

# 山东荣成成山角至石岛海岸 地貌和沉积特征\*

李从先 陈刚

(同济大学海洋地质研究所, 上海)

高曼娜 庄振业

(山东海洋学院, 青岛)

**摘要** 山东东部成山角至石岛海岸属基岩岬湾岸, 进一步可分为侵蚀岸, 侵蚀堆积岸, 湾内初期夷平岸及连岛砂坝岸等4种类型。本区砂坝-泻湖体系发育良好, 泻湖有海湾-泻湖, 半封闭泻湖和封闭泻湖等。海岸砂坝粒度和重矿物组合受制于基岩, 如南段正长岩分布区, 砂体主要由中砂构成, 重矿物中锆石, 钛铁矿占优势。钻孔资料揭示了海湾、泻湖、砂坝以及各类泻湖沉积的垂直层序, 反映了海湾封闭而成泻湖的沉积过程, 以及泻湖消亡的历史。

成山角至石岛海岸在胶东半岛具有一定的代表性。分析这段海岸的地貌和沉积有助于了解山东沿岸的基本情况。本文根据1979年以来的实地调查资料, 初步讨论了该海岸的地貌和沉积特征。

## 一、地质基础

研究区位于胶东半岛新华夏隆起带, 自震旦纪以来除少数断陷盆地外, 长期持续上升, 不断受到剥蚀。沿岸地带广泛分布太古界胶东群黑云母闪长片麻岩、角闪石黑云母斜长片麻岩、磁铁闪长岩、石英岩等。中生代岩浆大规模侵入, 主要为中粗粒黑云母花岗岩, 已出露地表, 分布于成山角和石岛地区。仅在白龙河断陷盆地内分布着中生代青山组火山碎屑岩。沿岸地带、山间盆地及河流两岸广泛分布第四纪沉积。本区构造线的走向主要是NE, NNE, NW等。断裂和岩性控制了本区海岸的基本轮廓、岬湾的分布以及沉积物的特征。

## 二、海岸地貌

成山角至石岛属受构造线走向控制的岬湾海岸, 岸线曲折, 海蚀地貌比较发育。沿岸入海河流多为小型溪流, 输送的泥沙有限, 因此无大量泥沙长距离的沿岸运动。本区缺乏发育良好的堆积夷平岸段, 在较大的基岩岛屿之后通常形成连岛砂坝。本区海岸可划分为不同类型(图1)。

\* 参加这一研究工作的有余华兴、王国英、李树森、左柯庆、吕厚远、唐国良、唐信等同志。赵泉鸿同志参加了野外调查和承担全部微体古生物的分析鉴定工作。何福英、王秀雅同志清绘插图, 谨致谢意。

