

渤海湾西岸海岸带现代地质作用及影响因素分析

李建芬^{1,2}, 康慧², 王宏², 裴艳东²

(1.中国地质大学(北京)海洋学院,北京 100083;2.天津地质矿产研究所,天津 300170)

摘要:通过对渤海湾西岸粉砂淤泥质海岸带的现代地质作用调查与分析,阐述了渤海湾海岸带在现代地质作用下侵蚀和淤积并存现状:目前潮间带上部在不断淤高,而潮下带则存在侵蚀,正处于淤蚀过渡期。遥感资料及沉积物粒度的进一步分析,认为渤海湾西岸现代地质作用的影响因素及海岸带淤积泥沙主要来自岸滩下部及浅海区的侵蚀作用。提出在海岸开发中注意防淤的同时,高度重视侵蚀作用可能对海岸带造成的危害。

关键词:渤海湾;潮间带;沉积物;侵蚀;淤积

中图分类号: P534.63

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2007)04-0295-07

渤海湾海岸带属于典型的粉砂淤泥质海岸,研究区从北部的涧河口向南至黄骅港(图1),东北部为滦河三角洲,南部为黄河三角洲。其间有蓟运河、海河、独流减河等大小入海河流及排水渠。渤海湾海岸带除河流作用外,主要受潮汐影响,波浪作用较弱。

全新世以来,渤海湾西岸海岸带发生了巨大变化,在8000~6000 cal BP全新世最大海侵期,海岸线曾到达宝坻、武清、霸州、沧州一线,之后的几千年间,随着黄河几次改道入渤海湾,致使渤海湾西岸海岸线迅速向东推移,形成了渤海湾西岸现代海岸的基本格局。近百年来,随着全球气温升高、海面上升,加上人类对海岸带地区的高度开发利用,人们对现代地质环境变化更加注重^[1~4],但大多是对近岸及潮间带沉积速率进行定量研究^[5~10]。引起地质环境变化的主要原因及今后的变化趋势是目前渤海湾海岸带经济发展所面临的基本地质环境问题,也是地学工作者应该回答的重要问题。本文对上述问题进行了探讨,为港口、河口的防淤、减淤工作,海岸带的开发、潮滩形态变化的预测提供重要的理论基础。

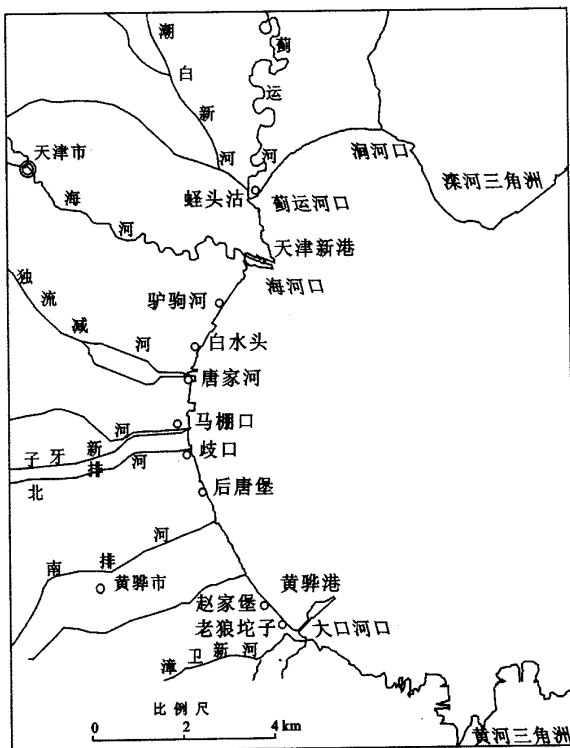


图1 研究区位置图

Fig.1 Location drawing of The study area

1 渤海湾西岸现代地质作用表现

1.1 渤海湾西岸海岸线及潮滩、海底形态变化

不同时期海岸线对比研究表明^[11],近百年来渤

海湾西岸海岸线(平均大潮高潮线)的变化形式在不同时段不同岸段变化情况不同。总趋势是自小冰期结束后的1870~1920年代,海岸线是一个以侵

收稿日期:2007-10-10

责任编辑:刘新秒

基金项目:国家地质大调查项目:环渤海湾重点地段环境地质调查及脆弱性评价(1212010540501);国家海洋局908专项(TJ908-02)

作者简介:李建芬(1967-),女,副研究员,1987年毕业于青岛海洋学院,现从事海岸带地质环境变化研究。

②王宏,李建芬.泥质海岸带近现代地质作用及精细测年研究报告.天津地质矿产研究所,2002.

