

山东峡山湖滩砂的现代沉积特征研究

邱隆伟¹, 周军良¹, 王新征², 蔡宏兴², 张振哲³

1. 中国石油大学(华东)地球资源与信息学院, 山东 青岛 266555; 2. 中国石化胜利油田分公司
现河采油厂, 山东 东营 257068; 3. 中国石化西北油田分公司勘探开发研究院, 新疆 乌鲁木齐 830011

摘要: 山东省高密、安丘、昌邑之间的峡山湖发育的滩砂沉积体发育于滨浅湖地势平缓区, 沉积物以中-细砂为主, 分选较好, 粒度概率曲线以冲洗二段式为特征, 滩砂后缘可见砾石沉积。根据沉积特征可将滨浅湖滩砂微相从岸线向湖方向, 依次划分为滩砂后缘、滩砂砂坪和滩砂前缘和滩前席状砂四个沉积单元。滩砂后缘粒度较粗, 岩性混杂, 风成改造较强, 表层多为风积物, 常见植被发育; 滩砂砂坪是滩砂后缘和滩砂前缘的过渡区, 为前期滩砂前缘沉积经风的改造而成, 兼具浪成和风成的特点; 滩砂前缘由滩脊和滩脊间沉积物构成, 沉积构造以浪成和冲洗成因为特点; 滩前席状砂表现为浪成特征, 沉积物分选好、粒度略有变粗, 为水动力和风动力综合作用的产物; 丰水期波浪作用控制滩砂沉积体的形成, 枯水期滩砂沉积体暴露接受风的改造。

关键词: 滩砂; 沉积单元; 粒度; 成因; 峡山湖

中图分类号: P512.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-2802(2010)02-0142-07

A Characteristics Study of Neoteric Sediment to the Beach of Xiashan Lake in Shandong Province

QIU Long-wei¹, ZHOU Jun-liang¹, WANG Xin-zheng², CAI Hong-xing², ZHANG Zhen-zhe³

1. College of Geo Resources and Information, China University of Petroleum, Qingdao 266555, Shandong Province.
2. Xianhe Oil Production Plant, Sinopec Shengli Oilfield Branch, Dongying 257068, Shandong Province. 3. Exploration and Production Research Institute of Northwest Branch of Sinopec Corporation, Urumchi 830011, Xinjiang

Abstract: Based on investigations of neoteric sediment, this paper studied the sedimentary features and genesis of the beach in Xiashan Lake, which is adjacent to cities of Gami, Anqiu, and Changyi in Shandong province. The beach is formed in the environment of shallow lake shore, and the sediment of it contains mainly well-sorted and better-sorted sands with particle sizes from medium to fine. The two-segment grain-size probability style with swash-backflow point is typical for the beach. According to its sedimentary features, the beach can be subdivided into four sedimentary units (zones), i.e. beach back, beach flat, beach front, and fore beach sheet sand, on the direction of from shoreline to the lake. Beach back where plants often develop, the sediment of it is characterized by coarser sand grain and even miscellaneous lithologic gravels. Beach flat, possessing the sedimentary features of both wind and wave geneses, is the transition zone between beach back and beach front, and is the result of wind rebuilding on the old beach front. Beach front is composed of beach ridges and sediments between beach ridges, The sedimentary structure of it shows both wave and swash-formed features. Fore beach sheet sand mainly shows the features of wave-formed, well sorted sediments, and coarser grain size. The beach is created by drives of both water and wind, it is initiated and formed under the control of wave during high water seasons, and exposed to air and rebuilt by wind during dry seasons.

Key words: beach; sedimentary units; particles size; origin; Xiashan Lake

收稿日期: 2009-11-29 收到, 2010-01-11 改回

基金项目: 国家重大专项(2008ZX05009-002); 山东省自然科学基金资助项目(Y2006E13)

第一作者简介: 邱隆伟(1967—), 男, 博士, 教授, 从事岩石学及沉积储层地质学的教学和科研工作。E-mail: qiuwlsd@163.com.

