

渤海东部晚第四纪环境演变及潮流沙席沉积

刘升发^{1,2}, 庄振业³, 龙海燕³

(1 中国科学院海洋研究所, 青岛 266071; 2 中国科学院研究生院, 北京 100039; 3 中国海洋大学海洋地球科学学院, 青岛 266003)

摘要:通过对渤海东部 CD5 孔岩性、生物以及年代学的地层分析, 晚第四纪以来划分出 2 个陆相和 2 个海相层, 两次海侵的时间段分别为 39~22 和 9 kaBP 至今。CD5 钻孔附近渤海潮流三角洲大约在 3 600~2 400 aBP 以来开始快速沉积, 形成了 4.8 m 厚的潮流沙席, 结合渤海中东部 10 多个钻孔资料, 总结了潮流沙席的环境演变过程, 自全新世海侵以来可以大致分为 9~8、8~3.6~2.4、3.6~2.4 kaBP 以来 3 个阶段, 而目前正处于相对稳定状态。

关键词:潮流沙席; 环境演变; 第四纪地层; 渤海东部

中图分类号: P736.4

文献标识码: A

文章编号: 0256-1492(2008)01-0025-07

现代渤海平均水深 18 m, 海底地形从辽东、渤海和莱州 3 个海湾向渤海中部盆地及渤海海峡方向倾斜, 平均坡度 $0^{\circ}00'28''$ 。水深大于 30 m 的海域集中于老铁山水道, 老铁山水道是最大水深达 86 m 的潮流冲刷槽, 由此向北为渤东潮流三角洲的沙脊区, 向西为沙席区^[1] (图 1)。黄河、海河、辽河、滦河等从渤海西、北部入海, 形成了大面积的水上和水下三角洲浅水区域, 末次冰期以来, 渤海共发生了 3 次海侵, 自下而上分别为沧州海侵 (又有 3 次波动)、献县海侵、黄骅海侵, 后者直至今日^[2]。

全新世海侵以来, 潮流成为渤海的重要动力之一, 对渤海沉积和地貌产生了深刻的影响, 形成了形态多样的潮流沉积单元。渤海东部的潮流三角洲及其潮流沙脊的组构和浅地层物探解释早有研究^[1, 3-7], 但缺乏钻孔资料验证, 本文拟通过沙席区的几个钻孔岩心 (图 1) 解释渤海东部晚第四纪海陆环境演变历史, 并通过分析潮流沙席的沉积特征来推断渤海东部潮流三角洲的演化过程。

1 材料与方法

CD5 孔为海底工程钻孔, 位于 $39^{\circ}09'14''N$ 、 $120^{\circ}18'34''E$, 孔口处水深 19.3 m (海图基准), 孔深 50.6 m。按其岩性成分、层理构造以及生物化石等特征共取样 75 个进行粒度、微体古生物、¹⁴C 测年、矿物成分以及工程物理学性质的测定分析, 其中粒度、矿

物和工程物理学在中国海洋大学海洋地质实验室进行;¹⁴C 测年在国家海洋局第一海洋研究所¹⁴C 实验室进行; 微体古生物在天津地质矿产研究所进行。运用年代地层学、生物地层学、沉积地层学等方法绘制了 CD5 孔柱状图 (图 2), 并划分了各层沉积相, 进行古环境分析。其他各孔岩心也是海底工程钻孔, 均做过粒度划分。

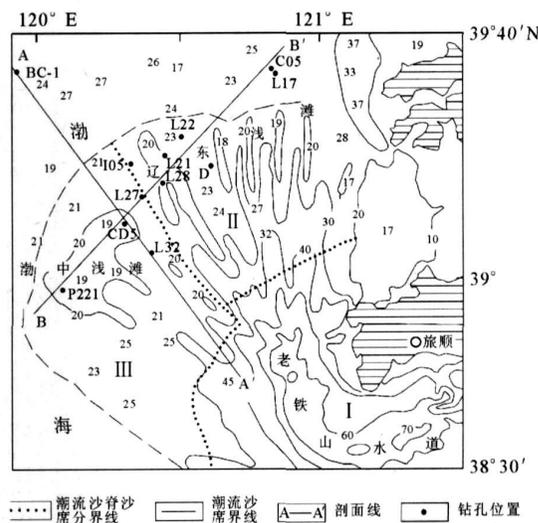


图 1 渤海东部潮流沙席区站位分布

(底图据渤海 1:500 000 海图, 修改)