蚀作用为主的裁弯取直过程,使 1870 年的曲折岸线转变为 1920 年代的顺直岸线。1920 ~ 1950 年代,除大沽海口附近岸段由于港口工程人为使岸线淤进外,其它岸段均为蚀退,特别是北部大神堂一带,南部的徐家堡以南至冯家堡、老狼坨子和大口河一带的岸线侵蚀作用强烈,速率 ~ 20 m/a,侵蚀状况已被不同作者描述^{[11]23}。1950 ~ 2003 年,天津港两侧岸段由于沿岸防护堤的建设基本稳定;其他岸段表现为淤进,特别是唐家河至后唐堡岸段由于修建养殖池等人为活动大大促进了岸线的向海淤涨幅度。

渤海湾西岸海岸线变化的同时,潮滩的宽度也在发生着变化,20 世纪四五十年代很陡的潮坪,到七十年代,潮滩变缓,非高潮水时船只已无法靠岸。1981 ~ 1997 年,白水头以南潮间带宽度变宽、坡度变缓,平均淤宽速率为 50 ~ 60 m/a^①。

笔者所在研究小组近年来对渤海西岸潮间带滩面进行水准测量,蛭头沽及老狼坨子实测资料表明了潮间带滩面存在不断加积、增高的趋势(图 2)。但在潮滩下部及浅海区则存在侵蚀现象。海河口地区的水下三角洲在潮流的作用下正发生着变化,海河口拦门沙从 1958 ~ 1995 年间向陆退移 7.8 km;海图 1983 ~ 1995 年的 12 年间 -5 m 等深线以浅地区表现为向陆侵蚀,速率为 33 ~ 75 m/a。另外,渤海西南岸黄骅港近

海域 1983 ~ 2001 年间 -3 m 等深线以浅属于侵蚀区^[12]。可以看出,潮滩呈下冲上淤的态势。

1.2 渤海湾西岸现代沉积速率

渤海湾西岸海岸带区域性全新世沉积速率为 0.17 ~ 0.28 cm/a^{[13]35⑥78}(表 1),近百年来现代沉积速率在近岸的沿海低地沉积速率约为 0.35 cm/a,现代开放潮滩上部为 1 ~ 3 cm/a^[7-8],从蓟运河口向海河口降低,海河口以南经驴驹河潮滩到马棚口开放潮滩沉积速率逐渐增大^[5,9-10]。以上描述表明,现代开放潮滩上部沉积速率远远高于全新世以来的平均沉积速率,考虑到沉积物的自然压实作用约 0.1 ~ 0.2 cm/a^[15],在渤海湾西岸现代潮滩上部的现代沉积速率仍高于该区全新世以来的区域性平均沉积速率,说明该区潮滩上部现代沉积作用非常强烈。

1.3 渤海湾西岸港口、河口的淤积

1.3.1 渤海湾西岸港口的淤积

根据资料^[16-19],天津新港港池淤积在 20 世纪平均高达 6 m/a 以上,随着港口的不断发展,近几年来港池的平均淤积强度降至 ~ 0.7 m/a 左右,主航道同样也显示了这一规律。表明随着航道水深与宽度的增大,港池及航道纵向淤积强度明显减小。

黄骅港自建成投产以来的实践表明,港口的泥沙淤积问题比较突出,特别是短时段的强淤。自 2002 年 1 月至 2003 年 10 月短短 1 年多的时间内,外航道共发生 6 次较强的强淤,据侯志强、杨华^[20-22] 2001 年 10 月至 2002 年 12 月外航道共淤积了 $887 \times 10^5 \text{ m}^3$,骤淤总淤积量约为 $770 \times 10^5 \text{ m}^3$,占外航道全年淤积量的 86.6%。2003 年 3 场大风短时期的总淤积量为 $1320 \times 10^5 \text{ m}^3$,其中,2003 年 10 月 11 ~ 12 日风暴潮,十余小时内在外航道口门处骤淤 $500 \times 10^5 \text{ m}^3$,为此需耗费上亿元资金进行清淤。

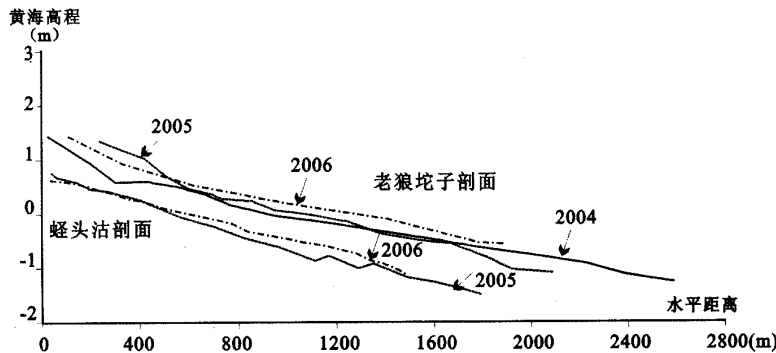


图 2 老狼坨子、蛭头沽实测剖面
Fig.2 Measured profile of Laolangtuozi and Chengtougou

②王宏. 渤海湾西岸地质、生态环境变化及对可持续发展的影响. 天津地质矿产研究所简报 2、5, 1999.

