

DOI: 10.16562/j.cnki.0256-1492.2017.01.010

## 泰国湾底质沉积物输运趋势

张杨硕<sup>1,2</sup>, 乔淑卿<sup>1,2,3</sup>, 石学法<sup>1,2,3</sup>, 杨刚<sup>1,2</sup>, 刘升发<sup>1,2,3</sup>, 杜德文<sup>1,2</sup>,

Narumol Kornkanitnan<sup>4</sup>, Somkiat Khokiattiwong<sup>5</sup>

鄢全树<sup>1,2</sup>, 张海桃<sup>1,2</sup>, 曹德凯<sup>1,2</sup>

(1. 国家海洋局第一海洋研究所, 青岛 266061; 2. 海洋沉积与环境地质国家海洋局重点实验室, 青岛 266061;

3. 青岛海洋科学与技术国家实验室海洋地质过程与环境功能实验室, 青岛 266061;

4. 海洋与海岸资源研究中心海洋和海岸资源室, 曼谷 7400; 5 泰国普吉海洋生物中心, 普吉 83000)

**摘要:**基于对泰国湾 164 个表层沉积物样品的粒度分析测试结果, 使用 Gao-Collins 沉积物粒径趋势分析方法, 研究了泰国湾底质沉积物的分布特征和输运趋势。研究区内的沉积物主要为粉砂、砂质粉砂和粉砂质砂, 分选差, 分选系数变化范围为 1.3~2.9, 平均值为 1.8, 偏度变化范围为 -1.8~2.5, 平均值为 1.2。根据沉积物粒度趋势特征, 研究区分为 1 区、2 区和 3 区 3 个区域, 其中 1 区的平均分选系数和偏度分别为 1.73、0.91; 2 区沉积物分选系数和偏度分别为 1.81 和 1.33; 3 区沉积物分选系数和偏度分别为 1.91 和 1.24。1 区和 2 区河口附近广泛分布粉砂和泥等细粒级沉积物(平均粒径为 6.5  $\Phi$ ); 而 1 区与 2 区交界处和 3 区的近岸区域沉积物主要为粉砂质砂(平均粒径为 5.5  $\Phi$ )。研究区北部、中部和西南部近岸沉积物相比研究区其他地区, 分选更差一些。泰国湾沉积物运移受河流、洋流和季风的共同影响, 其中 1 区受控因素为泰国湾湾口的河流, 运移方向为从河口向外; 洋流是 2 区南部沉积物的主要运移动力, 运移方向为从外围向湾中心; 沿岸流是 3 区沉积物的主要运移动力, 使 3 区沉积物的运移方向为离岸方向。在河流和洋流共同作用下, 泰国湾沉积物有向苏梅岛附近运移的趋势。

**关键词:** 粒度; 输运趋势; 季风; 湄南河; 泰国湾

**中图分类号:** P736.21

**文献标识码:** A

**文章编号:** 0256-1492(2017)01-0086-07

沉积物的粒度特征反映了沉积物输运、沉降和再分配过程, 因此, 它应用于沉积环境类型的重建、沉积物运动方式的判别(悬移、跃移和推移)、水动力及其搬运能力的指示。粒径趋势分析的方法就是利用沉积物样品 3 种粒度参数的对比和分析(包括平均粒径、分选系数和偏度)确定不同地区沉积物的运移方向。这种方法最初由 McLaren<sup>[1]</sup> 提出, 目前已经在不同海域得到了应用, 并且诸多学者在应用过程中对其方法理论进行了改良<sup>[2-4]</sup>。其中, Gao 和 Collins<sup>[5]</sup> 提出了一种被广泛接受的二维模型。该模型将每个采样点的粒度参数与周围相邻采样点的粒度参数进行一一比较, 确定各采样点的粒径趋势矢量, 然后对每个采样点得到的矢量进行合成, 得到该

采样点在平面上的粒径趋势矢量; 通过矢量合成消除噪声, 从而得到沉积物二维搬运格局<sup>[6]</sup>。因为其操作简单、适用性强、结果客观、还原性高而被广泛使用在河口、港口、海岸带和陆架等环境沉积物净输运趋势研究中<sup>[7,8]</sup>。该方法提出沉积物的输运方向与粒度参数存在某种空间变化上的联系。假定对于一个海区, 采用网格状地质取样, 考虑任意两个相邻的采样点 a 和 b, 则这两个点粒度参数之间的空间变化存在多种可能。当采用 3 种粒度参数, 平均粒径( $\Phi$ )、分选系数( $\sigma$ )、偏态( $Sk$ ), 那么从采样点 a 到采样点 b, 就会存在以下 8 种类型的粒径趋势:

类型 1:  $\Phi_a < \Phi_b, \sigma_a < \sigma_b, Sk_a > Sk_b$ ,

类型 2:  $\Phi_a > \Phi_b, \sigma_a < \sigma_b, Sk_a < Sk_b$ ,

类型 3:  $\Phi_a < \Phi_b, \sigma_a < \sigma_b, Sk_a < Sk_b$ ,

类型 4:  $\Phi_a < \Phi_b, \sigma_a > \sigma_b, Sk_a > Sk_b$ ,

类型 5:  $\Phi_a > \Phi_b, \sigma_a < \sigma_b, Sk_a > Sk_b$ ,

类型 6:  $\Phi_a > \Phi_b, \sigma_a > \sigma_b, Sk_a < Sk_b$ ,

类型 7:  $\Phi_a < \Phi_b, \sigma_a > \sigma_b, Sk_a < Sk_b$ ,

类型 8:  $\Phi_a > \Phi_b, \sigma_a > \sigma_b, Sk_a > Sk_b$ 。

上述任何一种类型的粒径趋势都可以用一个矢量表示, 矢量的方向由 a 到 b, 并定义大小为一个单

**基金项目:** 全球变化与海气相互作用专项(GASI-02-SCS-CJ03; GASI-GEOGE-03); 青岛海洋科学与技术国家实验室鳌山科技创新计划项目(2015ASKJ03); 东南亚海岸带脆弱性合作调查研究

**作者简介:** 张杨硕(1991—), 男, 硕士生, 主要从事近海海洋沉积学研究, E-mail: sshuo@me.com

**通讯作者:** 乔淑卿(1979—), 女, 副研究员, 主要从事海洋沉积学研究, E-mail: qiaoshuqing@fio.org.cn

**收稿日期:** 2015-11-17; **改回日期:** 2016-05-19. 文凤英编辑

位长度,这样的矢量称为粒径趋势矢量<sup>[5]</sup>。由此可以找出对应于这个点的所有粒径趋势矢量,并将所得矢量相加,求出合矢量,在各向异性的情况下,各个采样点的合矢量构成一种有序分布<sup>[9]</sup>。分析表明,各向异性与沉积物净输运方向有关,沿着净输运方向,某种粒径趋势出现的概率远高于其在别的方向上出现的概率。基于这个理论,通过粒径趋势矢量各向异性的分析,来反推沉积物净输运趋势<sup>[10]</sup>。泰国湾位于中国南海陆架,水深较浅,大部分被泰国、柬埔寨和马来西亚的陆地包围。面积约为 35 000 km<sup>2</sup>。泰国湾大部分属热带季风气候,海湾内的海流受季风影响,随季节而改变。当西南季风盛行时,呈顺时针方向环流,只湾口呈逆时针方向;东北季风盛行时,湾内海流仍呈顺时针方向环流,但湾内东部呈逆时针方向<sup>[11]</sup>。泰国的主要河流大部分从泰国湾北部流入泰国湾,如湄南河、邦巴功河、拉塞河和湄干河(Chao Phraya, Bang Pakong, Tha Chin 和 Mae Klong Rivers)<sup>[12]</sup>。此外,很多小河流从两侧入泰国湾。在这些流入泰国湾的河流中,湄南河是泰国流域最大的河流,河流流域占泰国全部面积的三分之一<sup>[13]</sup>。这些河流携带大约 6.32 Mt/a 泥沙进入泰国湾,研究区沉积了大量河流输入陆源物质<sup>[14]</sup>,平均沉积速率达到了 0.8 cm/a<sup>[11]</sup>。

泰国湾目前的研究主要集中于水文、地层和海平面变化,沉积物运移趋势的研究还有待进一步探究。本文选用泰国湾表层沉积物粒度数据,分析了泰国湾沉积物分布特征,使用 Gao-Collins<sup>[5]</sup>粒径趋势分析方法研究了泰国湾沉积物净输运趋势。

## 1 材料与方法

### 1.1 样品采集

本次实验材料为泰国湾 189 个站位的底质样品(图 1),具体采集时间分别为 2010 年 8 月(泰国湾北部即曼谷湾)、2011 年 11 月(西北部)和 2012 年 5 月(西南部)。样品采集使用箱式取样器,选取每个站位表层 0~5 cm 的样品进行粒度测试。

### 1.2 分析方法

本文中所有的粒度数据,均采用激光粒度仪 Mastersizer 2000 进行测定。每个表层样品分别加入 15% 的双氧水和 0.25 mol/L 的盐酸去除样品中的有机质和碳酸盐(分别反应 24 h 和 12 h 至不起泡为止),然后将样品离心 3 次,进行洗盐处理,直

到 pH 值呈中性。处理好的样品经超声波振荡分散后,使用激光粒度仪进行测试。粒级统一使用乌登-温特沃思(Udden-Wentworth)粒级标准,对于平均粒径、分选系数、偏态等粒度参数一律采用矩法计算<sup>[15]</sup>,沉积物分类和定名采用福克三端元分类法<sup>[16]</sup>。