- I. 老铁山水道侵蚀区; II. 辽东浅滩潮流沙脊区;
III. 渤中浅滩潮流沙席区; (据参考文献[1]补充)

Fig. 1 Distribution of the drill holes in the tidal sand sheet region of east Bohai Sea (modified according to the 1:500000 sea map)

基金项目: 国家自然科学基金项目(40476032)

作者简介: 刘升发(1979—), 男, 博士生, 海洋地质专业, E-mail: shengfa_liu@163.com

收稿日期: 2007-10-12; 改回日期: 2007-12-06. 张光威编辑

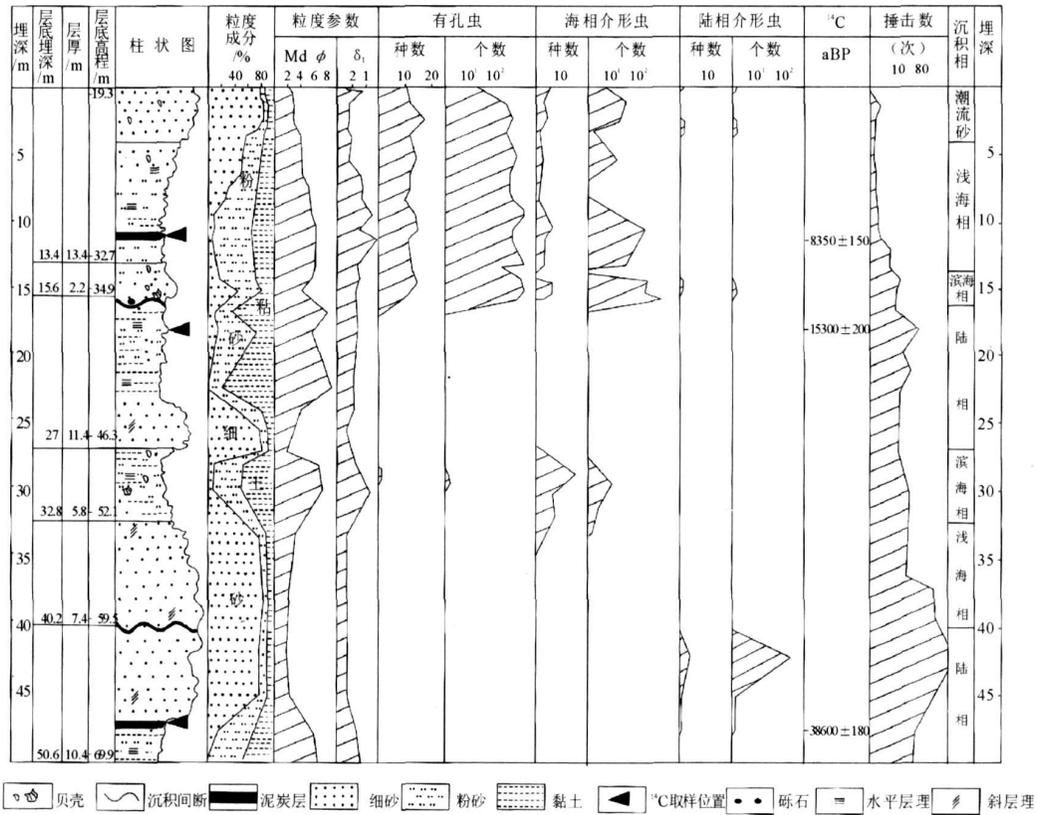


图2 渤海东部 CD5 孔地层柱状图

Fig. 2 Stratigraphic column of hole CD5 in the east Bohai Sea

2 晚第四纪古环境演变

2.1 CD5 孔岩性地层

根据岩心分析资料 CD5 孔自下而上可划分成 4 层:

第 1 层:埋深 40.2~50.6 m,厚 10.4 m,黄色粉砂质细砂,砂质粉砂和暗灰绿色黏土质粉砂,中值粒径 6.3 Φ,分选不好,固结较硬。上半部含大量湖沼相介形类化石,为纯净玻璃介(*candoniella albicans*)组合,主要种属还有粗糙土曼介(*Llyocypris bradyisars*)和白小旋螺(*Gyraulus albus*)等,种数多而个数少。埋深 47.65~47.80 m 泥炭层¹⁴C 年龄为 38 600±180 aBP,河湖相。