滩坝储集体具有近油源、储集性能较好、生储盖组合配置较为完善等利于油气富集的地质条件,因而能形成一定规模的油气田^[1],并已成为重要的勘探方向。但目前有限的钻井和地震资料尚不能把断陷湖盆中分布较广、厚度较薄的滩砂体与分布狭窄、厚度较大的坝砂体严格区分开来,人们仍习惯用“滩坝”这一综合术语来描述湖盆浅水地区的滩和坝砂体^[1,2]。笼统地将滩砂和坝砂作为一个整体研究往往是不确切的,也会造成一些认识上的误导,目前迫切需要对滩砂和坝砂作进一步研究:厘清滩砂和坝砂的沉积特征和成因上的差异,尽快建立储层预测和评价方法,提高勘探开发技术系列。

峡山湖是 1959~1960 年在潍河中下游低洼地修建的平原水库,也是山东省最大的水库。地理位置为东经 119°21′~119°31′、北纬 36°16′~36°31′。即安丘、高密、昌邑三市的交界处(图 1)。峡山湖轮廓似喇叭状,南北长约 30 km,东西宽约 15 km,集水面积为 4210 km²,平均水面面积 100 km²,总库容 14.05 × 10⁹ m³,兴利库容 5.03 × 10⁹ m³,死库容 14.05 × 10⁹ m³^[3,4]。地貌上与断陷湖盆相似,西边受围堤的影响,地势较陡,东边地势平缓。常年受季风的影响,湖面发育波浪、假潮等现象,广泛发育各种沉积体及相

关沉积构造。在湖东岸岸线平直处,发育大片滩砂沉积体。由于水位变化较大,尤其在春夏两季,湖水下降幅度较大,滩砂沉积体常暴露于水面之上。

1 沉积类型及沉积特征

1.1 沉积单元划分

前人常把陆相滩砂和坝砂体合在一起进行相类型划分。不同学者对滩坝有不同的分类。有的将其分为陆源碎屑滩坝和碳酸盐滩坝^[5],有人划分为 4 种成因类型,即湖岸线拐弯处滩坝、水下古隆起处滩坝、三角洲侧缘滩坝和开阔浅湖滩坝^[1],还有人将其分为沿岸滩坝、近岸滩坝和远岸滩坝^[6],海洋学者则将海相滩砂划分为三角滩、袋状滩和凸角滩等^[7]。

本文认为滩和坝是不同类型的沉积体:滩砂是指主要分布于水体边缘波浪作用带以上至地形陡坎或最高水位线之间,以沿岸流、冲刷回流为主要水动力特点的环境中,在湖(海)滨岸地带较平坦地形上由湖浪、潮流作用形成的薄而分布面积较大的砂质沉积体,在枯水期滩砂常接受风的改造。

根据研究区滩砂沉积特征,可以将其划分为滩砂后缘、滩砂砂坪和滩砂前缘、滩前席状砂四个沉积单元(图 2)。

1.2 滩砂的沉积特征

区内滩砂主要为地势相对平缓的砂质沉积区,砂体厚度相对较薄,分布广,受湖水的冲洗作用、湖水进退作用和风改造作用影响明显。滩砂向湖方向地势不断降低,局部由于风成沙丘的发育会造成滩砂在局部地势上突然变高,但整体上地势变化不大,平均坡度一般小于 10°。本次研究采样点见图 3。

样品的粒度分析表明,滩砂沉积物主要为细砂,Md 均值为 0.236 mm,Mz 均值为 0.238 mm;分选好,粒度分布略呈负偏态,峰度值中等(正态)(表 1)。沉积物跳跃组分含量较高,多在 90%以上,悬浮组分含量较低,粒度概率图主要为两段式,两段式多显冲刷回流点特征,风成改造地区显上拱三段式,不显冲刷回流特征(图 4),粗截点不发育,中截点粒度为 1.35~2.35 mm,细截点粒度多集中在 3.0 mm 处。

(1) 滩砂后缘:湖岸线边缘附近的最高水位线沉积区的沉积物主要为砾石和砂,丰水期波浪对岸线基岩侵蚀形成砾石和砂质沉积物,枯水期滩砂后缘受风改造最为严重,表面主要为风成沙,发育厚度较大的疏松风成沙丘,局部植