收稿日期: 1983年7月4日。

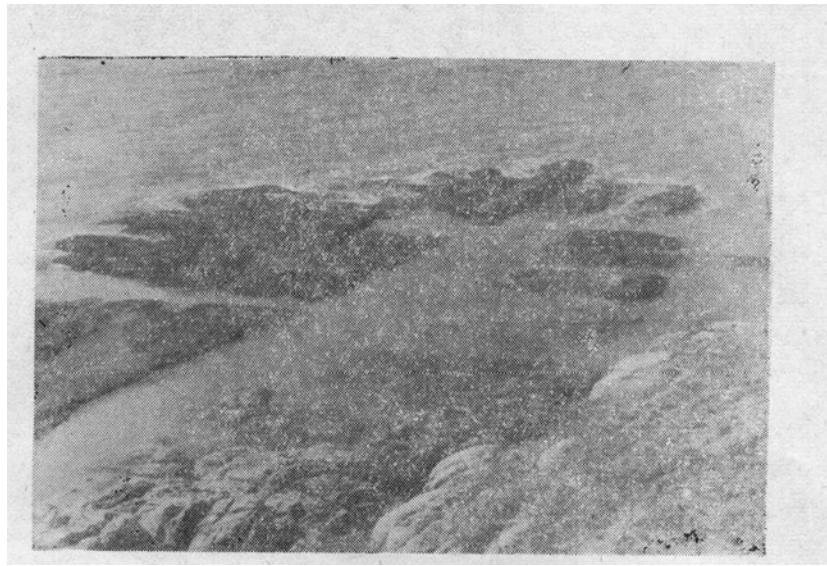


图 2b 山东荣成海蚀平台

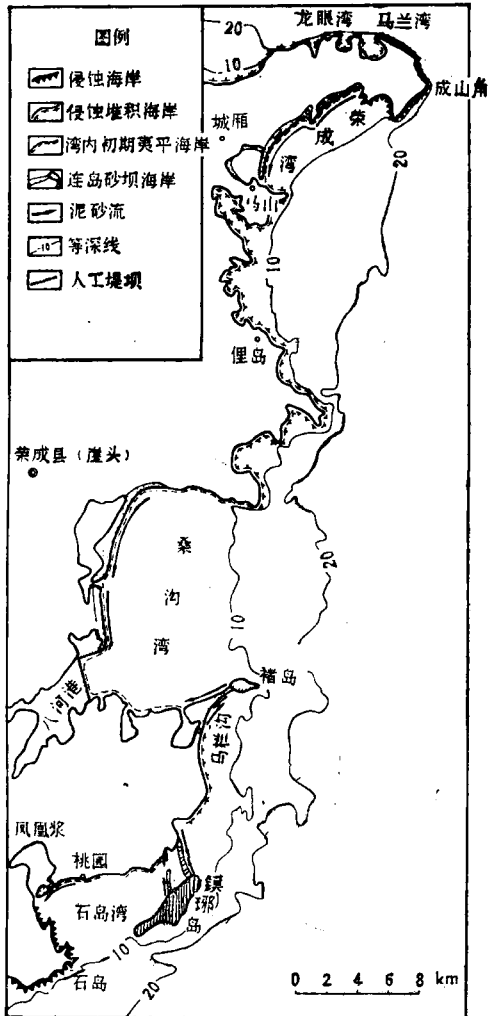


图 1 荣成沿海岸岸类型图



图 2a 山东荣成成山角海蚀崖

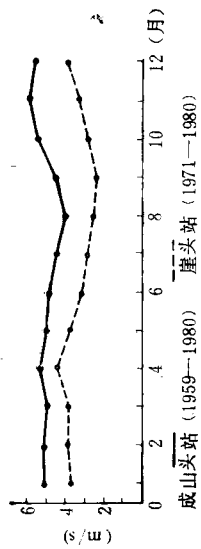


图3 成山角站和崖头站月平均风速对比  
(据当地气象站编绘)

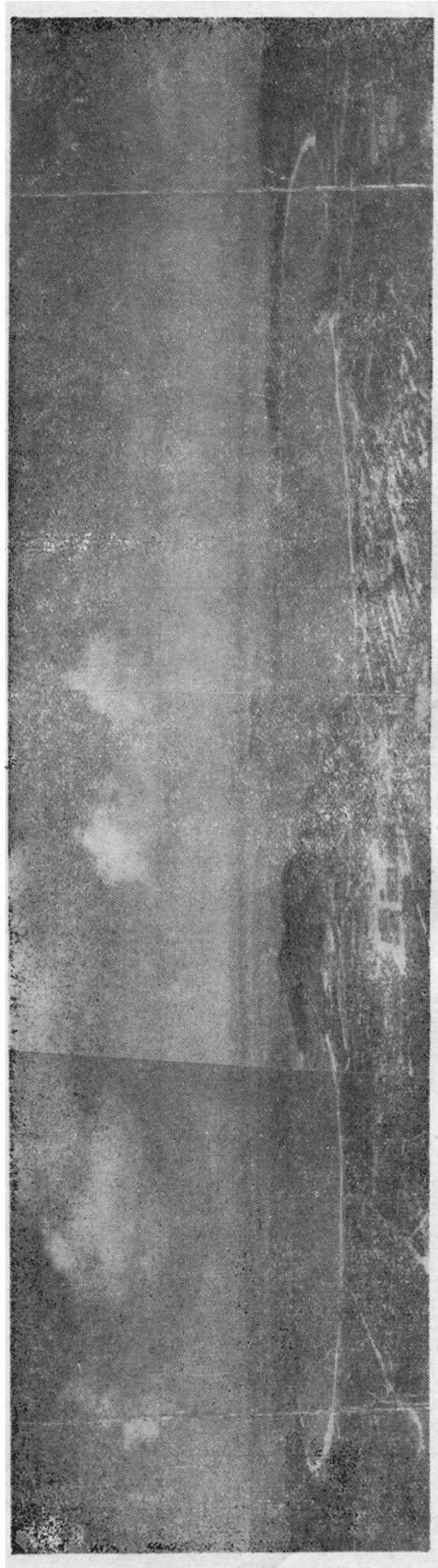


图4 山东荣成龙眼湾和乌兰湾侵蚀堆积海岸

**1. 侵蚀海岸** 侵蚀海岸主要发育在岬角处, 如成山角和石岛一带。侵蚀强度成山角居首, 海蚀崖高达 20—30m, 且有巨大的海蚀柱。波浪的差异侵蚀使岩脉突出于岩壁, 构造破碎带成为小海湾。海蚀平台宽 20—30m, 其上纵横交错的沟槽是裂隙被侵蚀所致(图 2), 岬角受到侵蚀, 湾内无沉积物。这种强烈的侵蚀现象的原因, 首先是沿岸陡, 10m 等深线直逼海岸, 侵蚀物直落崖下海底, 波浪无力再搬运; 其次, 成山角南、东、北三面的风浪皆可冲击海岸; 风速较大(图 3); 第三, 海湾宽缓, 风浪时仍然受到侵蚀, 石岛仅受南向波浪作用, 故海岸侵蚀强度逊于成山角, 小海湾内发育有袋状海滩。

