

文章编号:1009-2722(2015)10-0019-06

龙口桑岛附近海域表层沉积物分布特征

王超¹, 吴建政^{1,2}, 朱龙海^{1,2}, 胡日军^{1,2}

(1 中国海洋大学海洋地球科学学院, 青岛 266100;

2 中国海洋大学海底科学与探测技术教育部重点实验室, 青岛 266100)

摘要:根据桑岛附近海域 184 个表层沉积物样品的粒度测量结果, 分析了表层沉积物类型、分布特征和粒度参数变化规律, 并探讨了影响沉积物分布的主要因素。结果表明, 桑岛附近海域表层沉积物主要包括砂质粉砂、砂质砾、砾石等 7 种类型, 砂质粉砂分布广泛, 含砾的粗粒沉积物主要分布在桑岛周边近岸, 细粒组分高值区主要在远岸地区。沉积物分选程度总体上呈中等, 偏态值基本都是正值。桑岛南侧水道和依岛北侧表层沉积物起动力流速小于最大潮流流速, 潮流作用在此处明显; 砂质海岸和桑岛北侧海岸沉积物主要受波浪作用影响。

关键词:桑岛; 表层沉积物; 分布特征; 粒度参数

中图分类号: P736.21

文献标识码: A

DOI: 10.16028/j.1009-2722.2015.10003

海洋沉积物是海洋地质研究和沉积学研究的基础, 粒度参数则反映出沉积物最基本的属性^[1]。沉积物粒度对沉积动力环境反应灵敏, 是反映沉积环境的重要指标, 而粒度分析则是揭示沉积特征、分析沉积动力过程的主要手段^[2]。

桑岛位于龙口市西北侧海域, 周边分布有海蚀平台、潮流冲刷槽和堆积平原等地貌。桑岛周边海域的研究成果相对较少, 且大部分以研究桑岛海域水体特征为主^[3-6], 海区内底质沉积物特征的相关研究很少。本文以桑岛附近海域表层沉积物调查资料为基础, 通过粒度分析和沉积物分类, 研究了沉积物分布特征及影响沉积物分布的主要因素。

1 研究区概况

研究区位于山东半岛西北部, 烟台龙口市北部桑岛周边海域, 气候属于温带季风型大陆性气

候, 年平均气温 11.6 °C; 常风向为 S 向, 强风向为 NNE 向。海区潮汐类型属于不规则半日潮; 潮流以往复流为主, 主流向大致为 EW 向; 波浪特征以风浪为主、涌浪为辅, 属于混合浪海区, 常浪向和强浪向都是偏北向波浪。研究区海底主要地貌类型为水下侵蚀—堆积岸坡和堆积平原, 桑岛周边发育海蚀平台, 桑岛与港栾港之间的水道为潮流冲刷槽。

2 样品采集及方法

2.1 样品采集

2008 年 8 月, 天津水利工程勘察设计院在龙口桑岛附近海域进行了水下沉积物表层取样工作, 共设置了 14 个断面, 184 个表层沉积物取样站位。在样品采集过程中使用 GPS 导航定位, 采集时采用蚌式取样器取样。沉积物取样站位见图 1。

2.2 分析方法

采集样品的粒度分析采用河海大学研制的

收稿日期: 2015-05-13

基金项目: 国家自然科学基金(41106039)

