

# 锦州湾滩地动力地貌特征及其冲淤变化

符文侠 李光天 刘国贤

(国家海洋局海洋环境保护研究所)

**提 要:** 本文阐述了锦州湾滩地动力地貌特征, 海滩剖面形变, 潮滩微地貌类型与横向分带性; 并采用潮滩剖面重复水准测量、新老海图对比和 $^{210}\text{Pb}$  沉积速率测定等方法着重讨论了潮间浅滩和水下浅滩的冲淤变化。新老海图对比值为 4—6mm/a,  $^{210}\text{Pb}$  沉积速率测定为 1—5mm/a, 湾内泥沙输沙量估算为 2—4mm/a, 三个量值基本接近。

**主题词:** 锦州湾 滩地 动力地貌 冲淤变化

**分 类:** (中图法) P737 (科图法) 57.1513

锦州湾是辽东湾西岸一个半封闭的浅水海湾, 湾口朝向东南(图 1)。湾口水深达 5m 以上, 平均水深 3.5m<sup>[1]</sup>。从 1982 年至 1991 年在该区先后进行了辽宁省海岸带与海涂资料综合调查、锦州湾大笔架山港可行性研究调查、锦州湾疏浚物倾倒区选划、《中国海湾志》的辽东湾部分调查和辽河油田浅海开发区环境调查等多项调查研究工作, 在获得大量资料的基础上, 对锦州湾滩地动力地貌特征, 海滩剖面变化, 潮滩微地貌类型与横向分带性进行了研究。并通过潮滩剖面重复水准测量, 新老海图对比和 $^{210}\text{Pb}$  沉积速率测定等方法着重探讨了潮间浅滩和水下浅滩的冲淤变化。

## 1 海滩剖面特征及其变化

锦州湾滩地按其动力状况可划分为受波浪建造的海滩与潮流支配的淤泥质潮滩的二种类型滨岸堆积体。其中, 海滩是波浪破碎带内由碎屑物组成的“易变体”。如以水边线为界, 其海滩形态可划分为水边线以上的高海滩及其以下的低海滩两个单元。

在该区海滩仅分布在老河口至大笔架山天桥东西 5km 长的范围内(图 1)。高海滩宽 20—25m, 高出低海滩 2.0—2.5m, 为单斜坡背迭式海滩, 坡度为 6°—8°, 呈凹形坡向海缓倾。组

成物质明显地分为三个带,低海滩向上至 2.5m 为砂砾石,砾石大小为  $3.0 \times 1.7 \times 2.0\text{cm}$ ,  $2.5 \times 2.5 \times 2.1\text{cm}$ ,  $2.0 \times 1.2 \times 1.4\text{cm}$ ,磨园较好。2.5—8.5m 内为中细砂,8.5m 往上为中粗砂夹砾石,含少量贝壳屑。

低海滩系高海滩前缘至海图零米等深线之间的砂质堆积体。宽度为 500—800m,滩面平坦,坡度为  $2^\circ-3^\circ$ ,低潮时干出。由于受波浪向岸边的能量传输的差异影响,导致海滩横向物质组成的明显分异。低潮水边线至中潮滩一带在一般风浪作用下,多以 0.125—0.25mm, 0.25—0.5mm ( $0-3\phi$ ) 的细砂、中砂为主。中细砂的成份主要为石英、长石、金云母和暗色矿物,并含有贝壳屑。至高海滩的向海坡,多为中砂或粗砂,偶含砾;海滩顶部或向陆坡,则以暴风浪作用下的粗砂或砾石为主。在滩面上普遍发育波痕,高 1.0—1.5cm,长 5—10cm,两坡较对称。在中潮滩带下部和低潮滩带上部为贝类养殖区。