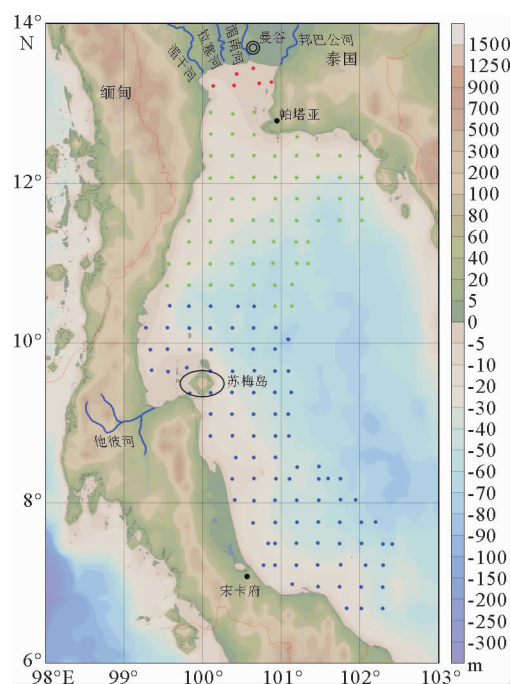


图 1 泰国湾取样位置图

(数据来自 <http://odv.awi.de/>)

Fig. 1 Geographic map of Gulf of Thailand showing sample locations

(Topography data from <http://odv.awi.de/>)

粒径趋势分析所用软件为 Poizot 编写的 ec-sedtrend<sup>[17,18]</sup>,该软件是基于 Gao-Collins 的方法所编制的。在使用过程中,首先,对泰国湾获取沉积物粒度数据进行空间网格化预处理,即对样品的站位进行空间均匀化处理,删除过于密集的北部湾部分站位,剩余 164 个站位;其次搜寻半径选择为全部剩余站位平均距离的整数倍,并多次进行计算和制图。其中搜寻半径定义为以指定样本点为圆心作圆,将圆内所有样本点均作为圆心的临近点进行趋势分析计算,此时的圆半径( $r$ )即为搜寻半径。

## 2 数据和结果

### 2.1 沉积物粒度参数变化特征及沉积物分布

泰国湾沉积物粒度参数(平均粒径、分选系数和偏度)以及沉积物类型分布如图 2—5 所示。

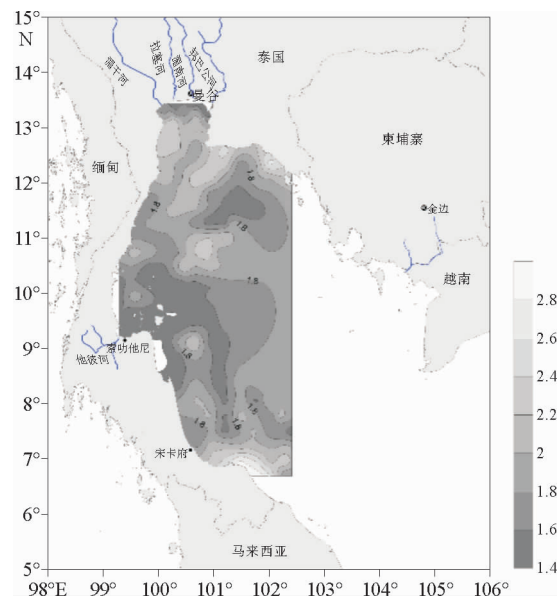


图 2 泰国湾沉积物分选系数分布图  
Fig. 2 Sorting coefficient of sediments in GoT

均值为 1.2,大部分站位偏度值大于 0.5,从整体上看研究区大致属于正偏态的范畴。从其区域分布特征来看,调查区大部分的区域沉积物偏度为正偏和极正偏,只有个别站位为负偏。

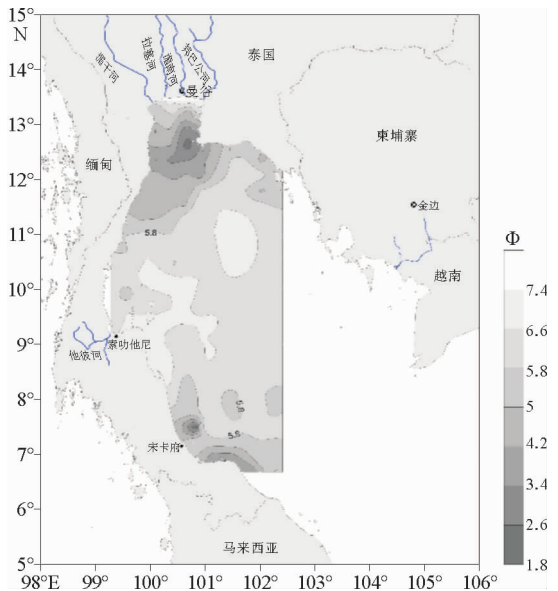


图 4 泰国湾沉积物平均粒径( $\Phi$ )分布图  
Fig. 4 Mean grain size ( $\Phi$ ) of sediments in GoT

