

DOI: 10.3724/SP.J.1140.2010.01001

中国近岸海区沿岸流和海岸流对沉积物的搬运

薛春汀^{1,2}, 张勇^{1,2}

(1 国土资源部 海洋油气资源和环境地质重点实验室, 青岛 266071; 2 国土资源部 青岛海洋地质研究所, 青岛 266071)

摘要: 中国近岸海区存在两种海流: 沿岸流和海岸流。前者是波浪产生的, 主要搬运破波带以内的沉积物。后者是中国边缘海环流系统的一部分, 位于破波带外, 主要搬运粉砂和黏土细粒沉积物。在一些中文文献中两者都称作“沿岸流”。这容易形成概念上的混乱和分析问题上的错误。为了避免混淆, 属于边缘海环流系统一部分的“沿岸流”应该称作海岸流, 对于具体的“沿岸流”如“渤莱沿岸流”可以直接称呼为渤莱海流。两种海流的方向可以相同、相反或者呈一定角度。山东北部海岸沉积物的空间分布明显地受波浪、近岸环流系统(沿岸流、裂流)及海岸流控制。

关键词: 环流; 沿岸流; 海岸流; 沉积物搬运; 中国近岸海区

中图分类号: P736.21

文献标识码: A

文章编号: 0256-1492(2010)01-0001-07

当陆源沉积物进入海区后除了入海径流对于沉积物的运移仍然起作用外, 受到波浪、潮流、风海流、海洋环流的作用, 使其分布的范围远远地超越河口地区。我国的物理海洋学家将陆架上沿着海岸流动的浅海海流称作“沿岸流”; 海洋地质工作者也经常应用“沿岸流”这一术语解释沉积物的长距离搬运。而研究海滩、障壁坝、海岸侵蚀和海岸工程的工作者则使用另一种概念的“沿岸流”。本文将讨论这两种不同含义的“沿岸流”对沉积物的搬运。

1 沿岸流和海岸流的含义

在近岸带, 除了直接由波浪产生往复运动外, 还有浪生流系统——沿岸流(Longshore current)和裂流组成的近岸环流系统。当波浪方向垂直海岸时, 沿岸流对于沉积物的搬运并不那么重要。当波浪以一定的角度接近岸线时在近岸带就产生了平行岸线的沿岸流, 在这种情况下对于沉积物平行海岸方向的搬运十分重要^[1]。

我国海洋科学文献中又存在另一种含义的“沿岸流”。它是中国边缘海环流系统的一部分, 有时单独使用, 有时与地方名称连在一起组成专有名词, 如“渤莱沿岸流”。它的形成受季风场、河流入海淡水、黑潮暖流、潮流的非线性效应和海区轮廓等多种因

素的控制^[2]。它位于破波带的外侧, 而且常常远离破波带, 与波浪没有直接的关系, 它的方向通常在一个季节是基本不变的, 这种海流对于泥质沉积物近岸长距离、大范围大致平行海岸的搬运有着重要意义。由波浪引起的沿岸流方向与受季风场等因素形成的“沿岸流”的方向没有直接关系。在我国常常是海岸工程方面学者研究波浪引起的近岸环流系统, 而物理海洋学家通常研究大范围海域环流系统, 不研究由波浪引起的沿岸流。因此, 在同一学术著作中不容易同时存在着两种不同性质的海流^[2,3]。也就没有显示出混淆。对于研究海岸沉积的人来说上述两种含义的海流使用同一个名词“沿岸流”, 常常遇到问题。在阅读文献时感到困惑, 例如文献中说道: 泥沙的运动受沿岸流控制。究竟什么意思? 在表达自己思想时也遇到麻烦。实际上不仅仅是科学术语容易混淆的问题。名词的混淆, 会引起概念的混淆。实际上在我国海洋沉积学的论文中已经出现这样的误会。

在英文物理海洋学中相当于中国的作为近海环流一部分的“沿岸流”, 直接在专有名词后加 Current, 之间不再加其他名词。在英文海洋地质文献中这两种流在名词上也分得很清楚。沿岸波浪形成的流称作 Longshore current, 而不受波浪控制, 大洋和陆架上环流系统中海岸附近的海流称作 coastal current, 例如圭亚那海流(Guiana current)就属于海岸流。亚马孙河入海泥沙受常年西北流的圭亚那海流影响, 向西北运移^[4]。也有的将这样的海流称之 coastal ocean current 或 shoreface current^[5]。因此, 笔者认为在中文里对于这两种不同的海流使

基金项目: 沿海经济带多目标区域地球化学系列图编制(1210820508)