③翟乾洋. 渤海湾西岸的海蚀现象, 历史时期渤海湾沿岸的变迁. 天津历史博物馆, 1963.

④李建芬, 王宏. 环渤海海岸带近代沉积环境研究专题报告, 环渤海地下水资源与环境调查与评价一号专题. 天津地质矿产研究所, 2005.

⑤王宏. 渤海湾牡蛎礁平原牡蛎礁的形成与灭亡(专题报告), 淮淀乡幅区域地质调查报告(1/50 000). 天津地质矿产研究所 2002.

⑥王宏, 王云生, 康慧, 等. 白水头 - 歧口镇幅(西半幅)区域地质调查报告(1/50 000). 天津地质矿产研究所, 2003.

⑦龙天才, 张金起, 李凤林, 等. 天津市大直沽 1 万年来地质环境变化报告. 天津地质矿产研究所, 2002.

⑧田树信, 周志勇. 塘沽幅区域地质调查报告(1/50000). 天津地质调查院, 2002.

表 1 渤海湾西岸全新世以来沉积速率
Table 1 Deposition rate of the west coast of Bohai Bay since Holocene

时段与沉积环境	时段平均沉积速率 (cm/a)	资料来源
全新世以来	0.17 ~ 0.18	李建芬等 ^[13] , 王宏 ^{⑤⑥} , 龙天才 ^⑦ , 田树信 ^⑧ , 阎玉忠 ^[14] 等
晚全新世进入海相环境	0.076/0.16 ~ 0.28	李建芬等 ^[13] , 阎玉忠 ^[14]
近百年来的渤海湾海岸带:		
远离岸线的低沉积速率盐沼区	~ 0.1	李建芬等 ^[7] , 王宏等 ^⑧ , Meng Wei et al. ^[9]
靠近海岸的高沉积速率盐沼区	~ 0.35	
开放潮滩高速沉积区	1 ~ 3	

1.3.2 渤海湾西岸河口的淤积

处于渤海湾泥质海岸的人海河道普遍存在淤积问题,淤积多集中在潮流带内,比较严重的河道自北向南有:永定新河、海河、独流减河、子牙新河主槽、南排河、漳卫新河、马颊河等。

海河干流为感潮河段,1958 年河口建闸后海口发生了严重淤积。据 1995 年 8 月河口实测地形与 1958 年比较,闸址部位淤厚 6 m,闸下 4 km 以内深槽基本淤平,河床普遍抬高 4 ~ 6 m^[23],闸下 11 km 以内主河槽淤积量达 2 259 × 10⁵ m³ ^[24 ~ 26]。子牙新河自 1967 年建成海口枢纽,截至 2002 年累计淤积 825 × 10⁵ m³,据 1970 ~ 1976 年回淤情况统计,河口年淤积量为 42 × 10⁵ m³ ^[27 ~ 28]。1973 年在距漳卫新河口 45 km 处建成辛集挡潮闸,截至 1990 年 5 月,辛集闸至海丰 26 km 河道累计淤积量达 1 110 × 10⁵ m³,闸下淤厚在 4 m 以上,闸门不能灵活启闭^[29 ~ 30]。

2 讨论

2.1 渤海湾西岸现代地质作用的影响因素分析

近百年来,渤海海面呈上升趋势,上升速率 2.2 mm/a^⑨,海面上升的最直接影响是海岸侵蚀,渤海湾西岸 20 世纪前半叶表现了这种特征,但目前海岸侵蚀并不是主要问题,特别是近年来沿海防潮大堤的修建使岸线更加坚固,侵蚀作用主要表现为风暴潮的影响。相反,正如前文所述淤积现象却普遍存在,特别是港口、河口的淤积严重,已制约了港口的发展和行洪排涝的畅通。那么,现代地质作用的主要控制因素究竟是什么?