海滩在波浪横向作用下发生剖面形变,其过程大体是:强浪天气下,高海滩遭受破坏而后退,物质下滑到低海滩堆积;当正常天气时,被下移的物质重又返回高海滩处堆积。这种剖面形变直接控制泥沙的上下移动,其中粗粒砂质类只限于低潮线以上的 2km 范围内运动,而不会作长距离搬运;而粉砂以下的细粒物质可能随退潮流进入低潮线以远的海域。为查明海滩冲淤变化趋势,在上述海滩地区布设 I 和 II 两个海陆同步测量剖面。对 1986 年 6、7、9 月的三个测次资料,以 6 月份资料绘成海滩初始剖面,与 7、9 月二次测量结果对比计算(图 2):

(1) 海滩 I 剖面,在海图零米线以上向岸 1200m 内的低潮部位,经 7 月份的强浪期,由高海滩被波浪侵蚀下移到低海滩的物质,导致该处的普遍堆积,即 7 月份低海滩较 6 月份平均堆积 7.4mm (表 1)。

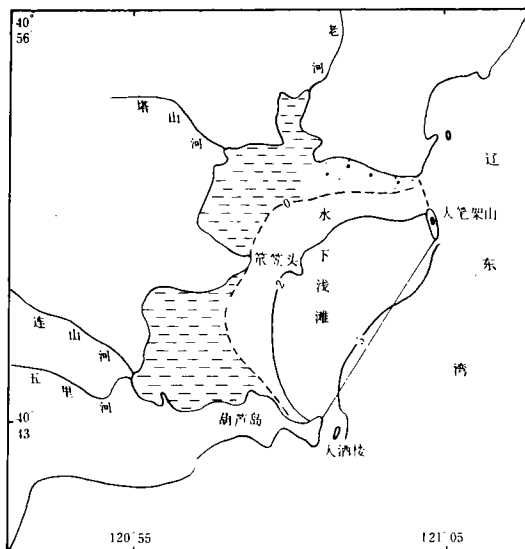


图 1 锦州湾位置图

The location of Jinzhou Bay

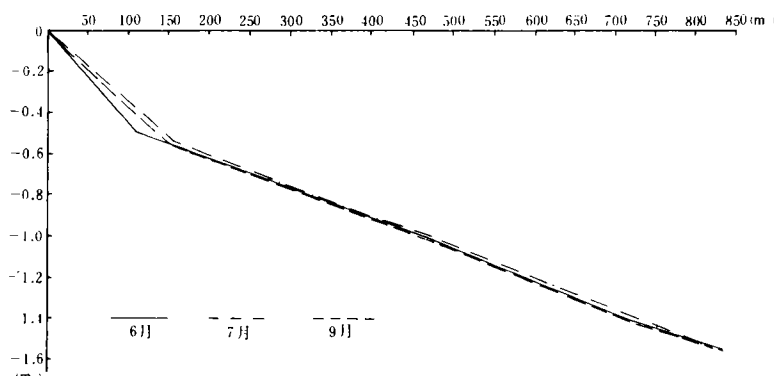


图 2 海滩 I 剖面水准测量曲线

The curve of level surveying in I profile

表 1 海滩 I 剖面、II 剖面冲淤值  
The cut-and-fill values of I, II profiles

I 剖面			II 剖面		
时 间	低海滩	水下浅滩	时 间	低海滩	水下浅滩
7—6 月	+7.4mm	-2.1mm	7—6 月	-8.4mm	-4.1mm
9—6 月	-7.6mm	+4.5mm	9—6 月	-3.2mm	+0.4mm

至 9 月份海况转入正常时期以后,低海滩物质又向高海滩处堆积。因此,9 月份低海滩较 6 月份平均冲刷 7.6mm (表 1)。上述不同季节波浪强弱导致高低海滩互为接近的冲淤量值,说明海滩剖面形变或循环引起的物质质量变化较为平衡。

水下浅滩的重复测深资料也证实了上述认识。在海图零米至 -5m 的水下浅滩内(表 1),测深期间未见较大幅度的骤冲或骤淤现象 (图 3),进而表明 I 剖面的水下浅滩基本属于稳定状态。