作者简介: 薛春汀(1937—), 男, 从事海洋地质调查研究, E-mail: hdxuechunting@163.com

收稿日期: 2009-05-12; 改回日期: 2009-08-03. 张光威编辑

用不同的术语更好一些,由波浪形成的流称作沿岸流(Longshore current),边缘海受季风场、河流入海淡水 and 黑潮暖流等因素控制的破波带外的海流称作海岸流(coastal current)。至于具体的海流名称也可以不加“海岸”两个字。例如现在称呼的“辽东沿岸流”、“渤莱沿岸流”、“黄海北岸沿岸流”、“黄海西岸沿岸流”可以分别称作辽东海流、渤莱海流、黄海北岸海流、黄海西岸海流。本文下面即应用这两种不同的术语。

2 波浪和沿岸流对沉积物搬运

海岸线的沿伸方向和波浪的入射角决定沿岸流的方向。尽管沿岸流是随着波浪与海岸交角的不同而变化,但对于某一处海岸来说在一年内或者一个季节内都有优势波浪方向。所产生的优势沿岸流方向对于破波带以内沉积物的搬运、沙坝的形成、入海小河流河口位置的迁移、海岸侵蚀和海岸工程都十分重要。

在砂质海岸的破波带内当然也存在潮流和风海流,但起控制作用的是沿岸流,这对于所有的海滩海岸都是如此。在海岸岬角之间宽阔的开放海湾处,沿岸流常常由两端岬角向中部搬运沉积物,因此,相当一部分砂的搬运大多限于一个单元(cell)内。在平直的砂质海岸则优势沿岸流通常向一个方向。山东省蓬莱市的蓬莱角至龙口市的砮姆岛是比较平直的海岸,呈南西西方向延伸。在龙口优势风方向为东北风和南风,但南风是从陆地方向来的,几乎不对海岸发生作用。因此,在龙口之西的砮姆岛站优势波浪方向是东北向的。可见,考虑地形因素的影响,优势波浪方向与面对海岸的优势风方向是一致的。由于蓬莱角至龙口市的砮姆角是南西西方向延伸,无论优势波浪方向是北还是东北向,优势沿岸流的方向都是向南西西方向的,也就是说沉积物的沿岸搬运是向南西西方向的(图1)。

在砮姆岛和龙口之间,在全新世海相松散沉积物之下,很可能存在高于南北两侧的正地形(基岩或者晚更新世陆相沉积物)。在早全新世形成的海滩基础上,加高、加宽形成了宽1 km、长10 km沙坝。如果没有原始的正地形,沿岸输沙将直接到达龙口港,并继续向西南运动,而不可能将大陆与砮姆岛连接起来。

波浪和沿岸流的沉积物搬运方向和近海环流系统中的海岸流因为成因不同,二者的方向可以相反、相同或者有一定角度。例如,上述的蓬莱至砮姆岛

间优势沿岸流方向是南西西方向,破波带外的渤莱海岸流是北东东方向^[2-6],二者正好相反(图1)。山东日照万平口泻湖东的万平口沙坝显示沿岸流是向南的。来自陆地方向的西北、西和西南风对于万平口沙坝向海一侧的沿岸输沙不起作用,起作用的是东南风和东北风形成的波浪,但东北风强于西南风,东北向波浪的最大波高和平均波高都明显地高于东南向的,所以,优势沿岸流方向是向南的,沙坝外侧沉积物的净运移方向是向南的。优势沿岸流方向与黄海西岸海流方向相同。日照的西江口泻湖(现在已经被人工改造而完全消失)外的西江口沙坝呈自西南向东北向延伸,指示沿岸流方向是向东北的,与黄海沿岸流的交角大约是 140° (图2)。这是由于东南风形成的波浪与海岸斜交造成的。我国沿岸的障壁坝(岛)-泻湖(海湾)的形成,除滦河三角洲外都与沿岸流有密切的关系。

波浪和沿岸流对于近岸泥质沉积物的搬运同样有重要作用。曾计算出,在1976年废弃的黄河三角洲刁口水下叶瓣,波高1.5 m以上的波浪对10 m水深以内的泥沙产生推移作用,波高0.7 m以上的波浪使5 m水深以内的海底泥沙产生推移^[7]。1989年11月至1994年1月4年多的时间里,废黄河口附近岸外15 m等深线以浅的海底向下侵蚀的速度非常惊人,达到 0.25 m/a ,5~12 m的海底向下侵蚀的速度最快,可达到 0.56 m/a ^[8]。这些被波浪侵蚀下来的粉砂和黏土质粉砂主要呈悬浮状态被沿岸流搬运走。但有关这方面的研究面临很多困难,目前成果不多。