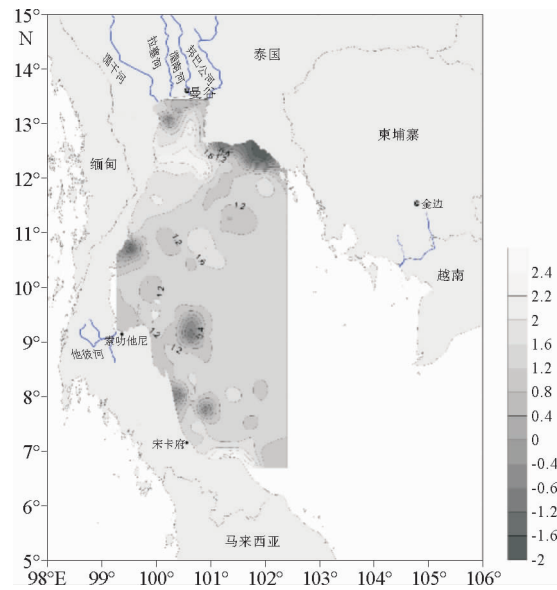


图 3 泰国湾沉积物偏度分布图  
Fig. 3 Skewness of sediments in GoT

研究区内沉积物平均粒径变化范围为 1.5~7.4  $\Phi$ ,平均值为 5.9  $\Phi$ ,以粗(4~5  $\Phi$ )、中(5~6  $\Phi$ )、细(6~7  $\Phi$ )粉砂质沉积物为主。从平均粒径的区域分布来看,6  $\Phi$  以上细粒级沉积物广泛分布于研究区中部与湄南河河口附近。泰国湾北部与中部交界处和西南的近岸区域沉积物较粗,大部分平均粒径值低于 5.5  $\Phi$ 。沉积物分选系数变化范围为 1.3~2.9,平均值为 1.8,分选性大部分为差。其中泰国湾北部与中部交界处和西南部近岸区域分选更差一些。沉积物的偏度变化范围为-1.8~2.5,平

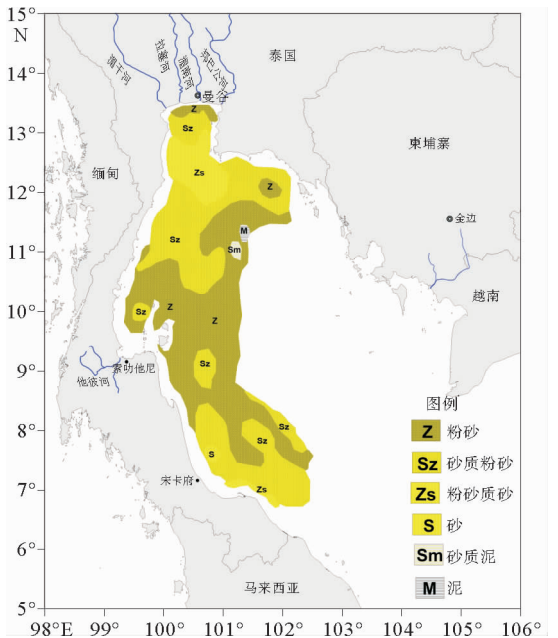


图 5 泰国湾沉积物类型分布图  
Fig. 5 Sediment types in GoT

研究区表层沉积物可分为砂、粉砂质砂、砂质粉砂、粉砂、泥和砂质泥共 6 种类型。其中砂、泥和砂质泥很少。粉砂质砂主要分布在泰国湾和西南部近岸小部分区域。砂质粉砂作为粉砂质砂和粉砂之间

的过渡类型,主要集中分布在泰国湾的中北部和南部,在中部也零星出现。粉砂是泰国湾分布最广泛的沉积物类型,主要集中在泰国湾中部。

## 2.2 粒径趋势分析结果

利用粒径趋势分析方法对研究区沉积物净输运趋势进行研究,这对泰国湾区域是初次尝试。为了进行比较,本文选取了经验搜寻半径,即略大于采样网格平均间距 0.27(单位为经纬度)的 2 倍(0.55、0.6、0.65 和 0.7),以求获得研究区合理的沉积物净输运趋势<sup>[18-20]</sup>。本文分别计算搜寻半径取 0.55、0.6、0.65 和 0.7 等情况下的沉积物粒径趋势矢量(图 6)。当取搜寻半径为 0.55、0.6、0.65 和 0.7 时,泰国湾沉积物输运格局大体一致。

根据沉积物的运移特点将研究区域划分为 1、2、3 三个区(见图 7)。根据图 7 可以看出 1 区沉积物南部有向南输运的趋势,但是近河口区域有向北

输运的趋势;2 区沉积物大部分有向苏梅岛的运移趋势;3 区有岸边向泰国湾中部运移的趋势,综合来看苏梅岛周围物质都有向其输运的趋势;在输运趋势强度上,东部的运输趋势强度明显大于西部。对于不同的搜寻半径,也都表现出随着搜寻半径的增加,2 区和 3 区的沉积物输运趋势方向趋近于一致。