第 2 层:27.0~40.2 m,厚 13.2 m,黄色砂质粉砂,黏土质粉砂和粉砂质细砂,固结较硬。32.8 m 以上粉砂和黏土为主,中值粒径 6.9~7.5 Φ,分选不好,具有水平层理,纹层 1 mm 左右。含大量贝壳碎屑,较多完整贝壳,主要种属有杂色蛤(*Ruditopes variegata*)、小型褶牡蛎(*Osirea plicatula*)抵氏鲎

螺(*Umboium thomasi*)等,滨海相。

其中 32.8~40.2 m 以细砂为主,中值粒径 2.5~3.5 Φ,分选较好,疏松,具有斜层理,砂中偶见直径 1~2 mm 的贝壳碎屑,浅海相。

第 3 层:15.6~27.0 m,厚 11.4 m,黄色粉砂质黏土和细砂质粉砂,其中 23.4 m 以上粉砂质黏土较多,中值粒径 6.0~9.0 Φ,分选不好,具有水平层理,固结较硬,在 18.4 m 处见 30 cm 厚的泥炭层,¹⁴C 年龄为 15 300±200 aBP,23.4 m 以下细砂较多,具斜层理,偶见灰色粉砂夹层细砾层,陆相。

第 4 层:0~13.4 m,青灰色砂、粉砂和粉砂质砂砾层,含丰富的有孔虫和海相介形类化石,主要优势种包括同现卷转虫(*Ammonia annectens*)、毕克卷转虫(*A.beccarii vars*)、厚壁卷转虫(*A.confertites-ta Zheng*)、多室卷转虫(*A.multicella Zheng*)、冷水面颊虫(*Buccellafrigida Cushamn*)、凹坑筛十字虫(*C.Gnythosuturalis Ho.Huet Wang*)、异地希望虫(*Elphidium advenum*)、缝裂希望虫(*E.magellanicum*)、具瘤先希望虫(*Protelphidium tuberculata Orbigny*)、多变假小大字虫(*Pseudononionella Varisbilis Zheng*)等有孔虫和大量海相介形类,如

皮桑双角花介(*Bicomucy there bisanensis*)、陈氏新单角介(*Neomonocciatina chena* Zhao)、凹陷中华美花介(*Sinocytheridea impressa*)、布氏咸契曼介(*Wichmannella bradyi*)等。

按粒度组成又可分成 3 个亚层, 第 1 亚层埋深 13.4~15.6 m, 由青灰色黏土质粉砂和粉砂质黏土组成, 含小砾石、贝壳碎屑和木屑植物枝叶, 与下伏陆相层呈明显的不整合关系, 滨海相; 第 2 亚层埋深 4.8~13.4 m, 为灰色含贝壳碎屑的粉砂质黏土层, 松软, 偶见 1~5 mm 的泥砾, 具有水平层理, 在 11.15~11.30 m 夹暗灰色黏土夹层, ^{14}C 年龄为 8350 ± 150 aBP, 为浅海相沉积; 第 3 亚层 0~4.8 m, 为青灰色细砂层, 疏松, 纯净, 无明显层理构造, 含贝壳碎屑和 2~5 mm 的黏土包裹体, 并含压缩玻璃介(*Candona compressa*)、粗糙土曼介(*Hyocypris bradyisars*)等陆相介形虫, 属于潮流沙席沉积层。

2.2 古环境演变

CD5 孔地层的岩性特征、微体化石组合和 ^{14}C 年代学资料, 有力阐明了本区晚第四纪以来的沉积环境演变和地质演化历史。大约在 38.6 kaBP 之前, 渤海中东部尚属于河湖平原的陆相环境, 沉积了 CD5 孔的第 1 层。30 kaBP 时, 海水侵入到本区, 淹没当时的渤海, 相当于渤海西岸的献县海侵, 辽东湾的先锋海侵。直至约 22 kaBP, 沉积了 7.4 m 厚的浅海相地层, 其中上部为滨海相。大约在 22~9 kaBP 期间海水退出渤海, 本区处于平坦的河湖陆相沉积环境, 渤海盆地的河流通过本区及现代渤海海峡流至黄海盆地, 在本区沉积了厚 11.4 m 的第 3 层地层。全新世气候逐渐变暖, 海平面再次上升, 大约在 9.0 kaBP 期间, 海水淹没到本区, 并形成全新世的渤海, 在渤海西岸称为黄骅海侵, 辽东湾称为盘山海侵, 海水淹没的初期, 在 8.0 kaBP 左右改造了原来的河湖相平原, 在本区沉积了第 2 亚层亦即滨海