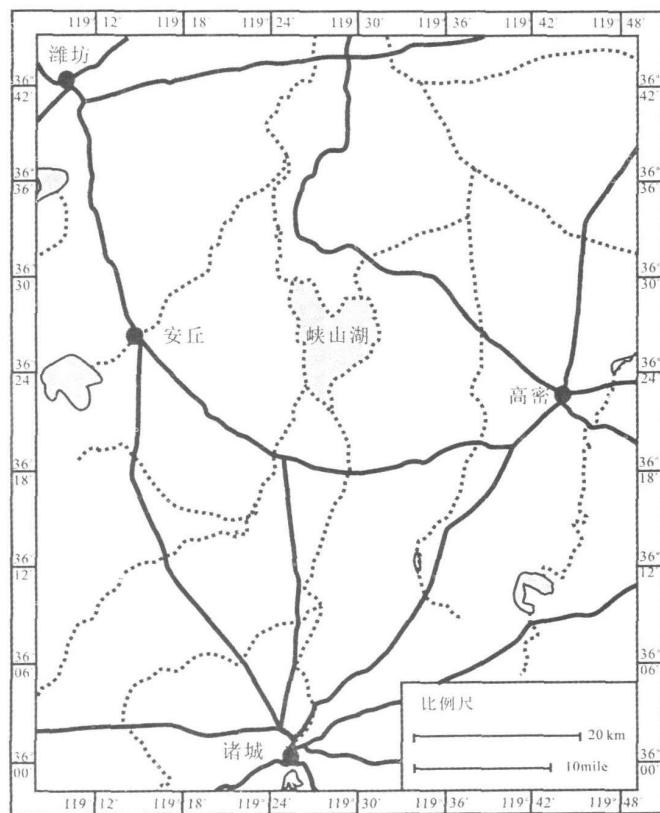


图 1 峡山水库的地理位置

Fig. 1 The location of Xiashan Lake

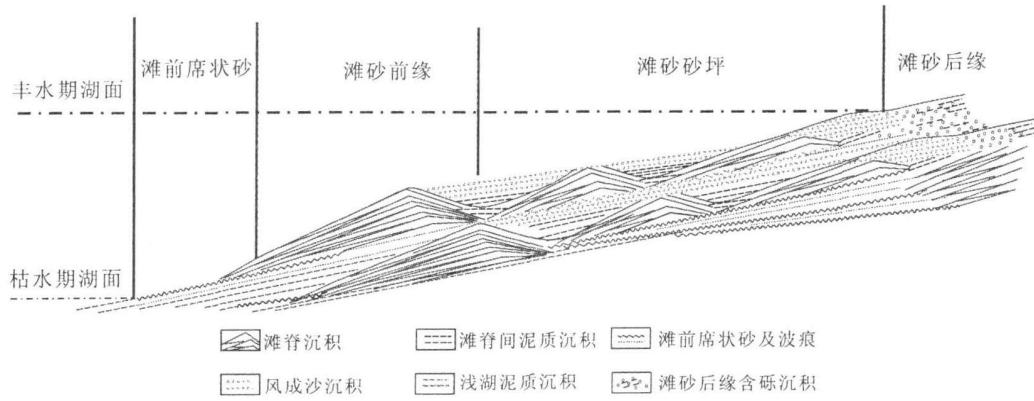


图 2 滨岸滩砂沉积单元划分
Fig. 2 Classification of coastal beach sedimentary units

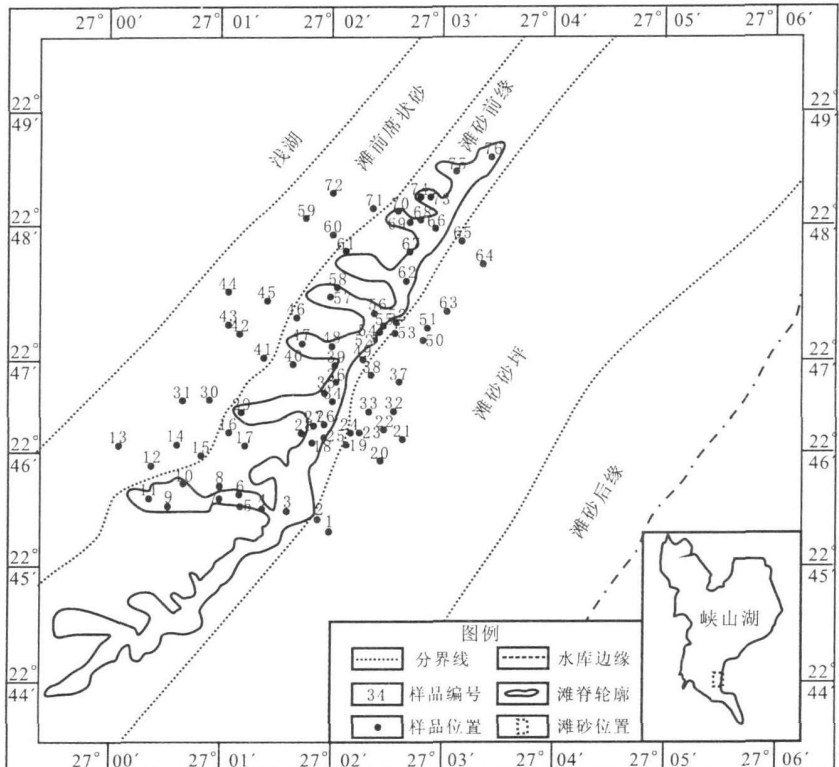


图 3 滨岸滩砂及采样位置
Fig. 3 Locations of coastal beach and samples

表 1 峡山湖滨岸滩砂粒度参数统计
Table1 Statistics of particle size parameters
of beach in Xianshan Lake