20 世纪 50 ~ 60 年代以前,人类对渤海湾西岸海岸带的干扰作用较小,现代地质作用主要是受自然因素的影响。一方面,强大的径流对河道具有冲刷作用,并将沉积物输送到较远海域;另一方面,长

期的地质作用,已使潮滩剖面趋于均衡,海面的上升必然引起岸线的侵蚀;第三方面,当时潮间带坡度较大,较陡的坡度对海水的消能作用较小,使海水到达岸边(平均大潮高潮线的位置)时仍有足够的能量对海岸产生侵蚀。这就造成了 20 世纪 60 年代以前,渤海湾西岸侵蚀作用普遍存在,侵蚀下来的泥砂被潮流携带输送到潮下带及浅海区,使潮滩坡度逐渐变缓,这是一个缓慢的变化过程,属于“缓变型地质环境变化过程”。

20 世纪 60 年代以后,人类活动干扰并改变了海岸带的自然进程。首先,1958 年开始的大规模兴修水利设施降低了河流入海的径流量及输砂量,减弱了河流对河道的冲刷作用^[31],使沉积物堆积在海岸带地区,造成河口淤积、潮间带淤宽;反过来较缓的坡度使波浪对海底的扰动作用加强,海水含沙量高,而且宽阔的潮间带(作为能量缓冲带)又使潮滩对海水的消能作用加强,进一步加强了在潮滩的淤积作用。第二,人类开始大规模围海(滩)造田活动,新建的海堤破坏了潮滩水流、泥砂和地形之间经过长期调整所形成的均衡状态,引起潮滩剖面形态“快速的”均衡调整。特别是海堤建成后,在砂量不足的情况下,必然在下部及浅海区侵蚀,在堤前迅速淤积形成新的潮间带均衡剖面^[32]。属于“相对快速的地质环境变化过程”,“快速的”均衡调整掩盖了“缓慢的”海面上升的影响。

2.2 海岸带淤积泥砂物源分析

现代开放潮滩上部沉积速率远远高于海面的上升速率,造成强烈的淤积,表明渤海湾西岸海水的含沙量处于过饱和状态。造成潮间带上部快速堆积,河口、港口强烈淤积的泥沙来源主要有陆相河流输砂、沿岸流带来泥砂的纵向补给、潮滩及浅海区地形形态均衡调整形成的本地泥沙补给三部分,

⑨ 国家海洋局《2006 年中国海平面变化公报》,2007.

以下对三个方面分别进行讨论。

2.2.1 河流输砂

河流输砂是近岸地区沉积物的主要来源之一。海河是区内最大河流,海河口的水下三角洲-大沽砂是海河上游河道输沙而成,但是据 1958 ~ 1995 年资料统计^[3],该时段的多年平均来沙量仅有 10^5 t 左右,且呈逐年递减趋势;上世纪 60 年代年均 345×10^5 t,70 年代年均 36×10^5 t,80 年代年均 0.7×10^5 t,90 年代年均 0.2×10^5 t。研究区南部的大口河及套儿河 20 年来几乎无径流下泄,入海沙量甚微,表明 1958 年开始随着大规模修建水库及闸口等水利工程和水土保持措施的实施,河口下泄径流量和泥沙量逐年减少,甚至接近 0,区内河流输砂显然已不能为河口及岸滩的淤积提供足够的物源。

2.2.2 泥沙的纵向补给源

可能对渤海湾西岸海滩淤积形成补给的纵向物源有北部的滦河口、南部的黄河口和黄河三角洲北部岸滩侵蚀形成的泥沙。

研究区北部毗邻滦河入海口,但滦河为砂质沉积,与本区潮滩的粉砂、粘土粒径不符,同时沿岸悬浮泥沙浓度极低^[4](图 3),天津新港大型港池和长达十几公里的新港南防波堤又起到阻隔作用,使滦河入海泥沙难以到达海河口。研究区南部毗邻黄河入海口,现代黄河入海口的泥沙主要向南及东北扩散,侵向莱州湾及渤海海峡,对渤海湾的影响较小^[9]。因此,现代黄河、滦河亦无法为沿岸流提供足够的物源。

通过遥感图像分析,黄河 1855 ~ 1976 年在刁口河入海,近 30 年来,这个古入海口岸段由强烈淤积转为蚀退^③,冲蚀的泥沙被沿岸流带动,可能成为

岸滩淤积的主要物质来源之一。

笔者对研究区潮间带沉积物进行了粒度分析(表 2),表明渤海湾西岸除驴驹河为砂质海岸外,湾顶的马棚口 岐口-一带、蛭头沽-蔡家堡为淤泥质海岸,黄骅港附近的老狼坨子、大口河一带为粉砂淤泥质海岸。淤泥质海岸泥砂运移为悬移质,粉砂淤泥质海岸悬移质和推移质输砂均存在,其比例为悬移质 70.6 ~ 82.3%、推移质 17.7 ~ 24.1%^[30]。同时,泥砂的中值粒径显示泥质海岸潮间带泥沙粒径与老狼坨子及海河口一带海域悬浮泥沙粒径一致,表明这些细颗粒的沉积物可能源于悬浮泥砂。显然,悬浮泥沙的运移规律是分析物源的关键。