**2. 侵蚀堆积海岸** 海岸坡度较陡, 10m 等深线离岸 1—3km, 岬角的侵蚀物在海湾堆积成袋状海滩, 相邻的海湾之间基本上没有泥沙交换。这类海岸主要分布于马山和寻山之间的岸段及北部的龙眼湾和木兰湾(图 4)。

**3. 湾内初期夷平岸** 这种海岸由外湾和众多的内湾构成。目前, 内湾多被砂体封闭或半封闭成为泻湖。砂坝的沉积物主要来自相邻的侵蚀岸段, 岬角侵蚀后退和砂体堆积前展使海岸趋于平直。这类海岸主要分布于北部的荣成湾、中部的桑沟湾和南部的石岛湾。有的湾内(如八河港)虽未被砂坝封闭, 但却为人工堤坝拦截。砂坝长 2—8km, 宽 200—500m, 高出平均海平面 2—5m, 其向海坡度北部为 8—10°, 南部为 4—6°, 坝后泻湖面积约为 2—15km<sup>2</sup> 不等。

**4. 连岛砂坝海岸** 本区的镆铳岛和褚岛两个巨大的连岛砂坝, 很大程度上影响海岸的地貌和沉积, 宜划为单独的海岸类型。镆铳岛后有东、西两条砂坝。东侧砂坝长 2km, 宽 200—400m, 上部覆盖风砂沉积, 高 5m, 自陆地和岛屿两侧相对而生, 目前二者交错, 仅有狭窄的潮流通道相隔; 西侧砂坝规模较小, 宽约百余米至数十米, 断续分布。东、西两砂坝相距 1—1.5km, 中间为泻湖。褚岛连岛砂坝长 3.6km, 近岸较宽, 向海变窄, 成为独支, 与基岩岛屿相连, 岛屿附近最狭处不足 100m。连岛砂坝的发育使海岸轮廓变得复杂化。

### 三、沉积特征

海岸沉积在湾内初期夷平岸段及连岛砂坝地区发育较好, 其特征受区域岩性和水动力强弱的制约, 可分为海湾或近岸浅海、砂坝、泻湖三个主要沉积单元。

**1. 海湾** 海湾近岸沉积物向海逐渐变细, 泥质之外, 再度出现粗粒的砂质。前者属现代海岸剖面泥沙的正常分布, 后者可能与残留沉积有关。以桑沟湾为例, 近岸为黄色砂层和砂砾层, 向海渐变为淤泥质沙和沙质淤泥(表 1)。离岸 1—3km, 出现灰黄色砂质沉积, 角闪石占重矿物的 63%, 其他有绿帘石、磁铁矿、磷灰石、萤石等。海湾沉积物中

表 1 桑沟湾近岸粒度分布

离岸距离 (km)	水深 (m)	平均粒径 ( $\phi$ )	标准偏差 ( $\sigma$ )	样品数 (个)
0.01	0.50	0.70	1.40	2
0.50	4.60	4.03	1.42	3
1.50	6.05	6.64	2.45	3
3.00	6.80	6.11	2.02	3

含有毕克卷转虫 (*Ammonia beccarii*)、冷水面颊虫 (*Bucella frigida*)、亚易变筛九字虫 (*Cribronio subincertum*)、缝裂希望虫 (*Elphidium magellanicum*) 等。介形虫以宽卵中华丽花介 (*Sinocytheridea lasiovata*)、东台新单角介 (*Neomonoceratina dongtaiensis*) 为主。微体生物埋葬群与其他环境明显不同。

**2. 砂坝** 砂坝沉积物为黄褐色粗砂砾石、中粗沙、中细沙、含砾石和贝壳碎片,砾石多为次圆状。砂坝沉积物的粒度与母岩的关系甚为密切。荣成湾一带基岩为中粗粒黑云母花岗岩,海滩以粗沙细砾为主,平均粒径为  $0.54\phi$ ; 桑沟湾周围以变质岩为主,沉积物为中粗沙,平均粒径为  $0.27\phi$ ; 石岛湾以正长岩为主,砂坝沉积物主要为含砾中沙,平均粒径为  $1.85\phi$ 。海滩坡度分别为  $9-14^\circ$ ,  $10-12^\circ$ ,  $6-10^\circ$ 。在粒度相同的情况下,坡度取决于风浪强弱,大风浪时显著减小。如 1981 年 8 月第 14 号台风过后,上述三个海湾内海滩坡度分别变为  $8^\circ$ ,  $6^\circ$ ,  $3.5^\circ$ 。海滩沉积物的重矿物组合亦与母岩性质有关,成山角沿岸海滩以绿帘石、石榴石为主,桑沟湾海滩角闪石占大多数,南部的桃园砂坝主要为磁铁矿、钛铁矿、锆石(表 2)。砂坝沉积物中重矿物的种类与相邻的泻湖和海湾相似,说明物源相同,但含量大大增高,反映出水动力强弱的明显差异(表 3)。