## 3 物质来源与粒度趋势动力分析

从粒度输运趋势(图 7)来看,1 区沉积物来自泰国湾北部内陆及河流,泰国湾北部流入泰国湾的河流比较多,较大的 4 条河流为湄干河(Mae Khlong River)、拉塞河(The Chin River)、湄南河(Chao Phraya River)和邦巴功河(Bang Pakong River)<sup>[21]</sup>。每年大约 6.32 Mt 的悬浮沉积物从上述河流进入泰国湾<sup>[21]</sup>。黏土矿物的分析表明,1 区的主要供给来自于河流<sup>[22,23]</sup>,这在 1 区南部得到很好的体现。此

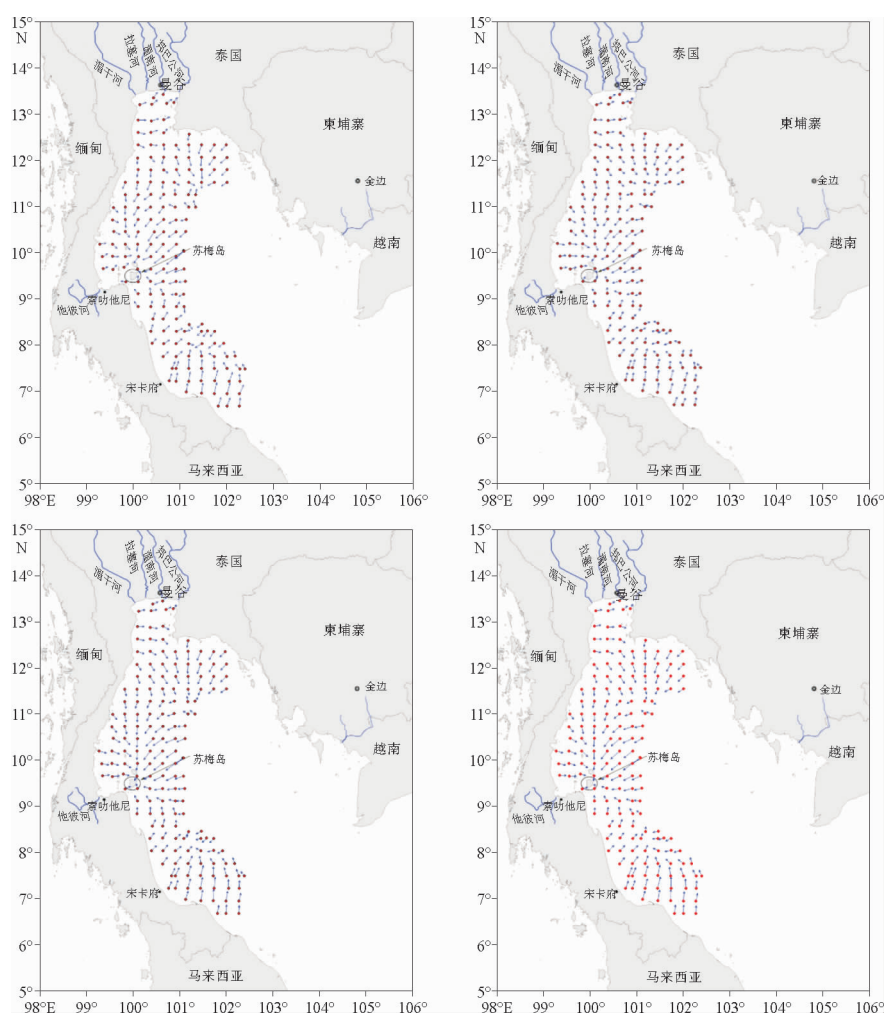


图 6 泰国湾表层沉积物净运输矢量分布(搜寻半径分别为 0.55、0.6、0.65、0.7,红点表示站位,蓝色箭头表示计算得出的运输方向)

Fig. 6 Total net transport vectors of sediments in GoT (search radius are 0.55, 0.6, 0.65, 0.7 respectively)



外,1 区沉积物的输运方向表明受到了自西向东的潮流的影响。通过泰国湾潮汐余流资料显示,在该地区全日潮的作用下,沉积物的输运方向在河口区为自北向南,随着与河口的距离增加,沉积物输运逐渐变为由西向东<sup>[24]</sup>。因此 1 区沉积物在最北部河口附近受到河流入海的作用向南运输,远离河口地区受到潮汐余流影响,顺时针方向运输。

2 区北部沉积物方向北部多为西南向,而南部多为西北向,且具有向苏梅岛辐集的趋势。因此,我们推测 2 区沉积物物源来自海洋。这与通过黏土矿物指标的研究结果一致,2 区物质来源为南海<sup>[22]</sup>。洋流的观测与数值模拟显示,泰国湾湾内 2 区及其附近区域存在季节性流,其中在 2 区东南部泰国湾夏季苏梅岛湾底层流流场为西北向(图 8,未发表数据),这与研究区沉积物输运方向一致。