相层; 8~3.6~2.4 kaBP 期间, 海面继续上升, 潮流作用增强, 沉积了第 3 亚层; 3.6~2.4 kaBP 以来, 潮流携带老铁山水道侵蚀物质, 在 CD5 孔附近沉积下来, 形成了 4.8 m 厚的第 4 亚层亦即潮流沙席沉积层。

3 现代潮流沙席沉积

渤海中、东部发育了典型的潮流沉积地貌体系, 面积约 11 000 km²^[8], 由老铁山水道宽约 40 km 的冲刷槽、辽东浅滩的数条潮流沙脊和渤中浅滩广阔的潮流沙席等 3 类地貌单元组成, 前者是入渤海潮流的强烈侵蚀区, 后两者为潮流沉积区。本文提供的 CD5 孔和 I05、C05、P221、L27、L21、L22、L32、L28 和 L17 等孔多分布于沙席区和一部分沙脊间的凹槽区(图 1)。按刘振夏等^[8]的划分, 潮流沙席区在该沉积体系的西部, 面积约 5 000 km², 水深 15~30 m, 海底表面为平坦的细砂。本文主要通过位于沙席区的 CD5 孔的上部 4.8 m 厚的沙席地层和附近几个钻孔的岩心样品分析资料, 来研究沙席砂的沉积特征和环境演变。

3.1 粒度特征

选取 CD5 孔的 S-1 至 S-11 6 个样品和 I05 孔 S-3 号样品对其作 1/4 的筛分, 并按照海洋调查规范标准计算得到了粒度参数, 列入表 1。并分别绘制了概率累积曲线和 CM 图。可知沙席沉积物以细砂为主, 砂含量达 90% 左右, 黏粒(< 0.03 mm)含量极少, 砂比较纯净, 分选好, 说明长期接受潮流的冲洗和簸选作用, 具有典型潮流沉积特征。概率累积曲线的跃移组分由两段斜率稍异的直线组成, 反映涨落潮方向相反, 流速和历时均不等的动力环境。一些样品还直接落于 CM 图上的黄海潮流沙脊区^[4]内, 说明同属于潮流沉积类型(图 3、图 4)。

表 1 渤海东部 CD5 孔和 I05 孔样品粒度参数

Table 1 Grain parameters of holes CD5 and I05 in the east Bohai Sea

站位号	样品号	埋深/m	粒度参数			CM 参数		砂含量 > 0.063 mm) /%
			中值粒径 M_d/Φ	标准偏差/ δ_1	偏态/ SK_1	M	C	
I05	S-3	0.10-0.25	2.990	0.872	0.645	125.87	175.77	88.00
CD5	S-1	0.10-0.25	2.114	1.468	1.212			94.86
CD5	S-2	0.75-0.90	2.938	3.941	0.929	130.49	258.82	96.12
CD5	S-4	1.40-1.55	2.975	1.557	1.248			90.48
CD5	S-8	3.30-3.45	3.121	0.813	0.699	114.94	170.57	84.30
CD5	S-10	4.15-4.30	3.216	1.238	0.780	107.62	165.02	81.75
CD5	S-11	4.30-4.45	3.876	2.868	1.694			85.15