表 2 不同岸段砂坝重矿物的含量 (%)

地 区	角闪石	绿帘石	石榴石	磁铁矿	钛铁矿	锆石	榍石	透闪石	电气石	白钛石	褐铁矿	十字石	蓝晶石	磷灰石	莹石	金红石	硅灰石
荣成湾	19.8	27.8			7.4		10.4	4.9	2.1		7.2	1.1					
桑沟湾	63.0	8.5	7.0	5.5			7.0	3.0					1.0	1.0	1.0		
石岛湾	7.0	7.2	17.8	13.4	20.0	13.2	6.8		2.8	3.8			0.8			3.4	3.4

表 3 不同环境重矿物含量 (%)

含 量 地 区	环 境		
	泻 湖	砂 坝	海 湾
石岛湾	1.89	16.7	1.13
桑沟湾	—	7.05	3.49

砂坝沉积的重要特征是普遍发育层理。根据数条长 20—80m、深 2—3m 横切砂坝的探槽观察,砂坝主要由低角度的交错层理构成,层理厚度随粒度而变,粗沙细砾构成的层理,单层厚度可达 10cm,粉细沙及重矿物构成的纹层,厚度仅 0.1—0.5cm,层系厚度 10—50cm,最大可达 80cm。砂坝向海坡的纹层和层系向海倾斜,倾角与海滩坡度接近,各层系互相切割,交替频繁,层系界面通常是大风浪的记录。例如 1981 年 8 月第 14 号台风在桑沟湾砂坝上留下了厚达 50cm 的层序,它斜切所有下伏层系(图 5)。砂坝的向海坡常发育反递变层理,重矿物构成的纹层数量多,厚度大(表 4),这些都是波浪强烈作用的反映,与砂坝向陆坡形成鲜明的对照。砂坝顶部层理有两类:一是层理互相交切成入字形;二是呈拱形,逐渐过渡到后滨,最顶部层理倾角接近于零。砂坝向陆坡的层理向陆倾斜,倾角约  $3-6^\circ$ ,一般小于向海坡,以平行层理为主,未发现反递变层理,重矿物构成

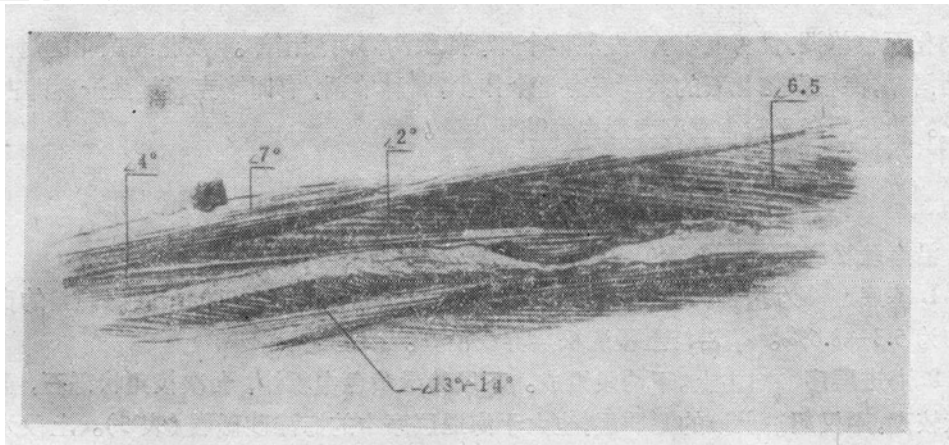


图 5 荣成桑沟湾砂坝的层理构造  
(据石厚远素描)

表 4 桑沟湾砂坝向海坡重矿物富集层统计表

剖面高度 (cm)	层 数	总 厚 度 (cm)	重矿物富集层所占百分比
100	8	7.2	7.2
280	20	50	17.8
120	11	66.2	55.1