(2) 海滩 II 剖面,从零米线向岸 1000m 的海滩普遍冲刷,9 月份较 6 月份冲刷值为 11.6mm。水下浅滩测深表明,7 月份较 6 月份平均冲刷 4.1mm (表 1),9 月份较 6 月份平均淤积 0.40mm。可见,水下浅滩部位的冲淤变化仍属稳定状态。

2 潮滩微地貌及其横向分带性

潮间浅滩又称潮滩或潮坪,其主要部分是由潮汐韵律支配的潮间带组成,具体指大潮平均高潮位与最低低潮位之间的滨岸堆积体。因此,它具有海洋与陆地的地貌、生物和物理学等方面的共同特征<sup>[2]</sup>。在地貌调查、制图与分类研究中,一般将其作为最低级地貌类型看待。但要揭示岸滩剖面的发育规律,满足海岸带开发和海岸工程建设的需要,必须进行深入详细的调查研究<sup>[3]</sup>。

锦州湾潮滩是辽东湾淤泥质海岸的重要组成部分,分布在老河口以西经筌笠头子至葫芦岛地区,潮滩面积约为 62km<sup>2</sup>。为了解潮滩的基本特征,沿海岸每隔 10km 左右,设一个观测剖面,分不同季节观测 2 次。现将在小凌河西侧、下朱家口、老河口西侧、贞武山、五里河东侧等 8 个剖面的观测结果归纳如下:

该湾潮间浅滩宽度为 2500—3000m 左右,五里河口最宽达 4000m。滩面坡度小于 1×10<sup>-3</sup>,由泥质砂或砂质泥组成。

2.1 潮滩主要微地貌形态及其特征

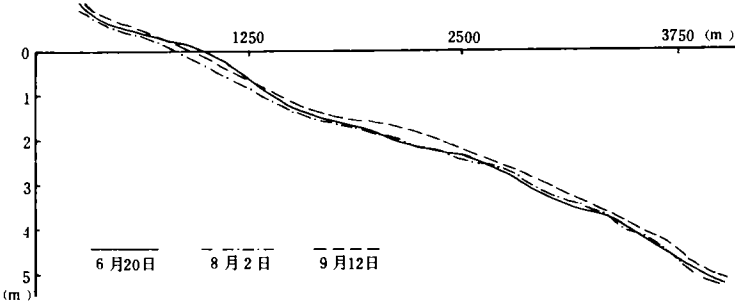


图 3 海滩 I 剖面水下浅滩测深图  
The bathymetry of underwater shallow zone in I profile

潮滩的发育主要受控于物质补给的多少和潮差之大小。该湾年平均潮差为 2.06m, 最大潮差为 4.0m。据计算锦州湾每年河流输入和外海进入的泥沙总量约为 33 万吨<sup>1)</sup>。由此可见, 锦州湾的潮动力较弱, 物质补给亦有限, 再加上该湾范围小, 因而微地貌形态发育不如辽东湾其他地区典型。主要微地貌形态有:

(1) 潮沟又称潮水沟 主要分布在小凌河、五里河和老河口潮滩的中潮滩或低潮滩带。多为天然潮沟, 蜿蜒曲折, 分叉呈枝状。有明显的凹凸侧之分, 凸侧缓, 人行下陷深度达 20—40cm, 由泥质粉砂和粉砂质泥组成。按其形态可分主沟和支沟。主沟一般长 400—500m, 宽 1—2m, 深 0.5—1.0m。支沟长 30—50m, 宽 0.5—1.0m, 深 0.2—0.5m。由于锦州湾潮滩坡度偏大, 故支沟汇入主沟以及主沟汇入河床多为直角相交。其树枝状的潮沟平面系统, 据 Pestrong 的研究<sup>2)</sup>, 应属三级分汊系统, 表明锦州湾潮沟不如我国江苏、浙江一带潮滩的潮沟发育规模大, 更不如荷兰的沃登和英国瓦斯的潮滩发育的潮沟。