		mm				
相类型	样品数	Md 均值	Mz 均值	σ_1 均值	SK ₁ 均值	K _G 均值
滩砂后缘	—	—	—	—	—	—
滩砂砂坪	18	0.231	0.235	0.534	- 0.167	0.940
滩砂前缘	滩脊间	10	0.234	0.237	0.496	- 0.115
	滩脊	33	0.237	0.238	0.493	- 0.080
滩前席状砂	15	0.240	0.244	0.478	- 0.120	0.911
均 值	76	0.236	0.238	0.500	- 0.113	0.961

被较发育。

平面上岸线边缘发育红色砾石(图 5-1),砾石颗粒较大,磨圆中-差,主要来源于水体边缘出露的红色基岩。砾石含量从水库边缘向湖心方向逐渐减少,粒级变小,直至消失。剖面上主要为含砾灰黄色砂。

(2)滩砂砂坪:滩砂砂坪离水位线较远,风改造作用较为显著,但相对滩砂后缘较弱,表层沉积物为风成沙及其它滩相沉积物。Md 均值为 0.231 mm, Mz 均值为 0.235 mm,分选较好,偏度属于负偏态,峰度中等(表 1)。粒度概率曲线有两段式和上拱三

段式两种(图 4),两段式又分典型两段式和冲洗两段式两种。两段式跳跃组分含量较高,大于 90 %,与滩砂前缘相似,冲刷回流点粒度介于 1.5 ~ 2.35 mm,三段式表现风的改造特征。

平面上,早期形成的各种沉积体被风成改造,发育障碍痕、风成波痕等风成沉积构造(图 5-2,3),也包括被改造了的滩脊沉积体,局部滩脊轮廓已趋向消失。障碍痕常见,障碍物主要为生物介壳;介壳有的破碎有的完整,既有风搬运而来的,也有原地沉积的。剖面上主要为灰黄色砂质沉积,含生物介壳,表

层多为风成沙或早期滩砂前缘风蚀残余沉积体,下部可见早期滩砂前缘和滩前席状砂沉积体。

(3)滩砂前缘:发育于水位线附近地区,受湖水作用明显,发育地势相对突出的滩脊沉积体,滩脊沉积体一般高出其他沉积体 10 cm 左右。沉积物以细砂为主,分选好,其中滩脊沉积物较滩脊间沉积物粒度粗,分选好;滩脊沉积物粒度分布近于对称,滩脊间沉积物粒度分布为负偏态(表 1)。粒度概率曲线主要为两段式,包括冲洗两段式和典型两段式(图 4),其中滩脊沉积体两段式主要为显冲刷回流特征