的纹层较少。当砂坝之后为泻湖或洼地时,砂坝向陆坡的坡麓出现倾角达  $30-40^\circ$  的斜层理,有时这种斜层理可出现数组,反映了砂坝向陆的扩展。向陆坡上常见完整的波痕,可能是坝后洼槽中的波痕被砂坝埋藏所致。应当指出,砂坝内部层理的倾向与所在部位往往不相吻合,即在向陆坡上出现向海倾斜的层理,或在向海坡上出现向陆倾斜的层理,这是砂坝往返迁移的记录,据此可以恢复砂坝的迁移过程及动态。

**3. 泻湖** 封闭程度对泻湖沉积有多方面的影响。沿岸泻湖主要有半封闭和封闭两种,前者沉积物主要为青灰色泥质沙和粉沙,平均粒径  $4-6.5\phi$ ; 后者以沙质和粉沙质淤泥为主,平均粒径  $7.7-8.2\phi$ 。泻湖沉积一般富含有机质,边缘地区多植物碎屑和植物根系,可见到双壳铰合的完整软体动物壳体。泻湖周边往往保存古海蚀崖及海蚀平台,泻湖沉积通常直接覆盖在基岩海蚀平台上,如凤凰浆和桑沟湾泻湖。泻湖的盐度随封闭程度而变,半封闭泻湖一般高于封闭泻湖,低于相邻的海湾。荣成湾封闭泻湖链的盐度为  $2-4\text{‰}$ ,最大  $19\text{‰}$ ,半封闭泻湖均在  $31\text{‰}$  以上。同一半封闭泻湖的各个部位盐度差异也很大。桑沟湾泻湖被人工分为南北两部分:南部平均为  $21.58\text{‰}$ ,北部则平均为  $8.8\text{‰}$ ,潮流通道附近在  $33\text{‰}$  以上,涨潮流影响中部时,其盐度为  $27.14-31.69\text{‰}$ ,边缘地带特别是沽河河口附近仅  $1.96\text{‰}$ 。由于人为的影响,往往出现半封闭泻湖咸化现象,凤凰浆泻湖因辟为盐田而盐度高达  $37.19-43.24\text{‰}$ ,马山泻湖由于养殖的需要而保持在  $33\text{‰}$  左右。微体生物埋葬群直接受盐度影响,间接地反映了泻湖的封闭程度。盐度与海湾接近的半封闭泻湖,有孔虫和介形虫丰富,属种较多,分异度较高。主要有毕克卷转虫、亚易变筛九字虫、砂棵虫 (*Ammobaculites* sp.)、浪花介 (*Cythere* sp.)、四针刺花介 (*Spinileberis quadriaculata*)、眼点细花介 (*Loxoconcha ocellata*) 等,如马山泻湖。盐度变化剧烈的泻湖,微体

生物化石较单调,优势度高,未发现活个体,如桑沟湾泻湖南部。淡化或咸化的封闭和半封闭泻湖,海相微体化石的共同特点是个体少,属种单调,有时毕克卷转虫一种即占 80% 以上。淡化泻湖又常含有壳变形虫等陆相生物。

### 四、垂直层序

沿岸疏松沉积层只含一个海相层,其层序自下而上为:

**1. 基底** 为基岩和基岩风化壳,顶面起伏不平,高差可达 10m, 向海倾斜的自然坡度约为 5.3—8.6‰。基岩与上覆疏松层界线清楚。

**2. 海进层序** 由上、下两段组成。下段为绿黄色中粗沙,含次棱角状砾石,重矿物含量较高,不仅超过上段的泥质层,也大于海退层序中的海滩砂砾层(表 5)。上段为杂色

表 5 各层段重矿物含量

层 段	含 量	平 均 含 量 (g/kg)	样 品 数 (个)
上 部 砂 砾 层		0.47	29
中 部 泥 质 层		0.11	25
下 部 砂 砾 层		2.84	16