(2) 波痕 潮滩波痕是波浪和潮流作用于非粘性底质表面形成的一种微地貌形态。发育较普遍, 但规模较小。一般波长 5—10cm, 高 0.5—1.0cm, 两坡较对称, 方向多为东南或偏南向。在五里河低潮滩(距岸 2500m 以远)波痕发育较典型, 由细砂组成, 波长 10—15cm, 高 2—3cm, 顶部平缓, 方向西南。多呈长垅状平行排列, 大多发育在中、低潮滩内。

(3) 滩鳞和坑洼 是由潮流和破碎波浪冲刷而成的鳞片状微地形——滩鳞, 以及与其相间分布的坑洼或冲蚀坑<sup>3)</sup>。主要分布在小凌河西侧剖面的中潮滩, 长 2—4m, 宽 1—2m, 高 0.05—0.10m。具有潮滩分带的指示性地貌特征。

(4) 沙斑 见于在五里河剖面距岸 1000—1200m 的范围内, 呈垄状彼此平行分布, 高出周围滩面 5—10cm, 具有硬盖, 人行不下陷; 其间的洼处有少量积水。

## 2.2 潮滩的横向分带及其特征

由于在潮滩各带水流结构的差异, 形成潮滩底质类型、微地貌形态与生物组合不同的横向分带性<sup>4)</sup>。据此将潮间浅滩自陆向海依次划分为高潮滩带、中潮滩带和低潮滩带, 即属一级的潮滩地貌类型。在潮滩以上向陆侧及以下向海侧分别为潮上带和潮下带, 与高、中、低潮滩带共同构成了淤泥质海岸剖面的五个潮滩亚带。自陆向海分述如下:

(1) 潮上带 潮上带位于平均大潮高潮位以上, 仅在风暴潮期间才能被海水淹没, 高程相当于 1.5—2.5m。随着养殖业的兴起, 大部分地区已被围于堤坝之内, 成为养殖区。现在尚存的潮上带, 其范围很有限。此带滩面平坦, 主要由粘土质粉砂或粉砂质粘土组成。由于滩面含水量低, 基本处于干燥状态, 有龟裂纹、潮沟和洞穴等微地形发育。滩面一般人行不下陷。有众多的宽身大眼蟹在潮滩上活动和繁衍, 滩面多呈光秃, 局部地区有大片的碱蓬和芦苇生长。

(2) 高潮滩带 高潮滩带与潮上带逐渐过渡, 宽度为 800—1500m, 滩面平坦, 坡度为 1‰。该带上部长有高 10 至 20cm 的大片碱蓬。生物洞穴很多, 在 0.5m<sup>2</sup> 内约有 19—33 个气孔和洞穴, 宽身大眼蟹是该带典型的动物标志, 在 0.5m<sup>2</sup> 内多达 24 个。此外, 还有少量关公

1) 国家海洋局海洋环境保护研究所·锦州大笔架山港 1986 年洪水期地貌·工程泥沙研究成果报告, 1986, 10.

2) 南京大学地理系·海岸与海滩·地理科技资料, 1983, (25) .

蟹生长。组成物质较细，主要为粘土质粉砂或砂——粉砂——粘土。人行下陷 5—10cm。其中五里河高潮滩为粉砂质粘土和粘土，挖坑探明，在 1.0m 深度内变化不大，均为粘土或亚粘土。水动力因素以潮流为主。由潮下带进入潮滩的潮流，经沿途的磨损抵达高潮带时，流速大减，挟沙能力也随之降低。波浪对泥沙的掀动作用很弱，水深甚小，具有良好的沉积环境。滩面重复水准测量和访问所得的资料均表明，高潮滩带在淤积增高，平均每年淤积厚度为 1.7cm。因此，高潮滩带主要为淤积滩面，局部为平衡滩面。