作者简介: 王超(1990—), 男, 在读硕士, 主要从事海洋地质方面的研究工作。E-mail: super0543@163.com

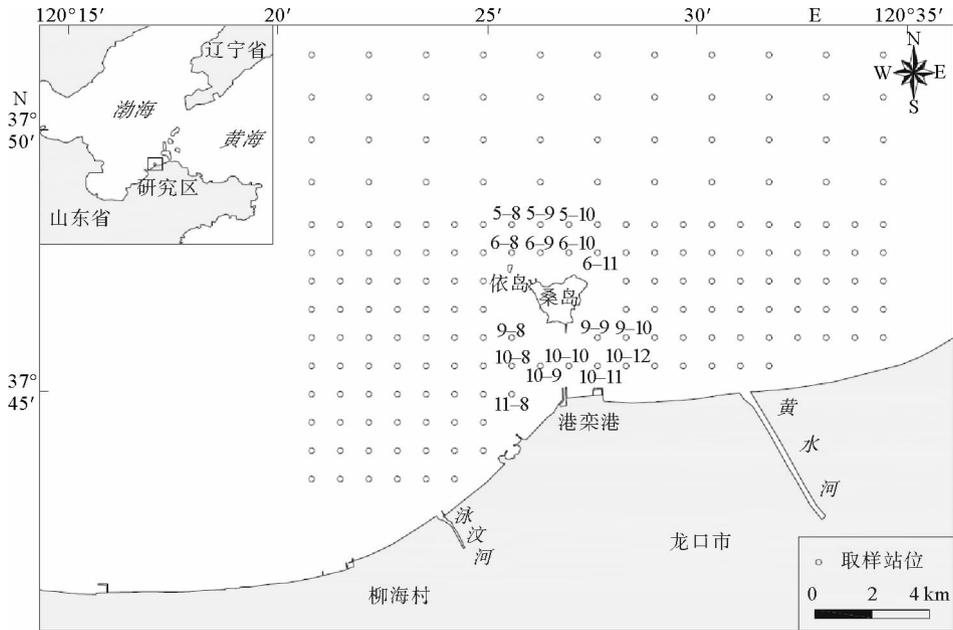


图1 研究区位置及表层沉积物取样站位

Fig. 1 Study area and sampling stations of the surface sediments

NSY-III型宽域粒度分析仪^[7]。粒级划分采用乌登—温德华氏等比制 Φ 值粒级标准,粒级间隔为 $1/2\Phi$ ^[8],粒度参数的计算采用福克和沃德粒度参数公式^[9],粒度参数分级描述采用福克及沃德提出的粒度参数等级划分依据。沉积物的分类命名采用福克法,利用含砾和不含砾2个三角图解进行分类^[10]。

3 结果

3.1 沉积物类型分布特征

根据福克法对表层沉积物的分类结果表明,研究区海域沉积物类型共有7种,分别为粉砂、砂质粉砂、含砾泥质砂、砾质砂、砂质砾、砾石、贝壳碎屑等。研究区海岸主要为砂质海岸^[6],砂质粉砂在研究区内广泛分布,其余类型沉积物主要分布在桑岛周边近岸地区。桑岛周边地区沉积物分布较为复杂,规律性较差;在桑岛南侧水道中有贝壳碎屑分布,其中夹杂着砾石。沉积物类型分布见图2。

砾石主要出现在桑岛南侧水道中和西北侧区域,粒度分析结果显示基本都是直径1~3 mm的细砾,偶尔可见直径1~4 cm的砾。

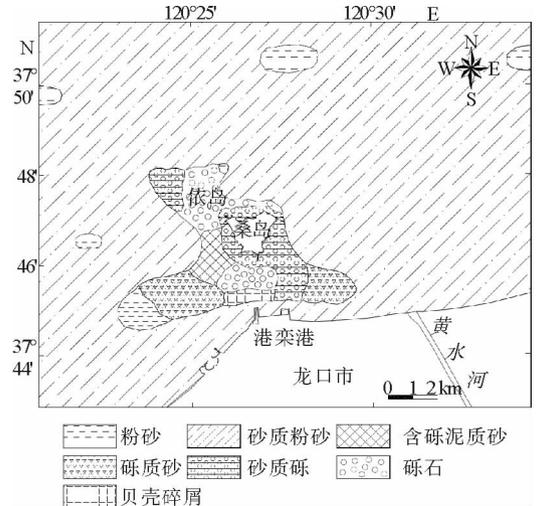


图2 表层沉积物类型分布

Fig. 2 Distribution of the surface sediment types

砂质砾主要分布在桑岛东南侧近岸和西北侧,其中砾含量占38.51%~46.52%,砂含量占53.49%~61.43%,粉砂含量占0~0.06%,黏土含量很少。

砾质砂出现在桑岛西南侧和东南侧近岸海区附近,其中砾含量占7.61%~27.28%,砂含量占72.49%~92.39%,粉砂含量占0~0.08%,黏土含量占0~0.24%。

含砾泥质砂仅出现在桑岛西南侧近岸,其中砾含量占 2.25%,砂含量占 97.12%,粉砂含量占 0.64%,黏土含量极少。

砂质粉砂广泛分布于研究区海域和近岸地区,其中砾含量很少,砂含量占 10.10%~44.20%,粉砂含量占 50.30%~76.30%,黏土含量占 1.60%~27.90%。

粉砂零星分布于研究区北部海域和西部海域,其中砾含量极少,砂含量占 8.40%~9.80%,粉砂含量占 67.40%~76.70%,黏土含量占 13.70%~24.20%。