(1)根据水体反射率与水体浑浊度之间的关系提取水中悬浮泥沙分布信息,图 3 是渤海湾地区自 1987 ~ 2004 年不同时期的悬浮泥沙遥感图象,图像上不同颜色的分带,表示不同的水体浑浊度,即不同浓度泥沙含量的反映。以 1987 年 3 月 27 日 TM 图象为例,渤海湾南岸的悬浮泥沙浓度由陆向海方向,层次非常清晰,与恽才兴^[34]1987 年实测悬浮体浓度分布趋势一致,推断为不同浓度的分带。渤海湾湾顶部马棚口至南部黄骅港一带沿岸悬浮泥沙浓度最高,而且由南向北、由陆向海浓度逐渐降低。说明波浪和潮流对近岸海底的扰动作用强烈。由于海洋中悬浮泥沙的浓度和运移受多种因素的影响和制约,如海洋动力、气象状况、季节、河流向海的输砂量等,众多的影响因素既有随机性的,又有周期性的,多种因素相互作用的叠加使得悬浮泥沙的变化极为复杂,其粒度、浓度在不断变化,反映在遥感图像的特征是各种浓度的分带宽度在不同时相

表 2 渤海湾西岸潮间带泥沙粒度分布状况
Table 2 Grain size distribution of sediments in intertidal zone on the west coast of Bohai Bay

地点	潮间带沉积物类型	潮间带表层沉积物平均中值粒径 (mm)	0 m 等深线以外底质沉积物中值粒径 (mm)	悬浮泥砂中值粒径 (mm)
蔡家堡	粘土质粉砂	0.008 ~ 0.009		
蛭头沽	粘土质粉砂	0.007 ~ 0.008		
海河口	粘土质粉砂 砂质粉砂	0.01 ~ 0.05	0.005 ~ 0.02 ^[28]	0.0047 ~ 0.0048
驴驹河	砂	0.111		
马棚口	粘土质粉砂	0.006		
老狼坨子	粘土质粉砂砂质粉砂	表层: 0.0134	表层: 0.02 0.04	小风天气: 0.003 ^[12]
		表层之下: 0.039	表层之下: 0.005 0.007	大风天气: 0.0338
大口河口	砂质粉砂	0.044		大风过后: 0.0227

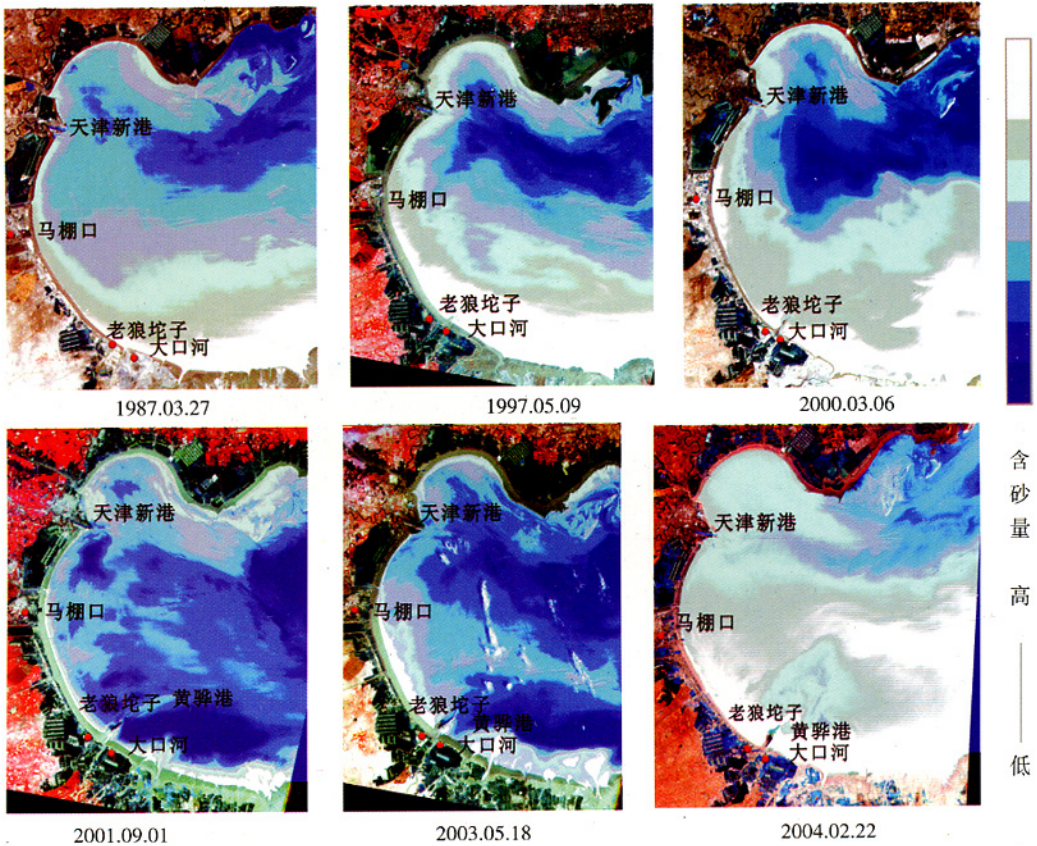


图 3 渤海湾海区悬浮泥砂含量遥感信息提取图

Fig. 3 Remote sense information on suspended sediment content at sea area of Bohai Bay