我国沿海有长期观察波浪数据的点不多。但气象观测站要普遍的多,在考虑地形因素情况下应用面对海岸优势风方向与海岸的交角可以判断优势波浪和优势沿岸流的方向。所判断的沿岸流方向在大多数情况下与观察到的沉积物搬运方向是一致的(图1,2)。这种方法在研究太平洋岛屿海岸沉积和海岸侵蚀上曾经有效地应用过^[9-10]。即使有波浪站测得的波浪资料,但在海岸线曲折的地区,由于地形因素,相邻不远的海岸波浪的情况也会有大的变化,是附近测波站的资料难以代表的,而风的情况在更大的范围是相近的。

从我国海岸的遥感资料很难观察到沿岸流的存在和对泥沙的搬运,在这里选出马绍尔群岛共和国马朱罗环礁南岸航空照片来说明沿岸流对于沉积物的搬运。1983年,正在挖掘横穿环礁南边缘的通航水道,但拍摄航空照片时还没有连通,在大洋一侧开挖了一个只有一端与大洋连接的水道,其东侧有挖

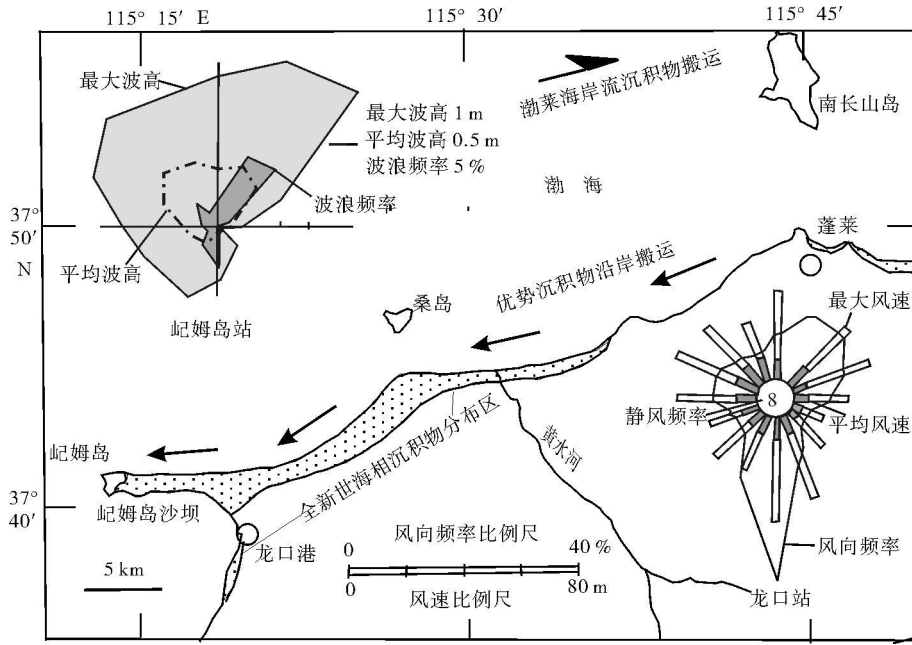


图 1 山东省蓬莱至龙口间的优势沿岸流和渤莱海流沉积物搬运
风、波浪和全新世海相沉积物分布区系根据文献^①编绘

Fig. 1 Sediment transportation by the dominant longshore current and Bohai-Laizhou current along the coast between Penglai and Longkou, Shandong Peninsula