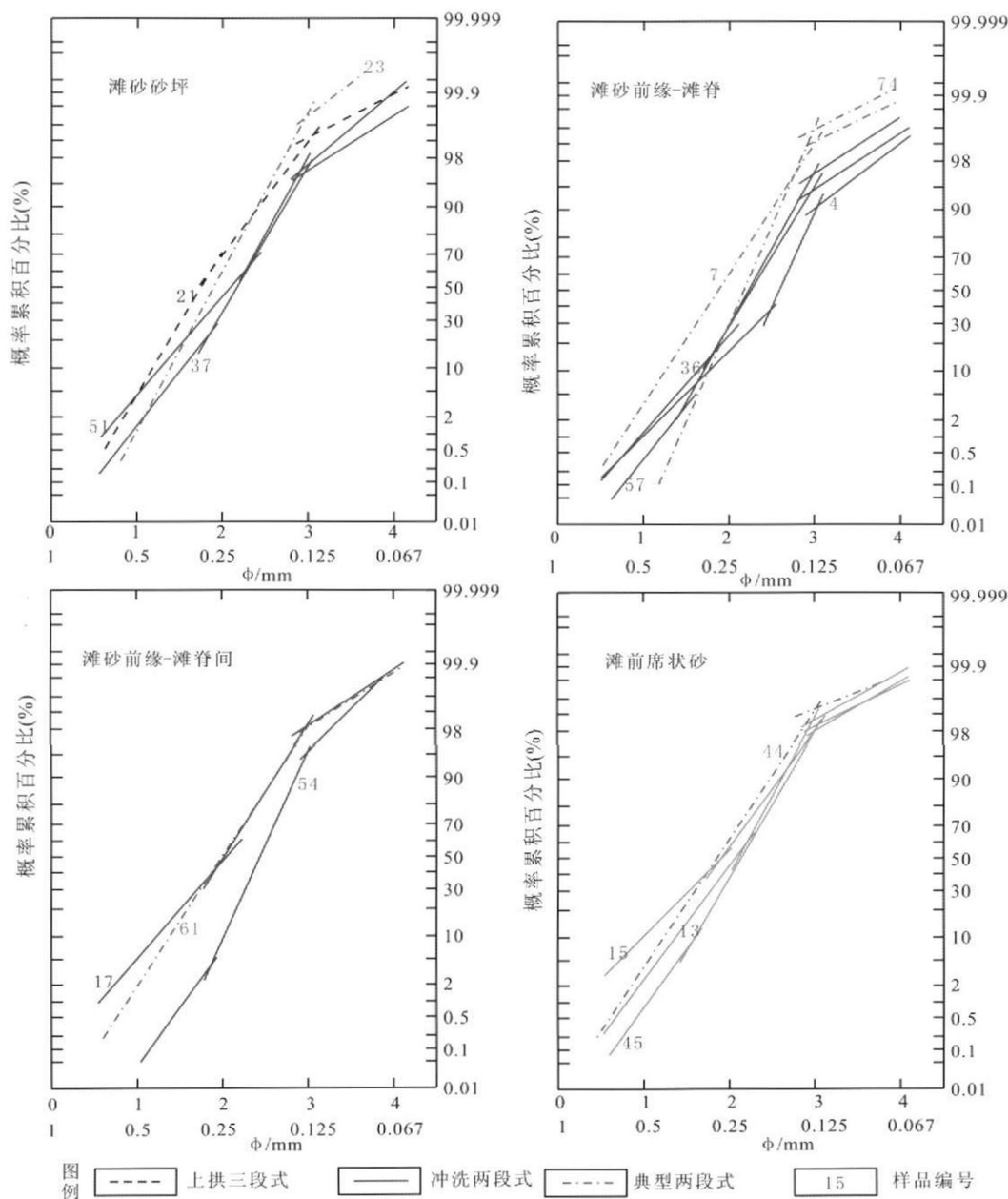


图 4 滩砂粒度概率图

Fig. 4 Grain size probability plots of beach sediments

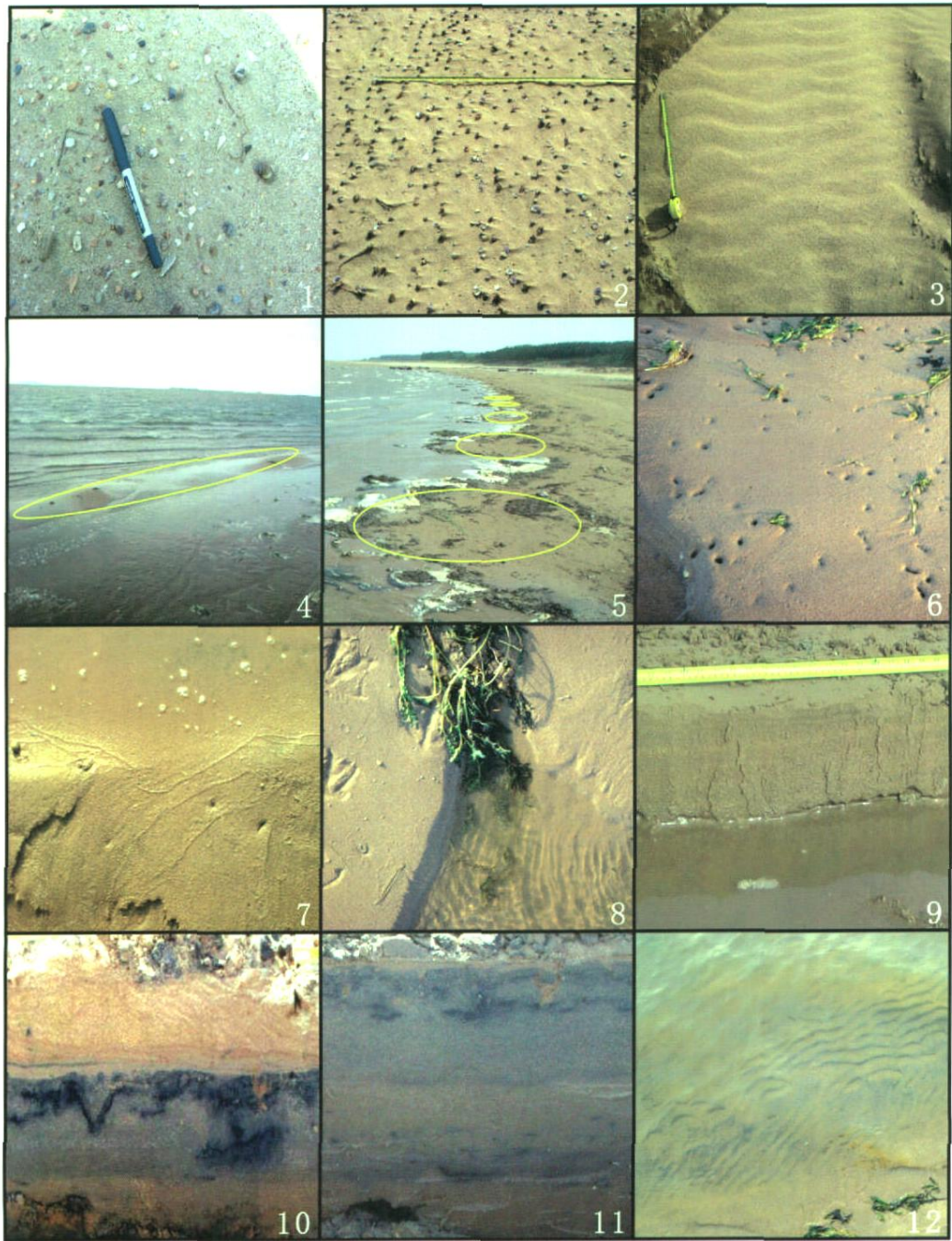


图 5 峡山湖滩砂的沉积特征

Fig. 5 Sedimentary Characters of beach in Xiashan Lake

的冲洗两段式,冲刷回流点粒度介于 1.35 ~ 2.35 mm;滩脊间虽然水动力较弱,但受早期湖浪作用影响,可沉积滩前浪成砂,因此粒度概率曲线既有典型两段式也有冲洗两段式(图 4),冲刷回流点粒度介于 1.80 ~ 2.15 mm,冲刷回流点粒度区间较滩脊小。

平面上,根据其形状可分为线状滩脊和鳍状滩脊。前者常沿湖水岸线平行分布(图 5-4),后者则与岸线低角度斜交,根部与线状滩脊相连(图 5-5);

滩脊沉积体表面发育生物潜穴、泄气孔、指示水流方向的冲流痕及冲沟等沉积构造(图 5-6,7,8),局部滩脊间可见富集堆积的水草和生物介壳,发育生物爬行迹。