(3) 中潮滩带 该带是高潮滩和低潮滩的过渡带，其宽度为 500—1000m。坡度小于 1‰，滩面凹凸不平，分布着规模不等的滩鳞、坑洼，有少量与岸平行的冲蚀带。此外，还有砂斑、潮沟和不规则的波痕。其中，滩鳞与坑洼是该带的指示性地貌形态。该带植物单一，仅在五里河东剖面距岸 2100m 处开始出现一堆一堆的海韭菜（俗称海草），高 20—40cm。此带下部多为贝类养殖区，主要品种有兰蛤、四角蛤蜊、砂蚤和少量关公蟹等。组成物质为泥、砂混合物，即泥质砂和砂质泥，有的地段人行下陷 5cm 左右。该带水动力以潮流与波浪作用为主，冲蚀性微地貌表明，中潮滩以冲蚀滩面为主，尤其在中潮滩的上部冲蚀明显。

(4) 低潮滩带 该带宽 1000—1500m，坡度稍长，大于 1‰。组成物质较粗，主要由细砂和粉砂组成，除局部地区外，一般人行不下陷。广阔的平滩育有较典型的波痕，高 2—3cm，长 10—15cm。脊平直或微弯，两坡较对称，分布规则，有良好的延续性。波痕是低潮滩带的典型微地貌特征。低潮滩带主要为淤积滩面或平衡滩面。

(5) 潮下带 位于低潮滩带以下，向海至波浪破碎带的水下岸坡范围。以泥沙活动为其主要特征，组成物质主要为泥质粉砂或粉砂质泥。据<sup>210</sup>Pb 测定数据表明，潮下带滩面淤积速度为 0.1—0.5cm/a。

### 3 潮间浅滩及水下浅滩的冲淤变化

为定量给出潮滩及水下浅滩冲淤变化的量值，进行了潮滩剖面重复水准测量、新老海图地形对比和<sup>210</sup>Pb 沉积速率测定。

#### 3.1 潮滩剖面重复水准测量

在五里河口、老河口潮滩共设 3 个剖面，按不同季节进行水准测量。

##### 3.1.1 五里河口潮滩剖面

1986 年 6、7、9 月三个测次，闭合差按  $20\text{mm} \sqrt{R}$  精度要求。按垂直海岸（五里河 I，纵向）和横切河流（五里河 II，横向）二种类型布设。以 6 月份资料绘成滩地初始剖面，与 7、9 月二次测量结果对比计算（图 4，水平比例尺 1:8000，垂直 1:20）。

(1) 6 月份与 7 月资料对比，五里河口 I 剖面普遍以堆积为主，在距岸 2500m 内（全剖面长 3100m），平均淤积厚度 25.4mm，淤积强度随距岸距离的加大而增加。其中距岸（临时埋桩）1000m 内，平均淤厚 20mm，1000m 以外为 20—40mm。最大淤积厚度位于距离 2200m 处，其值为 60—80mm。

五里河口 II 剖面则以冲刷为主，平均刷深 35mm，最大刷深位于滩地河槽中心，其值为 150—200mm。

(2) 6 月份与 9 月资料对比: 五里河口 I 剖面仍以堆积为主, 但因河流物质减少, 其平均淤积厚度下降为 11.6mm。淤积强度的总趋势与 7 月份资料相近, 即远离岸边强度偏大。