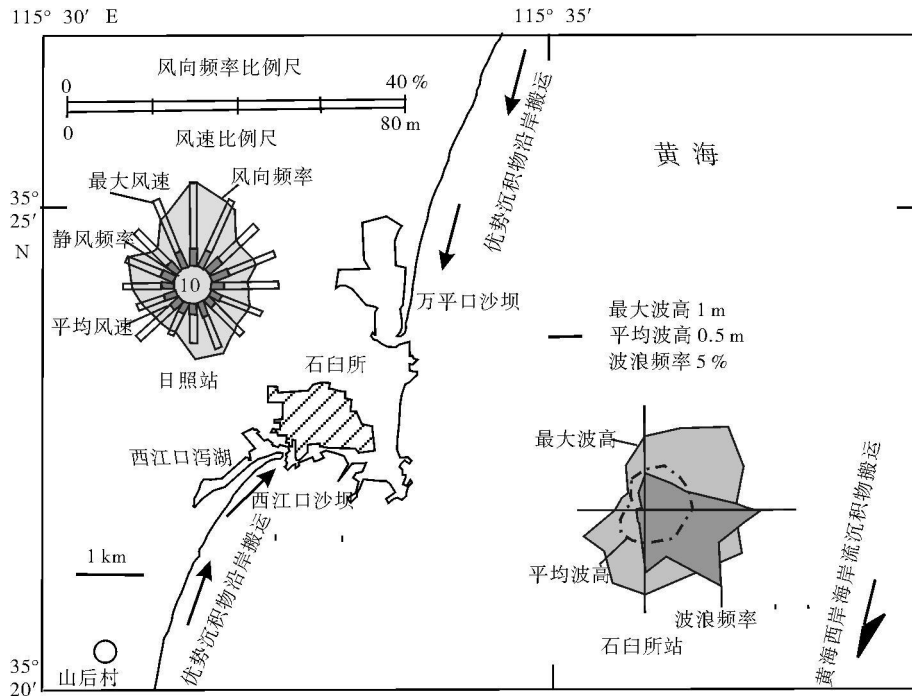


图 2 山东省日照(老名称石臼所)岸外的沿岸流和黄海西岸海流对沉积物搬运
海岸线根据 1985 年 1:2.5 万地形图, 风、波浪系根据文献^{①②}编绘

Fig. 2 Sediment transportation by the dominant longshore current and the Yellow Sea West Coast Currents along the coast near Rizhao City (old name: Shijiusuo), Shandong Province

① 山东省科学技术委员会, 山东省测绘局. 中国海岸带和海涂资源综合调查图集, 山东省第二分册, 1990.

② 山东省科学技术委员会, 山东省测绘局. 中国海岸带和海涂资源综合调查图集, 山东省第三分册, 1990.

出来的石块堆积在那里,形成低矮的突堤。无论在礁坪上还是在礁坪之前的大洋浅水区都可以看到波峰线与海岸呈 30° 左右相交。所产生的沿岸流使得海滩砂向西运动,被低矮的突堤所阻挡,形成轮廓呈三角形的砂体堆积。一部分砂越过低矮的突堤进入水道,另有一部分砂在突堤前(向大洋方向)进入水道。由于水道地形低洼,是小破波的位置,在那里形成裂流,带着砂的裂流流向大洋。在大洋的浅水区,由于沿岸流的运动,继续向西运移。也就是说在这张航空照片上可以直观地看到模式图(文献[1]中的图7-2)上所表现的近岸环流。之所以能在航空照片上表现得这样清楚,有两个原因:一是大洋水体极少泥沙,与岛屿流来的含沙裂流界限清楚。二是大

洋岛屿上的海滩沙有相当一部分是有孔虫壳体^[9],可以在水体中悬浮一段时间,黄色含沙水体在大洋中较清楚地表现出来。而在我国大陆沿岸不具备这样的条件(图3)。

3 海岸流对沉积物的搬运

环流,一般是指一个海区内各种海水组成的“总循环模式”,它包括各种海流的组成、结构、分布和变化,为气候式的海流平均状况。它的形成受季风场、河流入海淡水、黑潮暖流、潮流的非线性效应和海区轮廓等多种因素的控制^[2]。海岸流是环流的一部分,在风平浪静的天气下,流速很小,实际上环流常