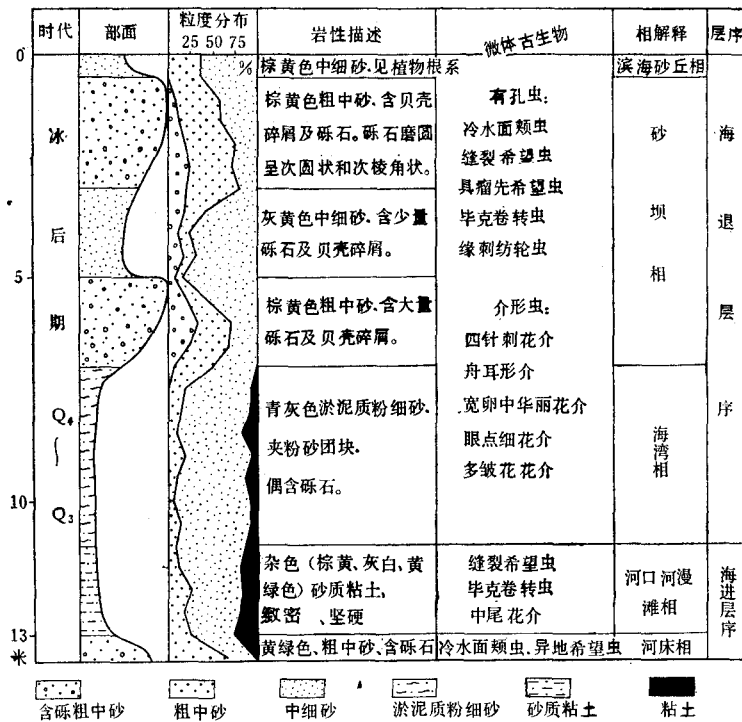


图 6 桃园砂坝 1# 钻孔柱状剖面图

粘土,致密较硬,发育植物根系(图6)。海进层序为下粗上细的正旋迴,具陆相河流沉积特征,然而却含海相微体化石,主要有缝裂希望虫、冷水面颊虫、毕克卷转虫和异地希望虫等,50g干样中可含50枚有孔虫,自下而上逐渐增多,杂色粘土中含量最多。介形虫有四针刺花介、眼点细花介、中尾花介、宽卵中华丽花介等。显然本层是河口以上受海水影响的河流相沉积,不整合于基岩之上,上覆海湾相沉积。靠近山丘的地区,海进层序由多个正旋迴构成,每个旋迴中皆含海相微体生物化石,如凤凰浆泻湖中部(图7);或者杂色粘土直接覆盖在基岩之上,不含海相生物,如褚岛之后(图8)。

### 3. 海退层序

以海湾或浅海沉积开始,向上以砂坝或泻湖沉积结束,但各地区的相组合有差异。砂坝地区下段为青灰色泥质沉积,海相生物化石丰富,上段是棕黄色砂砾层,海相生物化石较少(图6),且受到磨损。泻湖地区海湾相沉积向上过渡为泻湖相。从岩性和高程来判断,海湾相沉积时砂坝已经形成,如凤凰浆泻湖。连岛砂坝地区海进层序之上覆盖灰色砂层,厚度5—13m,可能系岛屿和陆地之间的“海峡沉积”,其上为青灰色泻湖相泥质沉积,厚度3—5m,沿砂坝轴部连续分布;顶部为7—11m厚的棕黄色砂层和砂砾层(图8上部)。

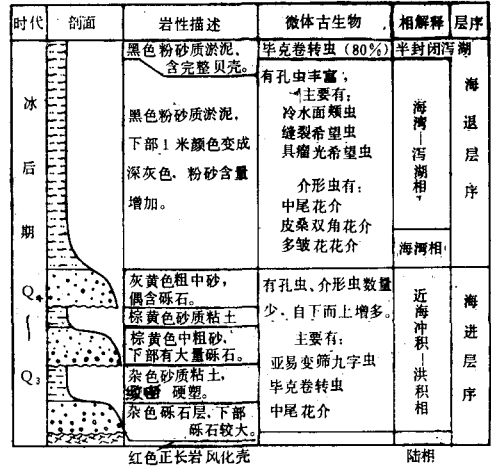


图7 凤凰浆泻湖中部2#钻孔剖面图

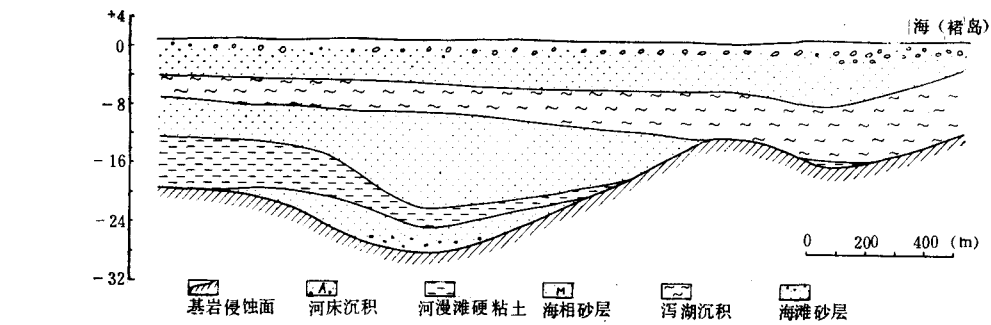


图8 褚岛连岛砂坝地质剖面图

泻湖周边地区,泻湖相沉积下伏和上覆层皆为陆相。泻湖内部海相性程度的变化不明显,这种层序既有海进的特点,也有海退的标志,是海进转化为海退时海岸线稳定的反映,凤凰浆泻湖大泊子村、桑沟湾泻湖北部盐场均有此现象。