贝壳碎屑主要分布在桑岛南侧水道中,直径一般在 1~3 mm 之间,偶尔可见 0.5~1 cm 的大块碎屑。

3.2 沉积物组分含量分布特征

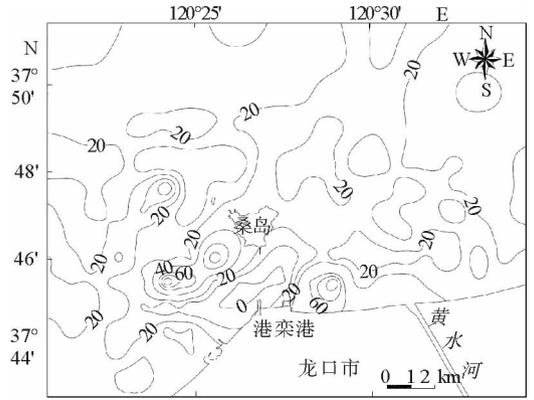
研究区沉积物分类采用福克法,分类主要依据砾、砂、粉砂和黏土的组分含量进行。在分类得到的 7 种类型沉积物中,4 种组分的含量各不相同。研究区沉积物组分含量分布见图 3。

砾组分主要分布在桑岛周边近岸海区,桑岛南侧水道和西北侧海域砾组分含量可达 50% 以上,桑岛东南侧和西南侧海域砾组分含量稍低,一般在 10% 左右,其他海域几乎不含砾。

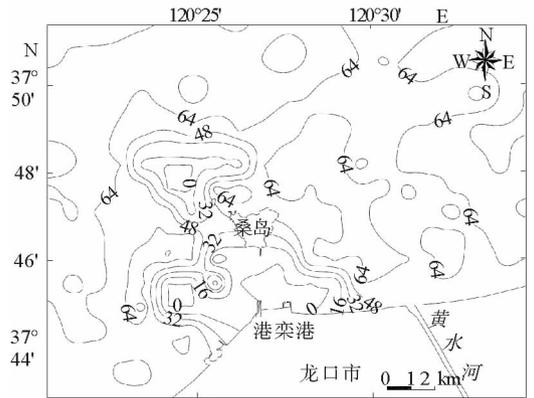
由图 3a 可见,砂组分分布较为普遍,含量普遍在 10% 以上。砂组分含量出现 2 处高值区,分别位于桑岛西南侧和东南侧海域,砂组分含量普遍在 40% 以上,最高可达 90% 以上,其他大部分海区砂组分含量都在 20% 左右。

由图 3b 可见,粉砂组分分布较为普遍,除个别站位粉砂组分含量在 1% 以下,大部分地区都在 50% 以上,含量 70% 以上的地区主要在远岸地区,整体呈现出由岸向海逐渐增加的趋势。粉砂组分含量低值区出现在桑岛西北侧、西南侧和南侧的水道中。

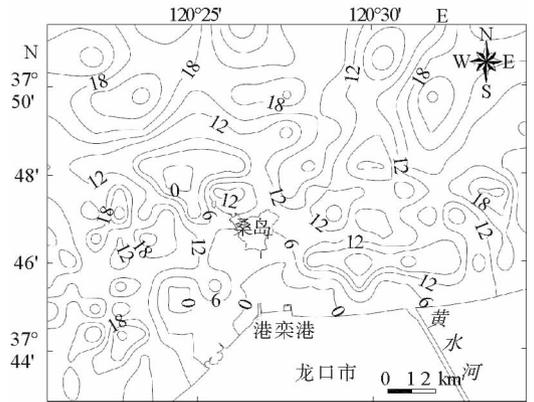
由图 3c 可见,黏土组分在大部分海区都有分布,但含量普遍较低,通常 <20%,而 >20% 的黏土组分含量高值区主要位于研究区北部和西部的远岸地区。近岸地区黏土含量较低,尤其是桑岛南侧地区,黏土含量普遍在 5% 以下。



a 砂组分含量 (%)



b 粉砂组分含量 (%)



c 黏土组分含量 (%)