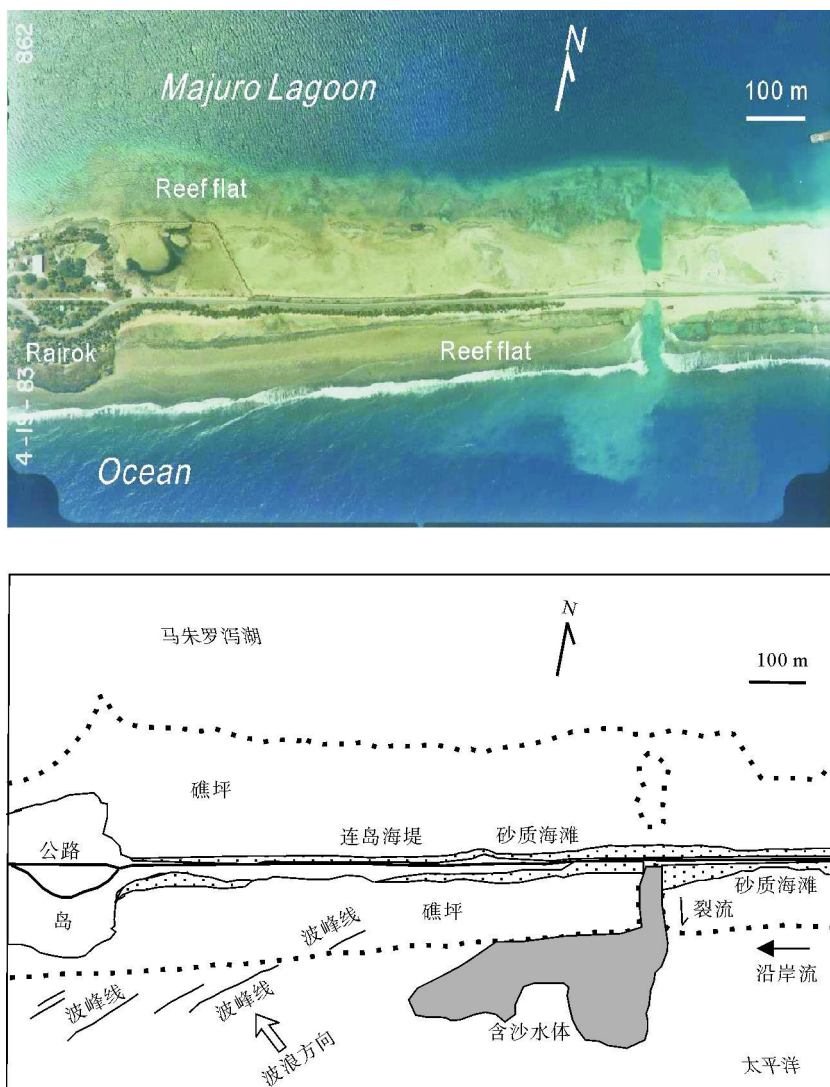


图3 太平洋马绍尔群岛马朱罗环礁南边缘大洋一侧近岸环流系统(沿岸流和裂流)

上图: 航空照片, 1983年4月19日拍摄; 下图: 航空照片解译

Fig.3 Sediment transportation of the nearshore circulation (longshore currents and rip currents) on the oceanward nearshore zone of the south rim of the Majuro Atoll, Marshall Islands

Upper: the airphoto taken on 19 April 1983; Lower: explanation of the upper airphoto

常是根据海水密度和盐度确定的。已经发表了许多中国海区的环流的论文和综合性著作。然而, 迄今为止, 人们对中国近海环流的认识还是很初步的, 许多问题还有待深入调查和研究^[11]。

海岸流是位于陆架上沿着海岸流动的的浅海海流。风力作用是海岸流盛衰的主要驱动因子, 具有明显的季节变化和浅海海流特征。最明显的是浙闽海流: 冬季长江冲淡水在偏北风作用下, 沿浙江沿岸南下达到福建沿岸, 至夏季变为顺岸北上^[11]。所以, 长江入海的悬浮泥沙以及在波浪作用下再悬浮泥沙, 主要是在冬季向南输送到浙江福建沿岸, 形成浙江、福建近海宽阔的粉砂质黏土沉积区, 又在潮流的作用下输送到河口湾和海湾内, 形成潮坪。冬季, 在强劲的东北风作用下, 粤东海流流向西南, 其东北部与闽浙海流相接; 夏季, 粤东海流流向东北, 进入台湾海峡^[12]。

黄海西岸海流上接渤莱海流, 沿山东半岛北岸东流, 绕过成山角后大体上沿 40~50 m 等深线弧形南下, 在 32°~33°N 附近流向东南, 其前锋可达 30°N 附近。黄海西岸海流路径无明显的季节变化^[2], 终年向东南流, 但呈冬强夏弱的趋势^[11]。现在已经得出结论, 无论是浙闽海流还是粤东海流, 主要受风海流控制, 冬季和夏季方向相反。目前, 关于黄海西岸海流没有得出这样明确的结论。就江苏这一段海岸而论, 春秋多出现 NNE—ENE 风, 冬季偏北风多, 夏季(6—8 月)风向较为集中, 为 ESE—SSE, 这样一年有 3 个月以南风为主^[13]。夏季西黄海海流向北流的情况应该是有的, 数值模拟也显示 8 月射阳河以北海岸表层流是向北的^[14]。只不过夏季流向北的浙闽海流被长江入海径流所阻隔, 长江以北又存在大面积的苏北潮流沙脊浅水区。而过了潮流沙脊浅水区, 风程太短, 在夏季难以形成强劲的向北流的风成海流。更详细的研究很可能证实黄海西岸海流像浙闽海流和粤东海流一样, 夏季和冬季的方向相反, 只是夏季向北的海岸流要弱一些而已。