滩脊发育处砂体较厚,主要灰黄色砂质沉积,线状滩脊垂直岸线方向剖面上发育冲洗交错层理和浪成交错层理(图 5-9),鳍状滩脊与岸线平行方向剖面上灰黄色砂发育波状层理、浪成交错层理、冲洗交错层理、爬升层理(图 5-10);滩脊间沉积物相对较薄,表层薄层灰黄色砂,下部主要为暗色砂沉

积(图 5-11)。

(4) 滩前席状砂:滩前席状砂主要是指水位线向湖方向受波浪冲洗作用明显的砂质沉积区,其为波浪改造形成的薄层砂质-泥质砂沉积。砂体厚度稳定,一般呈席状,向湖心方向砂质含量渐减,泥质含量渐增。水位的快速下降使之暴露于水面之上,研究区暴露的滩前席状砂沉积物 Md 均值为 0.240 mm, Mz 均值为 0.244 mm,分选好,粒度分布略显负偏态,峰度值中等(正态),相对滩脊沉积物粒度粗,但分选相对较好(表 1),粒度概率曲线有典型两段式和冲洗两段式两种,但主要为冲刷回流特征明显的冲洗两段式,冲刷回流点粒度介于 1.5~2.2 mm,跳跃组分含量在 90%以上。

水下可见沉积物表面发育浪成波痕,水位线附近常可见不同方向的两组波痕(图 5-12),剖面上主要为砂质-泥质砂沉积,沉积构造以浪成波痕、波状层理和浪成交错层理为主,发育生物扰动,沉积物中含有生物介壳。