图像上的反映不尽相同,如 1997 年、2000 年、2004 年实测海区风力大(时速 $>10\text{ m/s}$),海水含砂量整体偏大,高浓度带宽;2001 年、2003 年实测海区风力较小(时速 5 m/s),海水含砂量较低,高浓度带较窄。但总趋势是源于南部黄河刁口流路沿岸较高浓度的悬浮泥砂基本在马棚口—独流减河口一带尖灭。因此,源于南部的纵向移动的悬浮泥砂可能为马棚口以南区域的岸滩淤积提供了部分物源。

(2) 驴驹河(海河口至独流减河口)的砂质沉积是渤海湾西岸现代潮滩唯一的粗颗粒沉积,一般认为源于海河入海泥沙,徐利森利用重矿物分析^[37],发现此带重矿物与海河泥沙重矿物一致,进一步说明海河泥沙是此带砂质沉积物的来源。但海河入海径流带来的泥沙中值粒径一般为 $0.005\sim0.02\text{ mm}$ (细粉砂)(表 2),比该区表层砂质沉积物的中值粒径 0.111 mm (砂)小的多,而且海河入海物质大部分沉积在河口,其次向南运移,因此该区泥沙中值粒径应该更小。造成这种成分与海河泥沙一致、粒径矛

盾的合理解释应该为:随着海河入海泥沙急剧减少,河流作用减弱、海洋作用加强,使滩面在潮流及波浪作用下被冲刷、淘洗,物质粗化,淘洗出的细颗粒物质随往复流向海、向岸运移,或随沿岸流向南运移,前者属于滩面的自身均衡塑造(详见下文),主要原因是该区以垂直于岸线的往复流为主,作用较强,造成河道、河口的强烈淤积;后者属于沿岸流,这股沿岸流与北上的沿岸流在马棚口以南区域汇合(图 3),能量降低,大量悬浮泥沙沉积下来,造成马棚口以南至后唐堡一带淤积作用强烈。这与渤海湾湾口南北流入、中部流出的双环流模式基本一致^[38~39]。

2.2.3 海岸均衡调整形成的本地泥沙补给源

渤海湾西岸潮滩形态的变化提供物源在研究区主要表现为岸线后退、潮滩下部及浅海区海底的侵蚀作用。近年来本区岸线基本是向海淤进,而且沿海修建了防潮大堤,使岸线侵蚀提供的泥沙数量极其有限,但岸滩下部及浅海区的侵蚀作用为潮滩

上部的加积作用提供了相当的物源。

前述海河口拦门砂的变化及海水等深线的对比表明潮滩下部及浅海区存在侵蚀作用。粒度分析结果显示老狼坨子一带潮滩上部表层沉积物为粘土质粉砂(中值粒径 0.013 4 mm), 粒径明显小于下层的砂质粉砂(中值粒径 0.039 mm); 而海域 0 m 等深线以外底质沉积物表层(20 cm 内)粒径(中值粒径 0.02 ~ 0.04 mm)明显大于之下的沉积物粒径(中值粒径 0.005 ~ 0.007 mm), 而且风浪较小时的悬浮泥砂粒径与表层之下泥砂粒径一致(表 2)。另外, 侯志强等^[20]1987 ~ 2002 年在黄骅港 -2 m ~ -10 m 水深的 4 次底质样品粒度分析显示底质已出现明显的粗化。这些同样表明在海洋动力作用下, 风浪对表层沉积物的侵蚀及悬扬作用和潮流对泥砂分选运动, 造成了 0 m 等深线以外底质沉积物粗化、潮滩表层沉积物细化。因此, 岸滩下部及浅海区的侵蚀作用为潮滩上部的加积作用提供了相当量的物源。