4 沉积物空间分布与沿岸流和海岸流的关系

海岸流可以将入海细粒沉积物搬运到遥远的地方。例如, 黄河入海的粉砂和黏土被渤莱海流和黄海西岸海流搬运到黄海的中部^[15-16]。在威海北海域海岸流搬来的全新世黄河物质沉积厚度达 14~18 m^[17]。从蓬莱到威海市初村从海岸线向较深海域展现出沉积物分布与海岸流及波浪和波浪引起的沿

岸流的关系, 它们的物源不同, 搬运的机制也不同(图 4)。

在这个范围内沉积物呈明显的与海岸平行的 3 个带。从海岸线向北, 除了个别的基岩海岸外分布着 1~4 km 宽的砂(多数为细砂, 也有少量的中砂和粗砂), 多数分布在 10 m 水深以浅。物质来源是沿岸小河流的供应, 在以波浪和沿岸流为主要作用下分布在潮间带和较浅水域。此带之外有一条 3~6 km 宽的砂-粉砂-黏土带, 主要分布于 10~15 m 水深。它是波浪、沿岸流及海岸流共同作用的一个狭长的区域。砂及一部分粉砂和黏土来自沿岸的河流, 更多的粉砂和黏土来自海岸流搬运来的黄河物质。此带外侧是大约 16 km 宽的黏土质粉砂, 再外侧为粉砂(宽度不详), 二者组成黏土质粉砂-粉砂带, 多分布在 15~20 m, 是海岸流搬运来的黄河入海物质, 只是最外侧海岸流流速更高一些, 导致黏土含量更少。概括地说, 内侧的砂带是以波浪和沿岸流作用为主的沉积区, 中间的砂-粉砂-黏土带是波浪、沿岸流和海岸流共同作用的过渡带, 外侧的黏土质粉砂-粉砂带是海岸流作用的沉积区。

对山东半岛东北部海区(37°00′~38°00′N, 121°30′~123°00′E)表层沉积物的研究(绝大多数样品采自 10 m 水深以深, 成山头以东的禁航区内没有采集样品), 表明方解石和白云石总含量在 3%~12%之间, 多数为 5%~8%, 物质主要来自黄河入海物质^[18]。成山角东岸石岛东北部的近岸地带(122°50′E 以西, 位置与禁航区大致相当), 表层沉积物重矿物含量高, 达到碎屑矿物的 62%, 其中钛铁矿(占重矿物的 15.4%)、磁铁矿(14.8%)、石榴石(13.1%)、硝石(5.3%)、锆石(3.6%)含量高^[19]。其物质来自附近海岸的燕山晚期二长花岗岩和胶东群变质岩(变粒岩、片麻岩、角闪岩等)的风化产物。显然, 矿物学的研究支持关于这一地区沉积物分布与波浪、沿岸流及海岸流关系的上述分析。

5 结论

(1) 中国近岸海区存在沿岸流和海岸流。前者是波浪产生的, 位于破波带内; 后者是中国边缘海环流系统的一部分, 位于破波带外。但长期以来在中文文献中都称作沿岸流, 这不仅仅是使用科学术语不当, 也容易形成概念上的混乱和分析问题上的错误。为了避免混淆, 属于环流系统一部分的“沿岸流”应该称作海岸流, 对于具体的“沿岸流”如“渤莱沿岸流”可以直接称呼为渤莱海流。