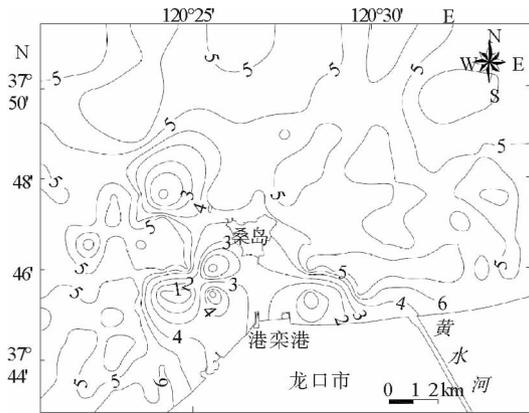
图 3 表层沉积物组分含量分布

Fig. 3 The percentage contents of surface sediments

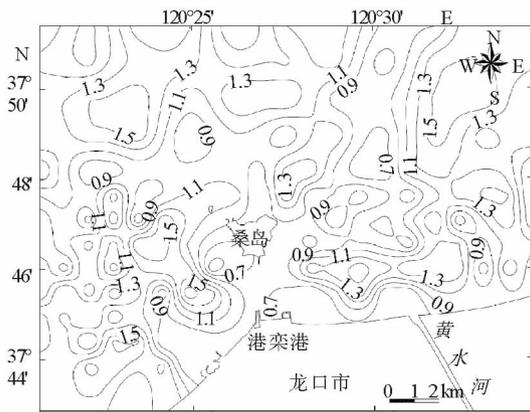
3.3 沉积物粒度参数分布特征

沉积物粒度参数以数值定量表示沉积物粒径频率分布,是粒度分析的基础。其中,中值粒径反映了沉积物搬运介质的平均动能情况^[11],分选性的好坏与沉积作用发生的水动力环境有密切的关

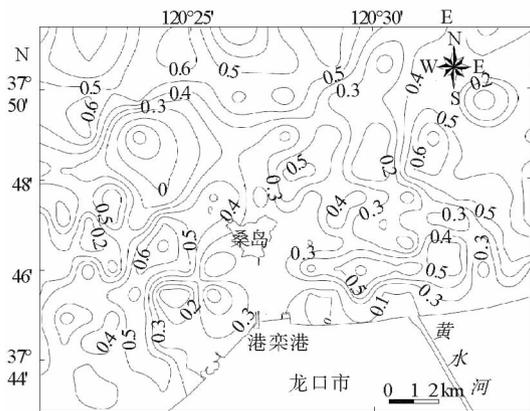
系^[12],偏态反映了沉积作用过程中沉积动力能量的变化^[13]。表层沉积物粒度参数分布见图4。



a 中值粒径



b 分选系数



c 偏态分布

图4 表层沉积物粒度参数分布

Fig. 4 Distribution of the grain size parameters of the surface sediments

由图4a可见,表层沉积物中值粒径在 $-5.1\Phi\sim 6.4\Phi$ 之间,平均 4.2Φ 。桑岛西北侧和南部的水道中,中值粒径普遍 $<3\Phi$,沉积物粒径较粗。在桑岛东侧、西侧和北侧的远岸海区,沉积物中值粒径 Φ 值普遍较大,一般在 5Φ 左右,沉积物粒径较细。

由图4b可见,沉积物分选程度总体上呈中等,在 $0.33\sim 1.88$ 之间,平均 1.15 。近岸地区分选系数普遍较小,一般 <1 ,分选中等偏好;远岸大部分区域分选系数 >1 ,分选较差。分选最差的地区主要分布在研究区东北、西北和西南的部分地区,分选系数一般 >1.5 。桑岛东南和西南近岸区域,有几处面积不大的分选程度较好的地区,分选系数 <0.7 ;桑岛南侧的水道中分选系数在 $0.7\sim 1.1$ 之间,分选中等。

由图4c可见,偏态以正值为主,沉积物整体呈现正偏态。近岸地区偏态值接近于0,沉积物频率曲线大致呈正态分布;桑岛周边地区和南侧的水道中偏态值在 $0.1\sim 0.3$ 之间,属于正偏态。研究区西北部和东北部出现偏态值 <0.2 的2个闭合区,偏态最小值 <0 。研究区北部和西部大部分海区偏态值较大一般 >0.5 ,属于极正偏态。

3.4 表层沉积物起动流速

起动流速能够反映出表层沉积物的运移特点,本文选取典型站位(如图1所示)计算表层沉积物起动流速,计算过程采用窦国仁公式^[14]。计算结果显示,表层沉积物起动流速在 $17.4\sim 116.0$ cm/s之间。根据潮流场数值模拟结果,提取各个典型站位各时段最大流速值,并与计算得出的起动流速值进行对比(如图5所示)。结果显示,仅有6-11、9-9站位不能起动,其他站位均能起动,说明在单纯的潮流作用下,桑岛南、北两侧大部分地区表层沉积物都能起动,潮流作用在此处的影响作用较大。桑岛东北侧潮流流速小,表层沉积物不能起动,说明此处沉积物分布主要受波浪作用控制。

