析论证,得出以下结论:(1) 表层沉积物以细颗粒沉降为主,粉沙和粘土总含量占 90% 以上。(2) 悬沙质量浓度呈明显的空间变化,由湾口向湾内逐渐递减。湾口悬沙质量浓度为 $0.2 \sim 0.25 \text{ kg/m}^3$,而湾内质量浓度小于 0.01 kg/m^3 。故湾口质量浓度是湾内的 20 多倍,湾中是湾内的 10 倍左右。部分区域可能由于底质沉积物显著的再悬浮搬运,其质量浓度有所增大。(3) 半封闭性海湾和以外海来沙为主的物质来源共同决定沉积物的特征以及悬沙质量浓度的空间变化规律。(4) 泥沙来源及沉积过程将为港湾治理工程提供重要的依据参数。

参考文献:

- [1] 中国海湾志编纂委员会. 中国海湾志(第六分册) [M]. 北京:海洋出版社,1993. 110-187.
- [2] 陈耕心,李伯根,许卫亿. 乐清湾潮汐特征及对潮流沉积作用的影响[J]. 东海海洋,1992,10(1): 1-9.

- [3] Shepard F P. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios[J]. *Journal of Sedimentary petrology*, 1954, 24: 151-158.
- [4] 王颖,朱大奎. 中国的潮滩[J]. 第四纪研究,1990, 4: 291-230.
- [5] 谢钦春,叶银灿,陆炳文. 东海陆架坡折地形和沉积作用过程[J]. 海洋学报,1984, 6: 61-71.
- [6] 高抒. 全球变化中的浅海沉积作用与物理环境演化——以渤、黄、东海区域为例[J]. 地学前缘,2002, 9(2): 329-335.
- [7] 王颖,朱大奎. 海岸地貌学[M]. 高等教育出版社,1994. 169-188.
- [8] 曹沛奎,严肃庄,董永发,等. 浙闽淤泥质港湾的基本特征[J]. 华东师范大学学报(自然科学版),1997, 2: 76-82.
- [9] 贾建军,高抒,汪亚平. 长江口外和东海海域悬沙通量与循环过程[A]. 胡敦欣,章申,韩舞莺. 长江、珠江口及临近海域陆海相互作用[C]. 北京:海洋出版社,2001. 111-121.
- [10] 时钟,陈吉余,虞志英. 中国淤泥质潮滩沉积研究的进展[J]. 地球科学进展,1996, 11(6): 555-562.
- [11] 杨世伦. 中国淤泥质海岸的发育特点[J]. 华东师范大学学报(自然科学版),1990, 4: 85-91.
- [12] 王颖. 中国海洋地理[M]. 北京:科学出版社,1996. 1-14.

Modern sedimentation and suspension in Yueqing Bay, Zhejiang

MAO Long-jiang, YIN Yong, GUO Wei, ZHU Da-kui

(Ministry of Education Laboratory for Coast and Island Development, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

Received: May, 8, 2004

Key words: modern sediment; suspended sediment; Yueqing Bay

Abstract: Upon a marine survey in Yueqing Bay, Zhejiang, on modern sedimentation and suspension, the distribution and concentration of sediment in the bay are studied. Results show that the recent sediments are mainly fine-grained composing 90% of silt and clay. Suspension concentration decreased from bay mouth ($0.2 \sim 0.25 \text{ kg/m}^3$) to inner bay (0.01 kg/m^3). This distribution pattern was formed due to semi-closure of the bay and outer sea sourced sediments, which would be informative for marine construction and remediation.

(本文编辑:刘珊珊)