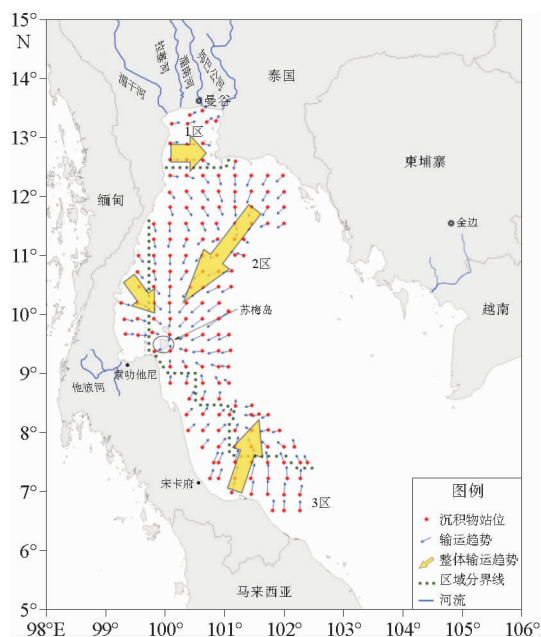


图 7 泰国湾沉积物输运趋势图

Fig. 7 Transport trends of sediments in GoT

粒径趋势分析显示 3 区沉积物有由近岸向海输运的趋势(图 7)。黏土矿物的分析结果显示,3 区沉积物的黏土矿物组成与周围马来半岛的沉积物差异较大,表明 3 区沉积物物质来源并非马来半岛陆源<sup>[23]</sup>,3 区沉积物物质与 1 区的四大河流相近,并且近岸地区由于水深较浅(小于 20 m),沿岸流可以沿着研究区西部将四大河流及 1 区的物质运输到 3 区。此外该区域沉积物部分来源于基岩侵蚀,在沿岸流中以悬浮方式进入研究区<sup>[22]</sup>。3 区沉积物粒径较其他两个区的沉积物颗粒粗,受到重力作用更容

易向水深更大的地区产生运动趋势,因此 3 区沉积物主要受到重力作用。

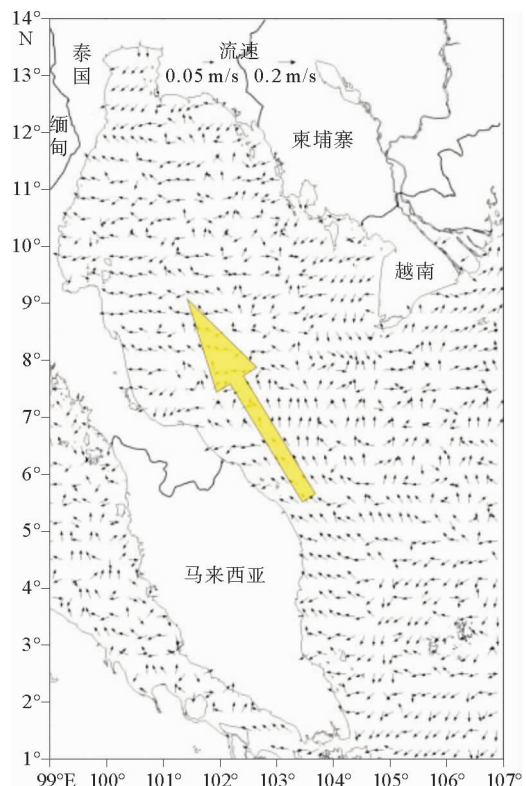


图 8 泰国湾 6 月底层流

Fig. 8 Bottom currents on June in GoT

## 4 结论

(1)根据泰国湾沉积物运移趋势的研究结果,研究区可划分为 3 个区。其中 1 区以砂质粉砂为主,平均粒径为  $5.9 \Phi$ ,平均分选系数为 1.73,平均偏度为 0.91;2 区沉积物类型比较复杂,包括粉砂质砂、砂质粉砂、粉砂、砂质泥(极个别站点)和泥(极个别站点),平均粒径大小为  $5.8 \Phi$ ,平均分选系数为 1.81,平均偏度为 1.33;3 区沉积物组成大部分为砂与粉砂质砂,也有少量砂质粉砂与粉砂,平均粒径为  $5.6 \Phi$ ,平均分选系数为 1.91,平均偏度为 1.24。

(2)结合泰国湾洋流数值模拟、风场测定以及现代沉积的分析结果,提出搜寻半径在 0.55、0.6、0.65 和 0.7 时,粒度趋势分析结果能较好地揭示泰国湾底质沉积物的输运趋势。