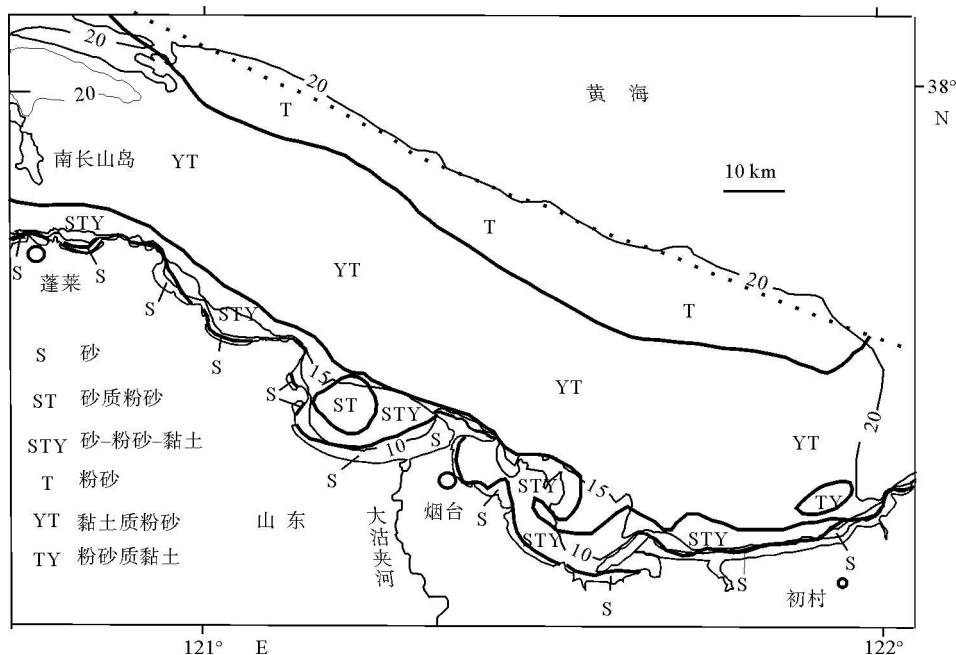


图4 山东半岛北部烟台附近(蓬莱—威海市初村)近岸海域表层沉积物的分布(根据文献^①)

Fig. 4 Surface sediments on the coastal zone of the north Shandong Peninsula in the North Yellow Sea

(2) 废弃黄河三角洲叶瓣和废弃的苏北黄河三角洲北部海岸低潮线以下的部位, 在波浪作用下被侵蚀的粉砂、黏土会沿着沿岸流的方向呈悬浮状态搬运, 低潮线以下粉砂沉积物被沿岸流搬运也是重要的, 但目前研究不多。

(3) 沿岸流和海岸流的方向可以相同、相反或呈一定角度。在山东半岛北部烟台附近海区沉积物的带状分布显示受波浪、沿岸流及海岸流的控制。大约 10 m 水深以内的砂来自附近海岸, 主要作用是波浪和沿岸流; 大约 10~15 m 水深分布着砂-粉砂-黏土, 它们是来自近岸环流系统搬运来附近海岸小河流入海物质以及渤海海流和黄海西岸海流搬运来的黄河入海物质共同沉积在这里的; 大约 15~20 m 水深大部分分布着黏土质粉砂和粉砂, 是海岸流搬运来的黄河入海物质。

参考文献 (References)

[1] 柯马尔 P D. 海滩过程与沉积作用 [M]. 北京: 海洋出版社, 1985. [Komar P D. Beach Processes and Sedimentation [M]. New Jersey: Printice Hall, 1976.]

[2] 孙湘平. 中国近海区域海洋 [M]. 北京: 海洋出版社, 2008. [SUN Xiangping. Regional Oceanography in China Offshore Areas [M]. Beijing: China Ocean Press, 2008.]

[3] 苏纪兰 袁业立. 中国近海水文 [M]. 北京: 海洋出版社,

2005: 1-192. [SU Jilan, YUAN Yeli. China Offshore Hydrology [M]. Beijing: China Ocean Press, 2005: 1-192.]

- [4] Wright L D. River deltas [C] // Coastal Sedimentary Environments. New York: Springer-Verlag, 1985: 1-76.
- [5] Niedoroda A W, Swift D J P, Hopkins T S. The shoreface [C] // Coastal Sedimentary Environments. New York: Springer-Verlag, 1985: 533-624.
- [6] 孙湘平. 中国近海区域水文特征 渤海 [C] // 中国近海水文. 北京: 海洋出版社, 2005: 182-192. [SUN Xiangping. Regional hydrological characteristics in China Offshore Areas [C] // China Offshore Hydrology. Beijing: China Ocean Press, 2005: 182-192.]
- [7] 李平, 朱大奎. 波浪在黄河三角洲形成的作用 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 1997, 17(2): 39-46. [LI Ping, ZHU Dakui. The role of wave action on the formation of Yellow River delta [J]. Marine Geology and Quaternary Geology, 1997, 17(2): 39-46.]
- [8] 张忍顺, 陆丽云, 王艳红. 江苏海岸侵蚀过程及其趋势 [J]. 地理研究, 1984, 31(4): 469-478. [ZHANG Renshun, LU Liyun, WANG Yanhong. The mechanism and trend of coastal erosion of Jiangsu Province in China [J]. Geographical Research, 21(4): 469-478.]
- [9] XUE Chunting. Coastal sedimentation, erosion and management on the north coast of Kosrae, Federated States of Micronesia [J]. Journal of Coastal Research, 1999, 15(4): 927-935.
- [10] XUE Chunting. Coastal erosion and management of Majuro Atoll, Marshall Islands [J]. Journal of Coastal Research,

① 山东省科学技术委员会, 山东省测绘局. 中国海岸带和海涂资源综合调查图集, 山东省第二分册, 1990.