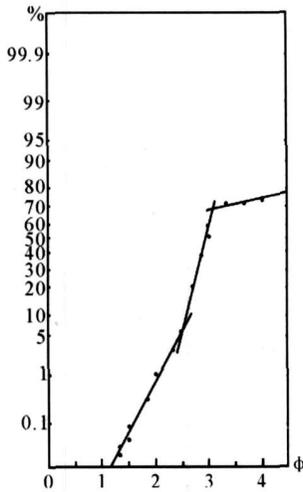


图3 渤海东部 CD5 孔 S-2 样品概率累积曲线

Fig. 3 Probability cumulative curves of S-2 in the east Bohai Sea

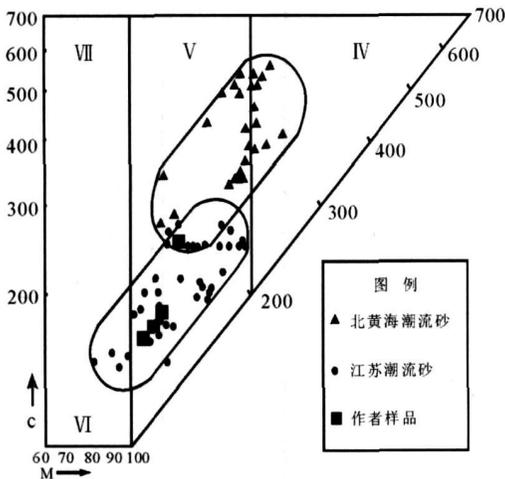


图4 渤海东部 CD5 潮流砂 C-M 图及其比较

Fig. 4 C-M map of tidal sand in the east Bohai Sea

据表 1, 沙席沉积参数的垂向分布上大致显出砂层有向上变粗, 砂含量增高, 黏粒含量减少的趋势, 说明目前潮流作用正方兴未艾, 结合源区(老铁山水道冲刷槽)普遍出露较硬的陆相硬黏土现象, 说明潮流对侵蚀槽的侵蚀量降低, 沙席物源变少, 已趋于平衡状态。

3.2 矿物成分

渤中浅滩的砂是潮流从远距离搬运而来的, 长时期的运移和分选造成矿物成分简单, 以石英、长石轻矿物为主, 石英含量还是与粒度相关, 按 3 个样品的初步分析, 大于 0.25 mm 的砂中, 石英占 50~60%, 0.125~0.2 mm 细砂粒级里, 含量比例更大。重矿物含量一般只占 1%~2%。主要成分以钛铁矿、石榴子石、锆石等为主, 他们均为稳定重矿物; 而

不稳定重矿物含量较低, 仅见少量普通角闪石和绿帘石, 其总量不足重矿物总量的 1/4。可见, 在强潮流作用下只有稳定重矿物能够完整的保存下来, 但也受到磨损, 而不稳定矿物基本上被磨蚀掉或转化为稳定矿物。细砂中的海绿石^[8]是一种富钾、富铁的含水层状铝硅酸盐矿物, 产于长期底流速强的海洋环境, 可能是老铁山水道下层浅海相砂体再搬运的结果。

3.3 微古化石

本来砂质物中有孔虫等化石壳体含量一般较少, 而 CD5 孔上部沙席中却含十分丰富的有孔虫, 且近岸种较多; 介形类也以浅海相和滨海相近岸种为多, 但 S-1、S-8、S-10 3 沙席样品中也含有金黄浪花介 (*Cythere luteaomotenipponica Hanal*)、针孔花形介 (*Cytheromorpha acupunctata*) 和粗糙土曼介 (*Hyocypris bradysars*) 等陆相介形类化石。这种海相为主附以陆相的微体化石组合, 说明涨潮流不断侵蚀老铁山水道区的海陆相间的地层, 并被带到沙席区沉积, 也是潮流三角洲砂沉积的标志性化石组合。

4 潮流沙席形态与演化

4.1 潮流沙席的厚度

CD5 等 10 个钻孔均分布于渤东潮流三角洲^[7]的沙席区和沙脊间的凹槽带上, 他们的岩心均呈上下两层, 上部为纯净松散的细砂层, 下部为粉砂质黏土或黏土质粉砂层, 上层超覆于下层之上, 两者间呈突变接触。上部砂层的厚度即现代潮流三角洲的沉积厚度, 随各孔在潮流三角洲上地貌位置(海底起伏)的差异而不同。CD5 孔、L32(图 5)和 P22(图 6)孔上部砂层分别厚 4.8、5.8 和 4.8 m, 皆位于 Hayes(1980)模式的涨潮沙坪上^[9], 是沙席砂的较厚地带。L27、L21、L22 和 I05 孔均位于第 6 沙脊^[7]两侧的凹槽区, 它们上部的沙层分别厚 3.8、4.6、3.8、0.8 和 2.8 m; L28 孔位于第 6 沙脊南翼接近顶部位置, 厚 8 m; 特别是 L27 和 L21 孔正扼 6 号沙脊的两侧, 按水深图(图 1)可查出该沙脊厚度为 10.5 m, 而沙脊两侧凹槽的砂厚度只有 3.8 m。C05 和 L17 孔位于该潮流三角洲的辽东沙脊区的北边缘, 砂呈斑块状分布, 砂层厚度只有 0 和 1.3 m。而 Be-1 孔位于渤海盆地内, 为潮流三角洲尚未影响到的地带, 缺失沙席层。