3 结语

渤海湾西岸粉砂淤泥质海岸带现代地质作用强烈, 侵蚀、淤积作用同时存在。

20 世纪 50 ~ 60 年代以前, 人类为对渤海湾西岸海岸带的干扰作用较小, 现代地质作用主要是受自然因素的影响。海面上升为主因的渤海湾西岸侵蚀作用普遍存在, 属于“缓变型地质环境变化过程”。而 20 世纪 60 年代以后, 人类活动干扰并改变了海岸带的自然进程, 使岸线以淤进为主。目前潮间带淤积作用取代了侵蚀作用, 但潮下带及浅海区存在侵蚀作用, 河口区域的水下三角洲和浅海区的侵蚀已成为现代河口、岸滩淤积的主要泥沙来源, 特别是在海河口附近、黄骅港一带表现更为明显。潮间带上部淤积、下部及浅海区侵蚀, 表明这些岸段已经进入淤蚀过渡期。这种均衡调整造成的潮滩上部淤积作用掩盖了“缓慢的”海面上升造成的侵蚀作用, 随着海面的持续上升、入海泥砂的日趋减少、大规模的围海(滩)造田工程的实施, 在新建堤坝前这种剖面的自身塑造作用将更趋于显著, 使平均大潮高潮线(岸线)不断向海迁移、平均低潮线向岸移动、冲刷滩面表层沉积物逐渐粗化; 潮间带将变陡; 下部的冲刷将不断向滩面上部扩展, 直至整个滩面。这种人为因素造成的“相对快速的”地质环

境变化过程, 必然会回归到受自然因素影响的地质环境变化阶段, 即侵蚀作用又将成为该区主要现代地质作用。因此, 我们必须跟踪这种变化趋势, 在海岸带的开发过程中防淤的同时, 高度重视侵蚀作用可能对海岸带造成的危害。

致谢: 天津地质矿产研究所范昌福、刘志广参加野外测量及取样, 王福、商志文、车继英协助测试样品, 南京大学海岸带重点实验室提供激光粒度分析仪, 在此一并表示衷心地谢意!

参考文献

- [1] 康慧, 李建芬, 钟新宝. 渤海湾西岸泥质海岸带现代地质环境变化的遥感监测[A]. 天津地质矿产研究所. 前寒武纪第四纪地质文集[C]. 北京: 地质出版社, 2002, 205-213.
- [2] 钟新宝, 康慧. 渤海湾海岸带近现代地质环境变化[J]. 第四纪研究, 2002, 22(2): 131-137.
- [3] 王宏. 渤海湾泥质海岸带近现代地质环境变化研究: 意义、目标与方法[J]. 第四纪研究, 2003, 23(4): 385-392.
- [4] 王宏. 渤海湾泥质海岸带近现代地质环境变化研究: 成果与讨论[J]. 第四纪研究, 2003, 23(4): 393-403.
- [5] 杜瑞芝, 刘国贤. 渤海湾现代沉积速率和沉积过程[J]. 海洋地质与第四纪地质, 1990, 10(3): 15-22.
- [6] 李凤业, 史玉兰. 渤海现代沉积的研[J]. 海洋科学, 1995, 2: 47-50.
- [7] 李建芬, 王宏, 夏威岚, 等. 渤海湾西岸 ^{210}Pb 、 ^{137}Cs 测年与现代沉积速率 [J]. 地质调查与研究, 2003, 26(2): 114-128.
- [8] 王宏, 姜义, 李建芬, 等. 渤海湾老狼坨子 ^{14}C 、 ^{210}Pb 、 ^{137}Cs 测年与现代沉积速率加速趋势 [J]. 地质通报, 2003, 22(9): 658-664.
- [9] Meng Wei, Lei Kun et al. Modern edimentation rates in the inter tidal zone on the west coast of the Bohai Gulf [J]. Acta Oceanologica Sinica, 2005, 24(3): 46-53.
- [10] 王福, 王宏, 李建芬, 等. 环渤海海岸带及海区 ^{210}Pb 、 ^{137}Cs 同位素测年的研究现状 [J]. 地质论评, 2006, 52 (2): 244-250.
- [11] 蔡爱智. 渤海湾贝壳堤成因初步研究 [J]. 海洋科学集刊, 1981, 18: 117-132.
- [12] 张庆河, 王崇贤, 杨华, 等. 黄骅港海域表层泥沙特征及其影响[J]. 中国港湾建设, 2004, 4: 14-17.
- [13] 李建芬, 王宏, 李凤林, 等. 渤海湾牡蛎礁平原中部兴坨剖面全新世地质环境变迁 [J]. 地质通报, 2004, 26(23): 169-176.
- [14] 阎玉忠, 王宏, 李凤林, 等. 渤海湾西岸晚更新世沉积的