## 五、发育过程

1. 发育阶段 基岩以上的疏松沉积层为一完整的海相层,可与上海<sup>[3]</sup>、山东<sup>[1]</sup>、河



北<sup>[4]</sup>沿岸的第一海相层对比,属冰后期沉积层,其层序组合揭示出该地经历了以下的发育阶段。

**风化侵蚀阶段:** 最后一次冰期时,成山角至石岛一带为陆地,受到侵蚀形成众多的河流,致使地面起伏,河床和沟壑纵横。河间地遭到风化,形成风化壳(包括冰期以前的风化层)。褚岛和镆铳岛等是与陆地相连的孤立丘陵。

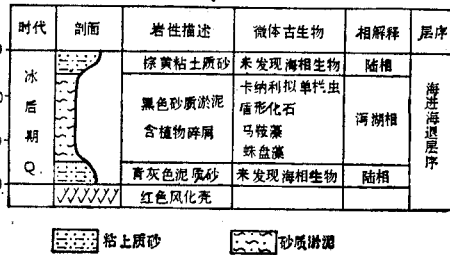


图9 泻湖边缘3#钻孔柱状剖面图

**海进阶段:** 冰后期海面上升的影响到达现今沿岸地带时,河床发生加积,形成海进河床充填层序<sup>[2]</sup>。靠近山丘地带,洪水的影响增强,出现多个正旋迴;山丘之麓堆积了不含海相化石的洪积坡积物。海面继续上升,现今的泻湖皆成海湾,波浪作用使其沿岸形成海蚀崖和海蚀平台。海蚀使现今泻湖沿岸发生局部海进,海湾内沉积了粉沙和泥质粉沙。褚岛和镆铳岛变为远离大陆的孤岛,岛屿和陆地间潮流往返流动,沉积了厚层的灰色砂层。

**稳定阶段:** 随着冰后期海面上升速度的减缓,沉积率和海面上升速度接近,海岸线趋于稳定。砂坝地区高潮线附近形成的两个粗粒层互相叠置,说明海岸线在海面上升过程中虽有向陆、向海的迁移,但始终处在现今砂坝的范围内(图7);泻湖地区海岸线的稳定主要反映在周边的沉积层上(图9)。沿岸各地岸线达到稳定的时间不一致,砂坝和泻湖各有差异,堆积和侵蚀岸段也不相同。

**海退阶段:** 当沉积率超过海面上升速度时发生海退。海退过程在砂坝,泻湖及连岛砂坝地区互有差异,宜分别讨论。

**2. 砂坝-泻湖体系的发育** 沿岸湾口形成砂坝时,海湾转化为泻湖,其内泥质物质的沉积量增加,沉积环境趋于平静。然而泻湖与外海的连通性较好,在微体化石组合上尚未明显反映,可称海湾-泻湖。凤凰浆、桑沟湾等半封闭泻湖早期均经历了这一发育阶段。随着砂坝的增长,潮流通道缩狭,海湾-泻湖转变为半封闭泻湖,沉积层较薄。砂坝进一步增长,潮流通道完全阻塞,半封闭泻湖遂变为封闭泻湖,例如荣成城厢链状泻湖。本区封闭泻湖大多已转化为滨海沼泽,仅残留若干彼此隔离的浅水洼地。本区各段海进达到最大范围的时间,即泻湖开始发育的时间相近,但封闭的时间却相差悬殊。如荣成湾西侧原为宽400—500m的狭长半封闭泻湖,现已转化为几个孤立的封闭泻湖,这和泻湖本身狭长,容量较小有关。现今其他半封闭泻湖转变为封闭泻湖的先后,将取决于泥沙来量和泻湖的容量。但人为的作用也可使泻湖变为封闭状态或保持半封闭状态,如桑沟湾内的八河港以及凤凰浆泻湖等。泻湖的封闭将使岸线趋于夷平,成为侵蚀堆积夷平岸,泥沙将被搬运更远的距离。

**3. 连岛砂坝的演变** 镆铳岛和褚岛连岛砂坝虽然在形态上完全不同,但钻孔资料却揭示了两者的成因上的一致性。镆铳岛后有两条砂坝,砂坝之间为泻湖。褚岛之后仅有一条砂坝而无泻湖。然而坝下仍有连续分布的泻湖沉积层,说明该岛过去与现今镆铳岛相似,类似现象尚可见于芝罘岛。

根据砂坝、泻湖的组合和相序,可以把镗钯岛、芝罘岛和褚岛排成一个系列,它们各自处在不同的发育阶段。镗钯岛为第一阶段,其连岛砂坝和泻湖沉积均处于地面;芝罘岛为第二阶段,两砂坝基本合并,但泻湖沉积仍部分地留在地面;褚岛为第三阶段,泻湖沉积已完全埋藏于砂坝之下。应当指出,并非连岛砂坝都要经历这三个阶段,例如镗钯岛连岛砂坝,在海面相对稳定的情况下可能不再向泻湖移动,从而停留在上述第一个发育阶段。