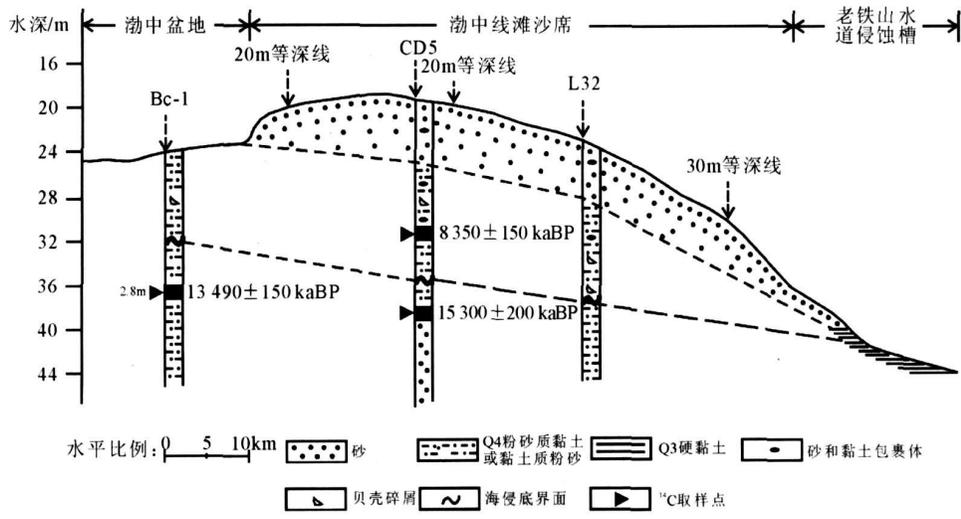


图 5 渤海中东部潮流沉积 A—A' 剖面

Fig. 5 Column section of A—A' in the east Bohai tidal sand area

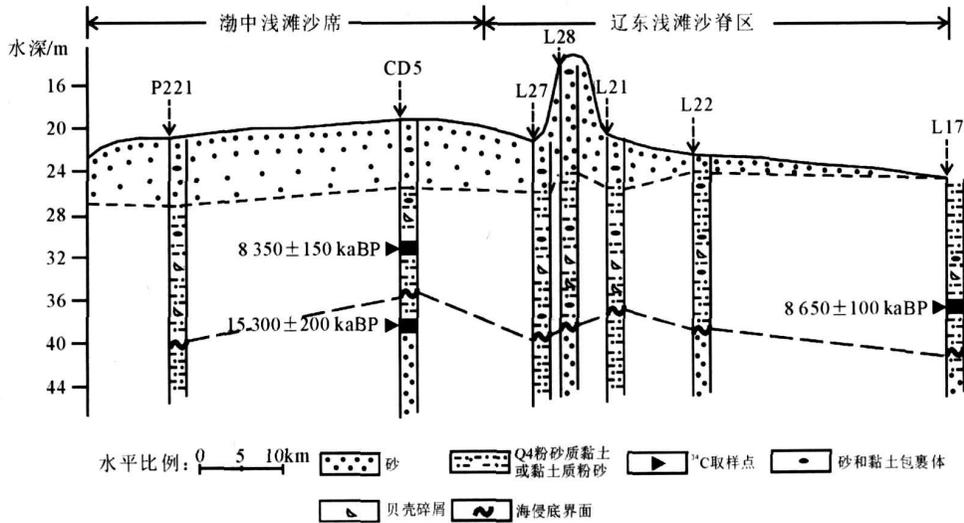


图 6 渤海中东部潮流沉积 B—B' 剖面

Fig. 6 Column section of B—B' in the east Bohai tidal sand area

4.2 潮流沙席的沉积年代

CD5 孔位于渤东潮流三角洲潮流沙席的中北部, 该岩心的全新世海相层的底界是通过生物地层学和浅层物探资料划定的。在该孔埋深 11.5 ~ 11.30 m 处黑色黏土¹⁴C 年龄为 8 350 ± 150 aBP, 根据董太禄关于该区沙席下伏浅海相地层的沉积速率 0.18 ~ 0.27 cm/a^[10] 可计算出沙席底界面(埋深 4.8 m)沉积年代为 3.6 ~ 2.4 kaBP, 因此, 可以认为该沙席(CD5 孔附近)为 3.6 ~ 2.4 kaBP 以来的快速沉积, 并覆盖于渤中盆地地层之上。