2 滩砂成因及演化

滩砂形成于湖盆缓坡带,由于地势平缓,对湖平面的波动较为敏感,湖平面下降常使滩砂暴露并接受风的改造,湖平面上升又接受浪成改造。因此在湖水的进退过程中,滩砂在波浪与风的交替作用下不断演化,可以说滩砂是风和湖水波浪共同作用的结果。研究区湖平面下降时滩砂的形成和演化分三个阶段。

(1) 第一阶段:丰水期湖平面较高,湖水侵蚀岸线基岩,形成砾石和砂质沉积物。砾石主要分布在基岩附近,而砂质沉积物一部分分布在基岩附近,另一部分被湖浪带入湖内。波浪对岸线的不断冲蚀,在基岩附近形成早期的滩砂后缘含砾石砂质沉积,而向湖心方向带入湖内的沉积物及其它随波浪带来的沉积物,受波浪的冲洗作用在岸线附近产生席状砂质沉积体,形成早期滩前席状砂(图 6)。

(2) 第二阶段:湖平面下降时,湖缘基岩不再接受湖水改造,沉积物沉积在新的岸线附近,滩砂范围向湖心方向扩大。波浪方向与岸线平行或斜交时,会产生与岸线垂直或斜交的质体流和沿岸流^[8]。风浪期质体流沿垂直岸线方向搬运沉积物,沿岸流则沿岸搬运沉积物。强风浪期岸线附近质体流对沉积物的搬运起主导作用,强大的冲流涌向湖岸线,随着波浪能量的消耗,沉积物被带到岸线附近,形成线状滩脊。弱风浪期沿岸流对沉积物的搬运起主导作用,沿岸流推动泥沙主要沿锯齿状轨迹推进,沿岸流在岸线曲折处及相反方向沿岸流相遇处发生沉积,在岸线前方形成向湖心方向延伸的鳍状滩脊。因此风浪期在岸线附近形成了发育线状滩脊和鳍状滩脊沉积体的滩砂前缘沉积,向湖心方向继续发育滩前席状砂沉积,向岸方向暴露的沉积体则受风的改造,滩砂后缘接受风成砂,逐渐发育风成沙丘,局部开始有植被发育(图 6)。