- 差异性特征[J]. 第四纪研究, 2006, 26(3): 321-326.
- [15] 王兰化, 张士进. 地面沉降、海平面上升对天津市海岸带的影响[A]. 中国地质调查局编, 海岸带地质环境与城市发展论文集[C]. 北京: 中国大地出版社, 2005, 184-189.
- [16] 孙连称. 天津港水文泥沙问题研究综述 [J]. 海洋工程, 2003, 21(1): 78-86.
- [17] 杨树森. 天津港泥沙淤积规律及发展趋势 [J]. 港工技术, 2002, 3: 1-4.
- [18] 蒋睢耀, 章大初. 关于天津港泥沙回淤程度的评价[J]. 水道港口, 1999, 4: 10-14.
- [19] 蒋睢耀, 温令平, 冯学英等. 天津港回淤现状与回淤规律研究[J]. 水道港口, 2000, 1: 1-13.
- [20] 侯志强, 杨华. 黄骅港外航道骤淤分析 [J]. 水道港口, 2004, 25(4): 213-225.
- [21] 杨华, 侯志强. 黄骅港外航道泥沙淤积问题研究[J]. 水道港口, 2004, 25 增刊: 59-63.
- [22] 高进. 黄骅港外航道大风骤淤的机理及其整治 [J]. 科技导报, 200, 1.
- [23] 黄建维, 张金善. 我国河口挡潮闸闸下淤积综合治理技术[J]. 泥沙研究, 2004, 3: 46-53.
- [24] 李志强, 朱衍海, 王永献, 等. 海河口地区水行政与开发管理存在问题及对策[J]. 中国水利, 2003, 7A: 27-28.
- [25] 房秀芳. 海河口治理的必要性及其措施的探讨[J]. 海河水利, 2003, 4: 47-48.
- [26] 张相峰. 海河口淤积形态初步分析[J]. 泥沙研究, 1994, 4: 56-62.
- [27] 张相峰, 魏玉琴. 海河口演变特性分析 [J]. 海洋通报, 1995, 14(1): 37-45.
- [28] 于青松. 入海河口挡潮闸闸潮冲淤的探讨[J]. 河北水利水电, 2004, 3: 38-39.
- [29] 王建新, 于青松. 子牙新河水系河口淤积综合治理[J]. 河北水利水电, 2004, 3: 36-37.
- [30] 曹辉, 张力忠. 漳卫新河河口段冲淤变化及治理途径的探讨[J]. 水利水电工程, 1994, 1: 49-54.
- [31] 王宏, 商志文, 裴艳东, 等. 飓风的启示: 渤海湾西岸现状与趋势分析[J]. 地质论评, 2007, 53(1): 84-91.
- [32] 吴小根, 王爱军. 人类活动对苏北潮滩发育的影响[J]. 地理科学, 2005, 25(5): 614-620.
- [33] 刑焕政. 海河口岸线演变及泥沙来源分析[J]. 海河水利, 2003, 2: 28-30.
- [34] 恽才兴. 渤海湾典型岸段近岸过程研究 [J]. 中国工程科学, 2001, 3(3): 42-51.
- [35] 胡春宏, 吉祖稳, 王涛. 黄河口海洋动力特性与泥沙的输移扩散[J]. 泥沙研究, 1996, 4: 1-10.
- [36] 曹祖德, 杨树森, 杨华. 粉沙质海岸的定义及其泥沙运动特点[J]. 水运工程, 2003, 5: 1-4.
- [37] 徐利森. 渤海湾西岸细砂质滩涂冲淤特征及成因分析[J]. 港工技术, 1996, 2: 9-14.
- [38] 赵保仁, 庄国文, 曹德明. 渤海的环流、潮余流及其对沉积物分布的影响[J]. 海洋与湖沼, 1995, 26(5): 466-473.
- [39] 徐如彦, 赵保仁, 黄景洲等. 渤海的余流[J]. 海洋科学, 2006, 11: 47-52.

Modern Geological Action and Discussion of Influence Factors On the West Coast of Bohai Bay, China

LI Jian-fen^{1,2}, KANG Hui², WANG Hong², PEI Yan-dong²

(1. School of Marian Sciences, China University of Geosciences, Beijing, 100083, China;

2. Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, China Geological Survey, Tianjin, 300170, China)

Abstract: By the modern geological survey and data comprehensive analysis of silt muddy coastal zone, it is suggested that modern geological action, erosion and accumulation coexist on the west coast of Bohai Bay, China. At present, upper part of the intertidal zone is being accumulated, and meanwhile subtidal zone eroding, so intertidal zone is in the transitional period from aggrading to eroding. Based on further analysis of remote sense data and grain size data of sediment, the authors discuss the influence factors of modern geological action and the source of sediment that aggraded coastal zone at west coast of Bohai Bay: the mud and sand coming from subtidal zone and shallows are the dominating source that result in deposited in the upper intertidal flat. In the end, authors presented future development tendency of tidal flat on west coast of Bohai Bay, and insisted that not only prevent accumulation but also the erosion should be paid more attention to in the coastal development.

Key words: Bohai Bay; intertidal zone; sediment; erosion; accumulation