五里河口 II 剖面仍有冲刷, 但强度减弱, 河槽中心最大刷深为 150mm。

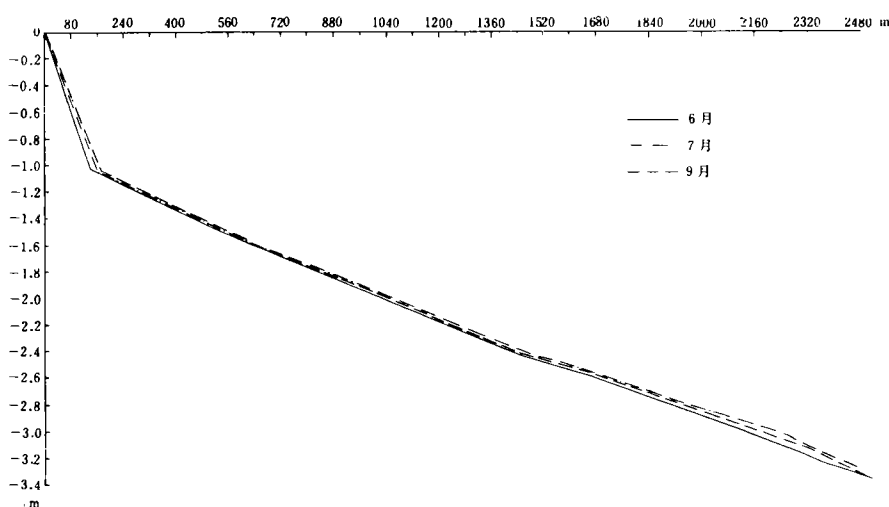


图 4 五里河 I (纵剖面) 剖面重复水准测量剖面  
The repeated level surveying profile I (longitudinal profile) in Wulihe river

归纳上述情况可知, 除洪水季节河槽中心及其两侧侵蚀冲刷外, 大部分潮滩以堆积为主。其强度与河流物质的数量有关, 沿岸河流物质年入海总量的 55% 是在洪水季节进入海湾的, 因此, 洪水季节的淤积厚度明显偏高, 中、低潮滩淤积厚度也偏大。

### 3.1.2 老河口潮滩剖面

老河是锦州湾内的较大河流, 其不同季节的河口过程直接影响潮滩物质的变化。老河口

I 剖面 (全长 4900m) 为垂岸顺河方向布设。洪水期河水溢槽, 借落潮流势而加大流速, 河道两侧滩地侵蚀强烈。故滩地 6 月份的地形初始剖面与 7、9 月份资料对比, 普遍出现冲刷现象 (图 5, 水平比例

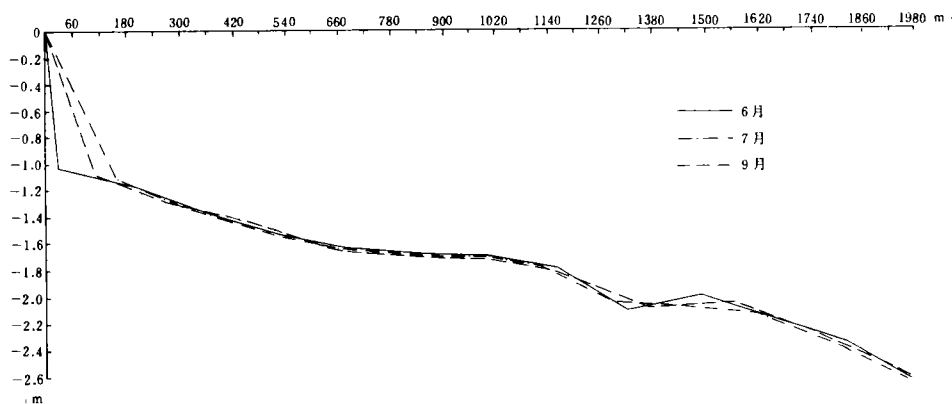


图 5 老河 I (纵剖面) 剖面重复水准测量剖面  
The repeated level surveying profile I (longitudinal profile) in Laohe river

尺 1:6000, 垂直 1:20)。计算结果表明, 7 月份较 6 月份平均冲刷 16mm; 9 月份较 6 月份刷深明显变小, 为 3.4mm, 表明洪水期过后的 9 月份, 随着河流流量减少和侵蚀变弱, 堆积又重新发生。9 月份比 7 月份实际淤厚 12.6mm。潮滩的这种冲淤变化过程符合有河道贯入的