4.3 渤东潮流沙席的形成与演化

渤海潮流沙席为渤东潮流三角洲的一部分, 按

Hayes 模式属于涨潮沙坪部位, CD5 和 L32 孔均位于沙席区(图 1), L32 孔(图 5)以东约 35 ~ 40 km 即 30 m 等深线通过区, 再向东逐渐进入老铁山水道冲刷槽, 那里海底裸露晚更新世硬黏土层^[8]。按黄渤海资料, 渤海中东部从全新世海侵初就开始沉积, 其沉积范围从小逐渐扩大。可将渤海东部潮流沙席的演化过程大致划分为 3 个阶段: (1)早全新世海侵开始, 气候转暖, 海平面开始迅速回升, 约在 9 kaBP, 海水逐渐进入渤海^[1], 渤东潮流三角洲发育缓慢, 三角洲面积小, 大约在现代老铁山水道西口和现代 30 m 等深线以东区域, 宽度约 25 km, 尚不能影响到研究区。(2)8 ~ 3.6 ~ 2.4 kaBP 期间, 该潮流三角洲迁移速度增大, 潮流三角洲扩展至 L32 至 30 m 等深线之间的区域, 宽度约 40 km, 砂层最厚处接近 6

m, CD5孔附近尚无潮流沙席沉积, 仅仅在特大潮流时个别砂包裹体和黏土包裹体可达, 如在CD5孔全新世海相层第3亚层偶见泥砾和黏土包裹体。(3) 3.6~2.4 kaBP以来, 潮流沙席开始快速扩展, 沙席迁移至CD5孔一带, 随后不断增厚和西侵, 其边界临近Bc-1孔处, 形成了宽度约为70 km的现代潮流沙席。近年沙席前进缓慢, 其原因有些研究者的认为近几十年辽东浅滩沙脊顶部10、20 m等深线头尾明显缩短, 潮流沙脊可能因渤海纳潮量减小而处于退化阶段^[4]。本文认为这或许也与沙席堆积区与老铁山水道侵蚀区处于相适应的稳定阶段有关。

5 结论

(1) 根据粒度、微古化石和¹⁴C资料可以将CD5孔划分为两个海相层和两个陆相层。晚第四纪39 kaBP及其以前本区处于陆上沉积环境, 39~22 kaBP发生了献县海侵, 沉积了渤海盆地的第2海相层, 22~9 kaBP渤海海水退出, 裸露成陆地, 河流、风化等作用沉积了以细粒为主的第2陆相层, 全新世9 kaBP发生了渤海的全新世海侵, 开始被海水淹没, 开始沉积全新世第1海相层。

(2) CD5孔沙席粒度参数的垂向分布上大致显出砂层有向上变粗, 砂含量增高, 黏粒含量减少的趋势; 矿物组成多以稳定矿物为主; 微体古生物化石组成以海相为主, 但也见少数陆相种。潮流沙席的粒度、矿物和微古特征表明砂质沉积物为强潮流作用下的由老铁山水道运移而来的侵蚀物。

(3) 渤海潮流沙席作为渤东潮流三角洲的一部分, 大约在3.6~2.4 kaBP以来开始快速沉积, 形成了厚度为0~6 m不等的渤中浅滩沙席, 且CD5孔一带厚度较大, 大多在4.5 m以上。潮流沙席的演化过程大致可以分为9~8、8~3.6~2.4、3.6~2.4 kaBP以来3个阶段, 且近年来基本上与物源区达到了平衡, 处于相对稳定状态。

参考文献(Reference)

[1] 刘振夏, 汤毓祥, 王揆洋, 等. 渤海东部潮流动力地貌特征[J]. 黄渤海海洋, 1996, 14(1): 7-21. [LIU Zhen-xia, TANG Yu-xiang, WANG Kui-yang, et al. Tidal dynamic geomorphic

system in the east part of the Bohai Sea[J]. Journal of Oceanography of Huanghai & Bohai Seas, 1996, 14(1): 7-21.]