国内外学者在讨论砂坝-泻湖体系的成因时,对连岛砂坝发育而成泻湖的问题重视不够。山东沿岸三个大型连岛砂坝的演变说明,连岛砂坝伴有泻湖及泻湖沉积是常见的现象,可作为海退情况下形成砂坝-泻湖体系的方式之一。

### 参 考 文 献

- [1] 王绍鸿, 1979. 莱州湾西岸晚第四纪海相地层及其沉积环境的初步研究. 海洋与湖沼 10(1): 9—23.  
 [2] 李从先、王靖泰、许世远等, 1980. 全新世长江三角洲地区的海进海退层序. 地质科学 4: 322—330.  
 [3] 闵秋宝、汪品先, 1979. 论上海地区第四纪海进. 同济大学学报 2: 109—128.  
 [4] 赵松龄, 1978. 关于渤海湾西部海相地层与海岸线问题. 海洋与湖沼 9(1): 15—25.

## GEOMORPHOLOGY AND SEDIMENTATION IN COASTAL ZONES FROM CHENGSHANJIAO TO SHIDAO, RONGCHENG, PROVINCE SHANDONG

Li Congxian, Chen Gang  
 (Tongji University, Shanghai)

Gao Manna and Zhuang Zhenye  
 (Shandong College of Oceanology, Qingdao)

### ABSTRACT

The coasts from Chengshanjiao to Shidao are located in east Shandong Peninsula, whose geomorphological and sedimentary characteristics may be a type of the irregular coasts developed in bedrock of Shandong Peninsula.

The coasts in studied area can further be subdivided into four types: erosion coast, erosion and deposition coast, graded coast in bay and coast with large tombolo. Differences of coast types directly influence on the source and amount of sediments transported along coast, the variety of coastal sand bodies and the development stages of barrier-lagoon systems. The barrier-lagoon depositional systems are more important in coastal sedimentary units, distributed mainly in bays of Rongcheng, Sanggou, Shidao and tombolo areas of Moye Island and Chudao Island. Barrier-lagoon depositional system consists of three subdivisions: barrier bar, bay in front of the bar and lagoon at the back of the bar. The distribution of sediments in bays is controlled by hydrodynamics and postglacial sealevel fluctuations. In nearshore zones of the bays clay and sandy clay are usually found, this may be caused by circulated tidal currents. The heavy minerals in the bays are the same as those in adjacent lagoon and barrier, but their percentage is different, meaning variety of the hydrodynamics in these sedimentary units. In

these bays with salinity of 32—33‰, the microfauna are characterized by neritic environment. The grain size distribution and heavy mineral assemblage in barrier are controlled by bedrocks. In north area of studied coast, where granites are distributed, the bars consist of coarse sands and fine gravels. Epidotes and hornblende predominate in heavy minerals. In middle area where metamorphic rocks outcrop, the barrier bars are composed of medium and coarse sands, and the percentage of hornblende may be above 60%. In south area where the sienites outcrop, the bars consist mainly of medium sands, and the heavy mineral assemblage is characterized by zircon, titanioferrite, and magnatite. The medium and large scale cross-beddings with low angles seawards dipping appear in the bars, in which heavy minerals, shell debris, gravels, and inverse graded bedding are common. The beddings in the bar crest show arch shape, or cross in pyramid shape. In the bar lee the parallel beddings and landward dipping stratifications with high angles appear. The lagoon in studied area can be divided into two types: enclosed and semi-enclosed. The mud deposits increase and salinity decrease with lagoon enclosing. In some semi-enclosed lagoons reworked by human, however, the salinity can be up to 37.19—43.24‰. The hyperhaline and hypohaline waters in lagoon directly influence microfossil assemblages that are characterized by small amount of microfossil numbers, low species diversity, and abundance of euryhaline elements.

The tectorium along the coasts of Rongcheng contains only one bed with marine fossils, which is underlain by weathered crust and composed of transgressive and regressive sequences. The barrier-lagoon sedimentary systems are present in regressive sequence, belong to regressive type. Based upon the data of borings, lagoon deposits are underlain by bay-neritic facies sediment and further divided into bay-lagoon, semi-enclosed lagoon and enclosed lagoon units, therefore, bay-lagoon, semi-enclosed lagoon and enclosed lagoon may be distinguished. The tombolo-lagoon behind Moye Island and Chudao Island have been formed, or lagoon sediments are preserved. The tombolo development behind large islands may be one of the ways of barrier-lagoon system formation.