4 影响沉积物分布的主要因素

沉积物分布主要受物质来源、水深地形条件和水动力环境等因素控制,由于多种因素的相互

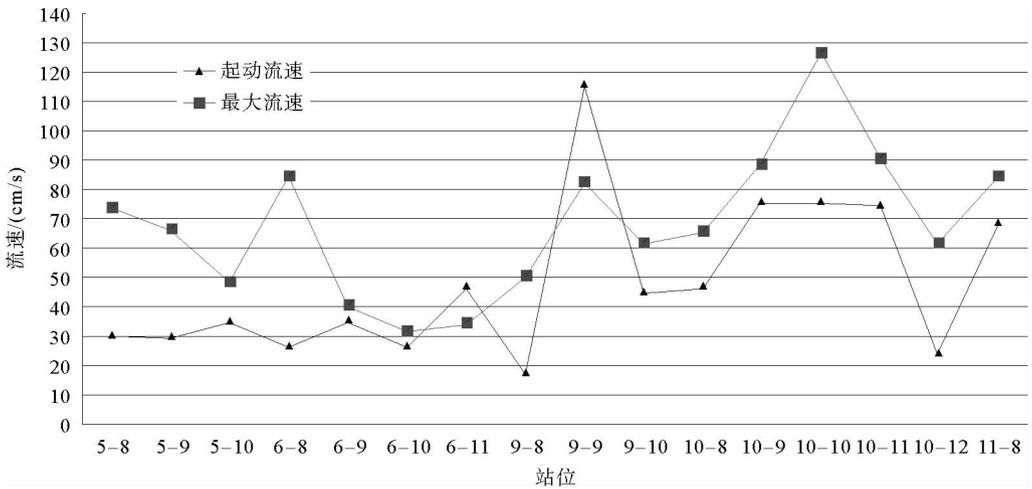


图 5 起动流速与模拟流速对比

Fig. 5 Comparison of initiating velocity and analog velocity

作用,使得沉积物类型的时空分布呈现错综复杂的格局^[15]。研究区海域沉积物分布的总体规律由物质来源控制,水动力条件对沉积物分布的影响体现在沉积过程中的分异作用^[16]。

黄水是研究区内主要的入海河流,河流来沙对附近海区沉积物分布的影响作用仅限河口地区。砂质海岸主要受波浪作用,被侵蚀下来的泥沙发生整体的沿岸线方向和离岸向海方向的运移,是研究区内海域海底泥沙的重要来源;桑岛为基岩海岸,被侵蚀下来的泥沙对桑岛周边近岸地区沉积物分布影响较大。侵蚀海底来沙主要发生在近岸地区,主要是桑岛南侧水道中强潮流冲刷底质泥沙,以及大风浪推移粗颗粒沉积物的向岸运移,因此,泥沙供给数量较少。

研究区内的水动力条件,包括潮汐和波浪也是影响沉积物分布的主要因素。波浪方向总体为偏北向,主要作用于砂质海岸和桑岛的北侧海岸。波浪在近岸地区发生破碎,扰动底部泥沙并且侵蚀海岸。潮流经过桑岛南侧的水道时,由于狭管效应,潮流流速加大,细粒沉积物被带走,在水道两侧地形变得开阔,流速下降,细粒沉积物逐渐堆积下来。在依岛北侧,由于挑流作用,此处潮流流速较大,潮流场数值模拟结果显示最大潮流流速可达 132 cm/s,使此处沉积物粒度普遍较粗。此外,海岸工程和各种养殖设施的建设也会对沉积物的分布和运移产生一定的影响。

5 结论

(1)桑岛附近海域表层沉积物共有粉砂、砂质粉砂、含砾泥质砂、砾质砂、砂质砾、砾石、贝壳碎屑等 7 种。砂质粉砂在研究区内广泛分布,粗粒沉积物主要分布在桑岛周边近岸地区。

(2)沉积物中砂、粉砂和黏土组分分布于研究区绝大部分海区,砾组分主要分布在桑岛周边近岸海域,砂组分高值区位于桑岛南侧水道两侧,粉砂组分高值区主要在远岸地区,黏土组分在近岸地区含量低。研究区沉积物分选程度总体上呈中等,近岸地区分选中等偏好,远岸大部分区域分选较差;偏态值基本都是正值,近岸地区大致呈正态分布;桑岛西北侧和南侧水道中沉积物粒径较粗。