- 2001, 17(4): 909-918.
- [11] 郭炳火, 许建平. 中国近海环流[C]. //中国近海水文. 北京: 海洋出版社, 2005: 174-181. [GUO Binghuo, XU Jianping. China offshore circulation[C]//China Offshore Hydrology. Beijing: China Ocean Press, 2005: 174-181.]
- [12] 李立, 孙湘平. 南海环流[C]//中国近海水文. 北京: 海洋出版社, 2005: 263-272. [LI Li, SUN Xiangping. Circulation in South China Sea[C]//China Offshore Hydrology. Beijing: China Ocean Press, 2005: 263-272.]
- [13] 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 江苏省海岸带和海涂资源综合考察队. 江苏省海岸带自然资源地图集[M]. 北京: 科学出版社, 1988. [Nanjing Institute of Geography and Limnology, Coastal Resources Integrated Expedition of Jiangsu Province. Atlas of Coastal Natural Resources, Jiangsu Province [M]. Beijing: Science Press, 1988.]
- [14] 朱建荣, 丁平兴, 朱首贤. 黄海、东海夏季环流的数值模拟[J]. 海洋学报, 2002, 24(增刊 1): 263-272. [ZHU Jianrong, DING Pingxing, ZHU Shouxian. Numerical simulation of the circulation in the Huanghai Sea and the East China Sea in summer time[J]. Acta Oceanologica Sinica, 2002, 24 (suppl. 1): 263-272.]
- [15] 王坤山, 石学法, 姜晓黎. 南黄海沉积物的来源及分区[J]. 科学通报, 2001, 45(增刊): 24-29. [WANG Kunshan, SHI Xuefa, JIANG Xiaoli. The sediment sources and provinces of the South Yellow Sea: the evidences from the light minerals [J]. Chinese Science Bulletin, 2001 (sup.): 24-29.]
- [16] 王坤山, 石学法, 林振宏. 南黄海和东海北部陆架重矿物组合分区和来源[J]. 海洋科学进展, 2003, 21(1): 31-40. [WANG Kunshan, SHI Xuefa, LIN Zhenhong. Assemblages, provinces and provenances of heavy minerals on the shelf of southern Yellow Sea and northern East China Sea [J]. Advances in Marine Science, 21(1): 31-40.]
- [17] LIU Jian, Saito Y, WANG H, et al. Sedimentary evolution of the Holocene subaqueous clinoform off the Shandong Peninsula in the Yellow Sea [J]. Marine Geology, 2007, 236: 165-187.
- [18] 孔祥淮, 刘健, 李巍然, 等. 山东半岛东北部滨浅海区表层沉积物粒度及矿物成分[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2006, 26(3): 21-29. [KONG Xianghuai, LIU Jian, LI Weiran, et al. Grain size characters and mineral components of surface sediments in the offshore area of northeastern Shandong Peninsula[J]. Marine Geology and Quaternary Geology, 26(3): 21-29.]
- [19] 申顺喜, 陈丽蓉, 徐文强. 黄海沉积物中的矿物组合及其分布规律的研究[J]. 海洋与湖沼, 1984, 15(3): 240-250. [SHEN Shunxi, CHEN Lirong, XU Wenqiang. Mineral composition and their distribution pattern in the sediments of the Huanghai Sea [J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 1984, 15(3): 240-250.]

SEDIMENT TRANSPORTATION OF LONGSHORE CURRENT AND COASTAL CURRENT IN CHINA LITTORAL ZONE

XUE Chunting^{1,2}, ZHANG Yong^{1,2}

(1 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)

Abstract: The zonal sediment distribution in the coastal zone near Yantai (from Penglai to Chucun, Weihai) results from the processes of wave, wave-produced longshore current and coastal current. Sand is distributed from high tidal level to 10 m water depth and mainly controlled by wave and longshore current. And the sediment source is from the coastal land nearby. Sand-silt-clay is mainly distributed in 10~15 m water depth. A part of sediments are the Yellow River derived sediments transported by the coastal current and a part from nearby small rivers is transported by the wave and nearshore circulation. Clayey silt and silt are distributed in the water depth of 15~20 m. They are the Yellow River derived sediment transported by the coastal current.

Key words: circulation; longshore currents; coastal currents; sediment transportation; China littoral zone