- [2] 庄振业, 许卫东, 刘东生, 等. 渤海南部S-3孔晚第四纪海相地层的划分及环境演变[J]. 海洋地质与第四纪地质, 1999, 19(2): 27-35. [ZHUANG Zhen-ye, XU Wei-dong, LIU Tung-sheng, et al. Division and environmental evolution of late Quaternary marine beds of S-3 hole in the Bohai Sea[J]. Marine Geology and Quaternary Geology, 1999, 19(2): 27-35.]
- [3] 刘振夏, 夏东兴. 潮流沙脊的水力学问题探讨[J]. 黄渤海海洋, 1995, 13(4): 23-28. [LIU Zhen-xia, XIA Dong-xing. A probe into hydraulic problems about tidal current ridges[J]. Journal of Oceanography of Huanghai & Bohai Seas, 1995, 13(4): 23-28.]
- [4] 刘振夏, 夏东兴. 潮流沙脊的初步研究[J]. 海洋与湖沼, 1983, 14(3): 286-296. [LIU Zhen-xia, XIA Dong-xing. Preliminary results of tidal current ridges[J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 1983, 14(3): 286-296.]
- [5] 夏东兴, 刘振夏, 王揆洋, 等. 渤海东部更新世末期以来的沉积环境[J]. 海洋学报, 1995, 17(2): 86-92. [XIA Dong-xing, LIU Zhen-xia, WANG Kui-yang, et al. Depositional environment in eastern Bohai Sea since the latest Pleistocene last glacial stage. [J]. Acta Oceanologica Sinica, 1995, 17(2): 86-92.]
- [6] 汤毓祥, 刘振夏, 姚兰芳. 渤海M2潮流及其与辽东浅滩潮流脊发育的关系[J]. 海洋通报, 1994, 13(1): 25-30. [TANG Yu-xiang, LIU Zhen-xia, YAO Lan-fang. M-2 tidal current in Bohai Sea and its relation with evolution of tidal current ridges overshoot off Liaodong peninsula[J]. Marine Science Bulletin, 1994, 13(1): 25-30.]
- [7] 王明田, 庄振业, 葛淑兰, 等. 辽东湾中北部浅层埋藏古河道沉积特征及对海上工程的影响[J]. 黄渤海海洋, 2000, 18(2): 18-24. [WANG Ming-tian, ZHUANG Zhen-ye, GE Shu-lan, et al. Sediment characteristics of the shallow buried paleochannels in the north-central Liaodong Bay and their negative effects on nautical engineering[J]. Journal of Oceanography of Huanghai & Bohai Seas, 2000, 18(2): 18-24.]
- [8] 刘振夏, 夏东兴, 汤毓祥, 等. 渤海东部全新世潮流沉积体系[J]. 中国科学, 1994, 24(12): 1331-1338. [LIU Zhen-xia, XIA Dong-xing, TANG Yu-xiang, et al. The Holocene tidal depositional system in eastern Bohai sea[J]. Science in China, 1994, 24(12): 1331-1338.]
- [9] Hayes M O. General morphology and sediment patterns in tidal inlet[J]. Sea. Geol. 1980, 23: 139-156.
- [10] 董太禄, 杨光复, 徐善民. 渤海南部现代沉积特征[J]. 海洋地质与第四纪地质, 1995, 15(4): 131-134. [DONG Tai-lu, YANG Guang-fu, XU Shan-min. Modern sedimentary characteristics in the south of the Bohai Sea[J]. Marine Geology and Quaternary Geology, 1995, 15(4): 131-134.]

ENVIRONMENTAL EVOLUTION AND TIDAL SAND SHEET SEDIMENTATION IN LATE QUATERNARY IN THE EAST BOHAI SEA

LIU Sheng-fa^{1, 2}, ZHUANG Zhen-ye³, LONG Hai-yan³

(1 Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China;

2 Graduate School, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China;

3 Ocean University of China, Qingdao 266100, China)

Abstract: According to analysis of lithology, biology and chronology, hole CD5 can be identified to have two marine beds and two continental beds from top to bottom. The two transgressive periods were from 39 to 22 kaBP and from 9 kaBP to the present day. Tidal delta of the Bohai Sea around hole CD5 has had rapid sedimentation since 3600 ~ 2400 kaBP and formed tidal sand sheet 4.8 m in thickness. Through analyzing more than 10 holes in the east Bohai Sea, the environmental evolution of tidal sand sheet from Holocene was clear and the sand sheet experienced three evolution stages (9 ~ 8 kaBP, 8 ~ 3.6 kaBP, 3.6 ~ 2.4 kaBP), and now it is relatively stable.

Key words: Quaternary strata; environmental evolution; tidal sand sheet; east Bohai Sea