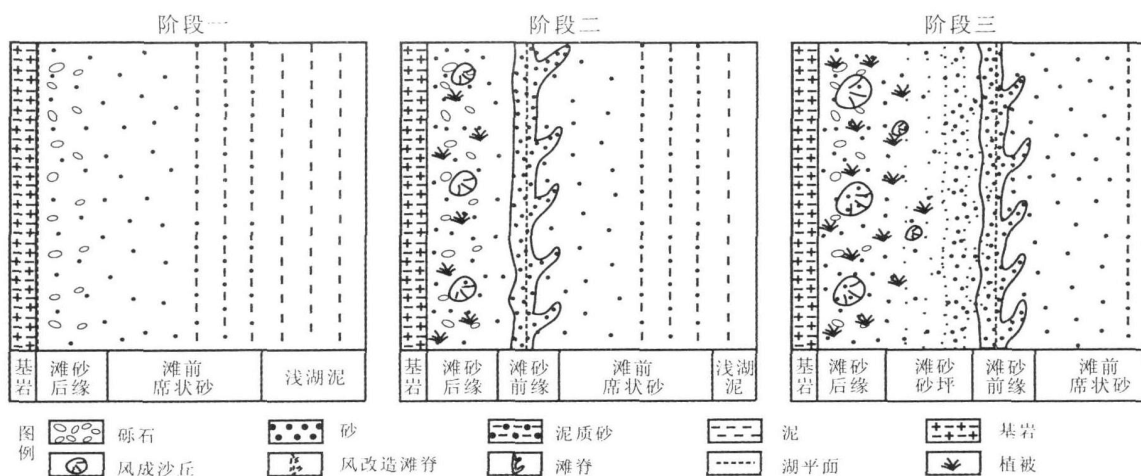


图 6 滩砂的形成和演化

Fig. 6 The origin and evolution of beach

(3) 第三阶段:湖平面进一步下降,早期形成的沉积体不断远离湖平面,接受风的改造,向湖心方向滩砂仍进一步扩大,不断发育滩砂前缘及滩前席状

砂沉积。滩砂后缘由于不断接受风成沉积物,砂体厚度加大,风成沙丘规模加大,植被不断发育,而暴露的早期滩砂前缘沉积体接受风成改造,离岸线较

近的滩脊沉积体被风剥蚀,轮廓逐渐消失,局部可发育小型风成沙丘,植被也开始发育,形成滩砂砂坪沉积(图6)。至此,滩砂沉积单元发育完全。

3 结 论

(1) 滩砂沉积体发育于湖盆地势平缓区,厚度较薄,可进一步分为滩砂后缘、滩砂砂坪、滩砂前缘和滩前席状砂四个沉积单元。

(2) 滩砂沉积构造主要有冲洗交错层理、浪成交错层理、波状层理、生物潜穴、水位痕、冲流痕,以及各种风成构造等。沉积物主要以细砂为主,分选好至较好,粒度概率曲线以冲洗两段式为特征,还发育有典型两段式和上拱三段式;两段式跳跃组分含量较高,悬浮组分较少,显示浪成特征,三段式主要表现为风成特征。

(3) 枯水期滩砂后缘是风改造作用最为严重的地区,表层主要为风积物;滩砂砂坪相对受风影响较弱,除局部发育风成沉积体外,可见早期滩砂前缘残蚀体;滩砂前缘受湖浪作用明显,受浪生沿岸流和质体流影响发育线状和鳍状滩脊沉积体;滩前席状砂受波浪冲洗作用明显,主要为浪成席状砂沉积体。

(4) 滩砂是湖浪和风共同作用下形成的沉积体。丰水期湖浪控制滩砂的形成,枯水期滩砂暴露,接受风的改造,风和湖浪共同促使着滩砂的形成和演化。

参考文献 (References) :

- [1] 朱筱敏,信荃麟,张晋仁. 断陷湖盆滩坝储集体沉积特征及沉积模式[J]. 沉积学报,1994,12(2):20—28.
Zhu Xiaomin, Xin Quanlin, Zhang Jinren. Sedimentary characteristics and models of the beach-bar reservoirs in faulted down lacustrine Basins [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1994, 12(2): 20—28. (in Chinese with English abstract)
- [2] 陈世悦,杨剑萍,操应长. 惠民凹陷西部下第三系沙河街组两种滩坝沉积特征[J]. 煤田地质与勘探,2000,28(3):1—4.
Chen Shiyue, Yang Jianping, Cao Yingchang. Sedimentary

- characteristics of two kinds of Beach-bars of Oligocene Shahejie Formation in western Huimin Depression, China[J]. Coal Geology & Exploration, 2000, 28(3): 1—4. (in Chinese with English abstract)
- [3] 郭照河,杨化勇,李飞,毕钦祥,史光亭. 峡山水库富营养化评价与对策研究[J]. 水文,2004,24(4):50—52.
Guo Zhaohe, Yang Huayong, Li Fei, Bi Qinxiang, Shi Guangting. Eutrophication assessment for the Xiashan reservoir and countermeasures research[J]. Hydrology, 2004, 24(4): 50—52. (in Chinese)
- [4] 刘洪辉,曹振坚,初永生,刘敬全. 峡山水库主坝坝基渗透稳态状况及抢修加固效果[J]. 山东水利,2003,10:11—12.
Liu Honghui, Cao Zhenjian, Chu Yongsheng, Liu Jingquan. Permeability of major dam of the Xiashan Reservoir and effectiveness of repairment and reinforcement[J]. Shandong Water Resources, 2003, 10: 11—12. (in Chinese)
- [5] 邬金华,张哲,王柏轩. 东营凹陷沙一段滩坝-潟湖沉积体系和层序发育的控制特点[J]. 地球科学—中国地质大学学报,1998,23(1):21—25.
Wu Jinhua, Zhang Zhe, Wang Boxuan. Barrier-lagoon sedimentary system and sequence development control of Shahejie Formation member 1 of Dongying Sag[J]. Earth Science (Journal of China University of Geosciences), 1998, 23(1): 21—25. (in Chinese with English abstract)
- [6] 李丕龙. 陆相断陷盆地油气地质与勘探(卷2)[M]. 北京:石油工业出版社,2003:79—86.
Li Pilong. Petroleum geology and exploration of continental fault basin (Volume 2) [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2003: 79—86. (in Chinese)
- [7] Isao Irie. 海滩地貌及其变化. 海滩地貌的长期变化及海岸建筑物引起的地貌变化[J]. 海岸工程,1995,14(2):55—66.
Isao Irie. Topography and the changes of beach - The long-term changes of beach topography and changes due to coastal building [J]. Coastal Engineering, 1995, 14(2): 55—66. (in Chinese)
- [8] 李叔达. 动力地质学原理[M]. 北京:地质出版社,1983:223—225.
Li Shuda. Principles of dynamic geology[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1983: 223—225. (in Chinese)