(3)泰国湾表层沉积物分布受到泰国湾沉积动力影响,影响因素包括洋流和季风。夏季流影响区域为 2 区,并且底层流方向与沉积物输运方向一致;沿岸流影响 3 区沉积物,使其产生离岸的输运趋势。在这些动力条件的共同影响下,泰国湾沉积物在苏

梅岛附近呈现出由四周向中心运输的趋势。

**致谢:**航次调查中分别使用了 MV. SEAFEDC 和 MV. SEAFEDC2 调查船。泰国普吉海洋生物中心、泰国海洋与海岸资源研究中心的员工以及国家海洋局第一海洋研究所的吴永华副研究员、王昆山副研究员、李传顺副研究员、胡利民副研究员等参加了泰国湾航次,在此一并致谢。

## 参考文献 (References)

- [1] McLaren P, Bowles D. The effects of sediment transport on grain-size distributions[J]. *Journal of Sedimentary Research*, 1985, 55(4):457-470.
- [2] Asselman N E M. Suspended sediment dynamics in a large drainage basin: the River Rhine[J]. *Hydrological Processes*, 1999, 13(10): 1437-1450.
- [3] Poizot E, Mear Y, Thomas M, et al. The application of geostatistics in defining the characteristic distance for grain size trend analysis[J]. *Computers & Geosciences*, 2006, 32(3): 360-370.
- [4] Shu G, Michael C. A critique of the "McLaren Method" for defining sediment transport paths[J]. *Journal of Sedimentary Petrology*, 1991, 61: 143-146.
- [5] Gao S, Collins M. Net sediment transport patterns inferred from grain-size trends, based upon definition of "transport vectors"[J]. *Sedimentary Geology*, 1992, 81(1): 47-60.
- [6] 高建华, 高抒, 董礼先, 等. 鸭绿江河口地区沉积物特征及悬沙输送[J]. *海洋通报*, 2003, 22(5): 26-33. [GAO Jianhua, GAO Shu, DONG Lixian, et al. Sediment Distribution and Suspended Sediment Transport in Yalu River Estuary[J]. *Marine Science Bulletin*, 2003, 22(5):26-33.]
- [7] Cheng P, Gao S, Bokuniewicz H. Net sediment transport patterns over the Bohai Strait based on grain size trend analysis[J]. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2004, 60(2): 203-212.
- [8] 王国庆, 石学法, 刘焱光, 等. 粒径趋势分析对长江南支口外沉积物输运的指示意义[J]. *海洋学报*, 2007, 29(6): 161-166. [WANG Guoqing, SHI Xuefa, LIU Yanguang, et al. Grain-size trend analysis on the south branch of the Changjiang Estuary in China and its implication to sediment transportation[J]. *Acta Oceanologica Sinica*, 2007, 14(1):83-89.]
- [9] 高抒. 沉积物粒径趋势与海洋沉积动力学[J]. *中国科学基金*, 1998(4): 241-246 [GAO Shu. The use of grain size trends in marine sediment dynamics[J]. *Bulletin of National Science Foundation of China*, 1998(4):241-246.]
- [10] 王元磊. 粒度趋势分析方法的研究进展[J]. *山东师范大学学报:自然科学版*, 2008, 23(2):81-84. [WANG Yuanlei. Research progress on analysis of grain size trends[J]. *Journal of Shandong Normal University*, 2008, 23(2):81-84.]
- [11] 吴良士. 泰国地质构造基本特征与矿产资源(二)[J]. *矿床地质*, 2011, 30(4): 765-766. [WU Liangshi. Basic geological tectonic feature and mineral resources in Thailand[J]. *Mineral Deposits*, 2011, 30(4):765-766]
- [12] Srisuksawad K, Pornthekasemsan B, Nouchpramool S, et al. Radionuclide activities, geochemistry, and accumulation rates of sediments in the Gulf of Thailand[J]. *Continental Shelf Research*, 1997, 17(8): 925-965.
- [13] Adeel Z, Tabucanon M, In-na Y, et al. Capacity development needs in the Chao Phraya River Basin and the Gulf of Thailand[C]//Conference on Managing Shred Waters. 2002.
- [14] Meksumpun S, Meksumpun C, Hoshika A, et al. Stable carbon and nitrogen isotope ratios of sediment in the gulf of Thailand: Evidence for understanding of marine environment[J]. *Continental Shelf Research*, 2005, 25(15): 1905-1915.
- [15] McManus J. Grain size determination and interpretation[J]. *Techniques in Sedimentology*, 1988, 408: 112-116.
- [16] Folk R L, Andrews P B, Lewis D W. Detrital sedimentary rock classification and nomenclature for use in New Zealand[J]. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics*, 1970, 13(4): 937-968.
- [17] Poizot E, Mear Y. eCSedtrend: a new software to improve sediment trend analysis [J]. *Computers & Geosciences*, 2008, 34(7): 827-837.
- [18] Poizot E, Mear Y, Thomas M, et al. The application of geostatistics in defining the characteristic distance for grain size trend analysis[J]. *Computers & Geosciences*, 2006, 32(3): 360-370.
- [19] 高抒. 沉积物粒径趋势分析, 原理与应用条件 [J]. *沉积学报*, 2009, 27(5): 826-836. [GAO Shu. Grain size trend analysis: principle and applicability[J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2009, 27(5):826-836.]
- [20] 贾建军, 程鹏, 高抒. 利用插值试验分析采样网格对粒度趋势分析的影响[J]. *海洋地质与第四纪地质*, 2004, 24(3): 135-141. [JIA Jianjun, CHENG Peng, GAO shu. Oceanography SIO, et al. comparison between grain size trends derived from irregular and regular sampling grids with the help of gis interpolation tools[J]. *Marine Geology and Quaternary Geology*, 2004, 24(3):135-141.]
- [21] 王昆山, 石学法, 刘升发, 等. 泰国湾西部表层沉积物重矿物分布特征: 对物质来源和沉积环境的指示[J]. *第四纪研究*, 2014, 34(3): 624-634 [WANG Kunshan, SHI Xuefa, LIU Shengfa. Spatial distribution of heavy minerals in the surface sediments from the western gulf of thailand; implications for sediment provenance and sedimentary environment[J]. *Quaternary Sciences*, 2014;34(3):624-634.]
- [22] Shi X, Liu S, Fang X, et al. Distribution of clay minerals in surface sediments of the western Gulf of Thailand: Sources and transport patterns[J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 2015, 105: 390-398.
- [23] Wang H, Liu Z F, Sathiamurthy E, et al. Chemical weathering in Malay Peninsula and North Borneo: Clay mineralogy and element geochemistry of river surface sediments[J]. *Science China Earth Science*, 2011, 54(2):272-282.