(3)研究区沉积物分布主要受物源和水动力条件影响,物源主要有河流来沙、侵蚀海岸来沙、侵蚀海底来沙等。桑岛南侧水道和依岛北侧表层沉积物起动流速小于最大潮流流速,潮流作用在此处明显;砂质海岸和桑岛北侧海岸沉积物主要受波浪作用影响。

参考文献:

- [1] 何起祥,等.中国海洋沉积地质学[M].北京:海洋出版社,2006.
- [2] 田立柱,耿岩,裴艳东,等.渤海湾西部表层沉积物粒度特征与沉积混合[J].地质通报,2010,29(5):668-674.

- [3] 丰鉴章. 桑岛环境条件评价及其开发设想[J]. 海洋与海岸带开发, 1990(1):45-48.
- [4] 张守法, 姚乔儿. 桑岛海区化学要素的分布特征[J]. 黄渤海海洋, 1990, 8(1):36-41.
- [5] 王以斌, 臧家业, 刘芳明, 等. 龙口附近海域海水现状分析及变化趋势研究[J]. 环境科学与技术, 2014, 37(6):403-407.
- [6] 张 伟. 渤海海峡南部海域地貌特征及控制因素研究[D]. 青岛:中国海洋大学, 2014.
- [7] 高渭文. NSY-2型宽域粒度分析仪[J]. 河海大学科技情报, 1990, 10(3):130.
- [8] Wentworth C K. A scale of grade and class terms for clastic sediments[J]. Journal of Geology, 1922, 30:377-392.
- [9] Folk P L, Ward D. Brazos Reviver bar: A study in the significance of grain size parameters[J]. Journal of Sedimentary Petrology, 1957, 27: 3-26.
- [10] 王中波, 何起祥, 杨守业, 等. 谢帕德和福克碎屑沉积物分类方法在南黄海表层沉积物编图中的应用与比较[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2008, 28(1):1-8.
- [11] 陈明波. 莱州浅滩对莱州湾东部沉积动力格局控制作用研究[D]. 青岛:中国海洋大学, 2012.
- [12] 董 超. 登州浅滩表层沉积物输运特征的研究[D]. 青岛:中国海洋大学, 2011.
- [13] 卢连战, 史正涛. 沉积物粒度参数内涵及计算方法的解析[J]. 环境科学与管理, 2010, 35(6):54-60.
- [14] 窦国仁. 再论泥沙起动流速[J]. 泥沙研究, 1999(6):1-9.
- [15] 尹延鸿, 周青伟. 渤海东部地区沉积物类型特征及其分布规律[J]. 海洋地质与第四纪地质, 1994, 14(2):47-54.
- [16] 周晓静, 高 抒. 底质粒度信息的空间分异与代表性:以杭州湾舟山岛—金山卫断面为例[J]. 科学通报, 2004, 49(21):2228-2232.

DISTRIBUTION PATTERN OF SURFACE SEDIMENT OFFSHORE SANG ISLAND OF LONGKOU

WANG Chao¹, WU Jianzheng^{1,2}, ZHU Longhai^{1,2}, HU Rijun^{1,2}

(1 College of Marine Geosciences, Ocean University of China, Qingdao 266100, China;

2 Key Laboratory of Submarine Geosciences and Prospecting Techniques, Ministry of Education, Ocean University of China, Qingdao 266100, China)

Abstract: Based on grain size data of 184 surface sediment samples, we studied the types of surface sediment and their distribution pattern in the offshore area of the Sang Island. Grain size parameters are presented and the major factors controlling the sediments distribution discussed in this paper. The sediment of the area can be divided into 7 types, such as sandy silt, sandy gravel, gravel, etc. The sandy silt is widely distributed in the study area and the pebbly coarse sediment is mainly distributed in the coastal area of the Sang Island. Fine grained components are widely distributed in the far offshore region. The sediments are fairly sorted with positive skewness. As the initiation velocity of surface sediment is below the maximum tidal current, the sediment in the north of the Yi Island and the waterway located to the south of the Sang Islands is controlled by the tidal current. In contrast, the sediment near the beach and north coast of the Sang Island is controlled by waves.

Key words: Sang Island; surface sediment; distribution pattern; grain size parameters