附近滩地存在洪水期侵蚀，非洪水期堆积的发育机制。但就整个老河口滩地而言，其总趋势常年仍以堆积为主。

3.2 新老海图地形对比

为验证锦州湾淤积状况，在我国1960年版军用海图与1938年日伪版海图上，从在笔架山附近与锦州湾航道部位共选取10个剖面进行地形对比，其结果(图6)表明，大笔架山西侧和北部呈淤积趋势，偏南的航道区呈微冲趋势。在南部水深大于6m的深海区为微淤区，淤积速度约为0.9cm/a。据10个剖面统计计算结果，该区年平均值显示为淤积趋势，其值为4—6mm/a。

3.3 <sup>210</sup>Pb年代学沉积速率测定

为了精确地定量给出潮滩与水下浅滩现代沉积速度，在锦州湾及其附近海区从1985年先后取7柱样品进行<sup>210</sup>Pb测定，其结果见表2。由表2可见，潮滩地区淤积量大于浅海区，辽东湾东部和辽东地区亦是如此。从图7可见，<sup>210</sup>Pb(过剩)值随深度而衰减的规律十分明显，其相关系数为-0.87，测得沉积速率为2.9cm/a；取天然容重为1.95g/cm<sup>3</sup>，含水量为40%，则沉积通量为404×10<sup>-2</sup>g/cm<sup>2</sup>·a。

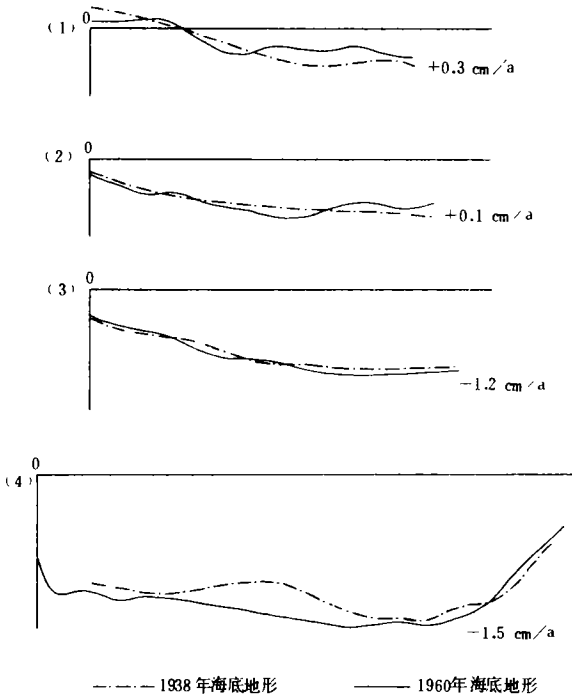


图6 大笔架山港附近新老海图地形断面对比  
The landform profile comparision of old and new charts in around Dabijiashan port  
注：纵座标为海图水深；横座标为剖面距离(m)。

表2 <sup>210</sup>Pb沉积速率测定值  
The determination value of sedimentation rate by 210pb methods

站 位	分 布 地 点	分析时间	样品部位	岩 性	沉积速度 (cm/a)	沉积通量 (g/cm <sup>2</sup> ·a)
S <sub>1</sub>	锦州湾北部	1985	浅海	泥质粉砂	0.10	17×10 <sup>-2</sup>
S <sub>3</sub>	锦州湾中部	1985	浅海	泥质粉砂	0.33	46.3×10 <sup>-2</sup>
S <sub>6</sub>	锦州湾南部	1985	浅海	粉砂质泥	0.14	22×10 <sup>-2</sup>
19	锦州湾航道东	1986	浅海	泥质粉砂	0.31	38×10 <sup>-2</sup>
I	小凌河东小庄子	1988	潮滩	亚粘土	2.9	404×10 <sup>-2</sup>
1	锦州湾外西南	1991	浅海	粉砂质泥	0.32	31×10 <sup>-2</sup>
6	锦州湾外西南	1991	浅海	粉砂质泥	0.50	49×10 <sup>-2</sup>

综上所述,对锦州湾滩地动力地貌特征及其冲淤变化有如下的初步认识:

(一) 锦州湾滩地可划分为受潮流支配的淤泥质潮滩和波浪建造的海滩二种类型的滨岸堆积体。在洪水期河流补给和强浪期作用下,滩地的变化趋势是:

(1) 该湾潮滩以稳定的弱堆积为主,其强度在洪水季节明显增高,潮滩的中、低潮位也偏大。整个潮滩受风浪、水流的侵蚀冲刷甚微,物质再搬运强度较小。在有河流注入的潮滩地河道西侧,洪水季节则以冲刷为主,泥沙可顺河槽下移至水下浅滩。在洪水期潮滩地平均淤厚 11—25mm,潮滩地河道两侧则遭受冲刷,平均刷深 16—35mm,河槽中心的刷深更大。

(2) 老河口至大笔架山天桥一带的海滩,在波浪作用下的剖面形变(或海滩循环),直接支配海滩砂的上下推移。强浪期高海滩物质下移,造成低海滩的堆积;平浪期则相反,下移的物质又返向高海滩附近。整个推移范围主要集中在潮间带内。

(二) 由海滩向下延伸的 0—5m 深的水下浅滩,在测深期内未出现明显骤淤或骤冲现象,整个海底基本属于稳定状态。

(三) 新老海图地形对比显示淤积趋势,其值为 4—6mm/a;通过 7 柱样品  $^{210}\text{Pb}$  测定,沉积速度为 1—5mm/a 和泥沙估算为 2—4mm/a<sup>1)</sup>,三个量值基本接近。

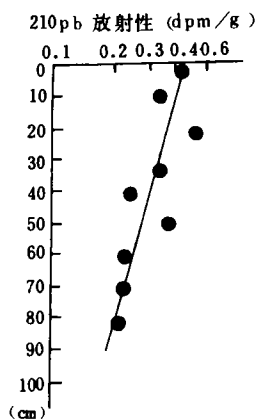


图 7 I 号站位  $^{210}\text{Pb}$  总随深度衰减图

The  $^{210}\text{Pb}$  total decay curve with depth in I station

## 参 考 文 献

- [1] 苗丰民等. 锦州湾及其河口区的悬浮颗粒物. 海洋学报, 1990, 12 (5): 610—619.
- [2] 李光天, 符文侠等. 辽东潮间浅滩的综合特征. 地理学报, 1986, 41 (3): 262—272.
- [3] 李培英, 吴世迎等. 黄河港地区潮滩地貌及其蚀淤变化. 海洋学报, 1992, 14 (3): 74—84.
- [4] 符文侠, 李光天等. 辽东湾潮滩及滨下动力地貌特征. 海洋学报, 1993, 15 (1): 71—83.

1) 国家海洋局海洋环保所. 锦州大笔架山港可行性研究阶段: 泥沙研究. 地貌调查. 海流观测成果报告, 1985, 6.



## THE HYDRAULIC GEOMORPHOLOGICAL FEATURE AND THE CHANGE OF BEACH FACE IN JINZHOU BAY

Fu Wenxia

Li Guangtian

Liu Guoxian

(Institute of Marine Environmental Protection)

**Subject terms:** Jinzhou Bay, Beach face, Hydraulic geomorphology

### Abstract

Through several year field investigation and data analysis in laboratory in the area of the Jinzhou Bay, this paper described the hydraulic geomorphological feature of the beach face, the changes of beach profiles, the micromorphology and zoning, and then discussed the change of tidal flat zone and underwater shallow zone by the methods of the repeated, survey the comparison between old and new charts and the determination of sedimentation rate.

The tidal flat of the bay is dominated by silt accumulation, and the accumulation is more intensive flood period which is about 11-25 mm. The two sides of the river are mainly dominated by erosion in flood period and the mean erosion depth is 16-35 mm, and even deeper in the center of the river. The shallow zone which is 0-5m under water is not affected by abrupt erosion accumulation, and belongs to a stable part.

The accumulation estimated is 6 mm/a by the comparison between old and new charts. The sedimentation rate is 1-5 mm/a by the determination of 210pb of the 7 core samples and 2-4 mm/a by silt calculation. The three methods show almost the same results.