- [24] 吴嶙, 方国洪, 崔欣梅, 等. 泰国湾及邻近海域潮汐潮流的数值模拟[J]. 华东政法大学学报, 2015, 37(1):11-20. [WU Di, FANG Guohong, CUI Xinmei, et al. Numerical simulation of tides and tidal currents in the Gulf of Thailand and its adjacent area[J]. Acta Oceanologica Sinica, 2015, 37(1):11-20]

## MOVING TREND OF BOTTOM SEDIMENTS IN GULF OF THAILAND

ZHANG Yangshuo<sup>1,2</sup>, QIAO Shuqing<sup>1,2,3</sup>, SHI Xuefa<sup>1,2,3</sup>, YANG Gang<sup>1,2</sup>,  
LIU Shengfa<sup>1,2,3</sup>, DU Dewen<sup>1,2</sup>, Narumol Kornkanitnan<sup>4</sup>, Somkiat Khokiattiwong<sup>5</sup>, YAN Quanshu<sup>1,2</sup>,  
ZHANG Haitao<sup>1,2</sup>, CAO Dekai<sup>1,2</sup>

(1. The First Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Qingdao 266061;

2. Key Laboratory of Marine Sedimentology & Environmental Geology, Qingdao 266061;

3. Marine Geology and Environment Laboratory Process, Qingdao National Laboratory for Marine Science and Technology, Qingdao 266061;

4. Marine and Coastal Research Center, Samui Sakhon Province 7400, Thailand;

5. Phuket Marine Biological Center, Muang Phuket 83000, Thailand)

**Abstract:** Based on the grain size data acquired from 164 bottom samples, we studied the distribution pattern and transporting trend of the sediments in the Gulf of Thailand (GoT) using the Gao-Collins's method for sediments grain size analysis. In general, most of the sediments in the study area are poorly sorted, and the sorting coefficient varies from 1.3 to 2.9 with an average of 1.8 and the skewness varies from -1.8 to 2.5 (with a mean value of 1.2). According to the research results, the study area is divided into three provinces, i. e. the provinces 1, 2 and 3. The sorting and skewness in the province 1 are 1.73 and 0.91, and those in the province 2 and 3 are 1.81, 1.33 and 1.91, 1.24, respectively. It means that fine-grained sediments (silt and mud) with mean grain size of  $6.5\Phi$  are widely distributed in provinces 1 and 2, while the coarse-grained sediment (silty sand) with mean grain size of  $5.5\Phi$  are mainly distributed in the cross area between province 1 and 2 and the near-shore area of province 3. The sorting of sediments from the coastal areas including northern-, middle- and southwestern parts of GoT is poorer than that from other regions. We suggest that sediment transport in the GoT is mainly controlled by three factors, namely rivers, ocean current and East Asian monsoon. In details, for the provinces 1, the sediment transport is controlled by rivers which take sediments from estuaries into deep-water areas. For the province. 2, ocean current dominates the sediment transportation in the peripheral part of the province to the center of GoT. As for the province 3, coastal current plays a critical role to move sediments away from the nearshore area. Under the influences of these three factors mentioned above, a sediment depocenter is formed around the Sumui Island.

**Key words:** grain size; transport trend; monsoon; Chao Phraya River; Gulf of Thailand