

苏北近海平原沉积物的粒度特征及其环境意义

赵永杰¹, 陈 晔¹, 徐 娟², 金爱春¹, 高燕云¹

(1 南京师范大学地理科学学院, 江苏 南京 210046)

(2 安徽淮南第二十四中学, 安徽 淮南 232007)

[摘要] 对射阳海滩、兴化浅孔沉积物的粒度特征进行对比分析, 研究表明: 典型的海相沉积物频率曲线为单峰正态分布, 主峰范围窄, 集中在 50~65 μm , 砂含量高达 40%, 粘土含量不到 10%, 概率累积曲线存在推移组分且占到 5% 左右, 属海滩沉积; 典型的陆相沉积物频率曲线为单峰偏负态分布, 主峰范围较广, 位于 5~30 μm 之间, 砂含量最大值仅 11%, 概率累积曲线中无推移组分, 跃移占 70% 左右, 属于静水沉积; 最后, 对比讨论建湖海陆过渡相不同层段沉积物的粒度特征分析其沉积环境: 434~395 cm 层段属于湖沼相沉积; 395~295 cm 层段初步判断为泻湖沉积环境; 295~150 cm 层段可能受到海水影响; 150~110 cm 层段初步判断属于湖泊沉积环境。

[关键词] 射阳, 建湖, 兴化浅孔, 粒度特征, 沉积环境

[中图分类号] P534.63 [文献标识码] A [文章编号] 1001-4616(2010)03-0103-06

Grain Size Characteristics and Their Environmental Significance of Northern Jiangsu Coastal Plain

Zhao Yongjie¹, Chen Ye¹, Xu Juan², Jin Aichun¹, Gao Yanyun¹

(1 School of Geography Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210046, China)

(2 The No. 24 Middle School of Anhui Huainan, Huainan 232007, China)

Abstract By horizontal comparison for grain size characteristics of Sheyang beach, Xinghua shallow drilled sediment, the results showed that the frequency curve for typical marine sediment is single peak normal distribution, which main peak is narrow and concentrated in the 50~65 μm , the content of sand up to 40%, clay less than 10%, and the process content in the cumulative probability curve accounted for 5%, which belonged to beach deposits. Moreover, the frequency curve for typical continental sediment is single peak partial negative state distribution and broader peak between 5~30 μm , the maximum content of sand only 11%, the process content in the cumulative probability curve has none saltation accounted for 70%, which attribute to lake sediment. Finally, discussion the grain size characteristics for transition phase of sea and continental sediment in Jianhu found that 434~394 cm layers belongs to lake and marsh sediment, 395~295 cm layers is preliminary judge for the lagoon sedimentary environments, 295~110 cm layers affected by seawater, 150~110 cm layers are lake sedimentary environment.

Key words Sheyang, Jianhu, Xinghua shallow hole, grain size character, sedimentary environment

沉积物的粒度是恢复过去古气候、古环境状况的一个重要代用指标, 与沉积环境关系密切, 其分布不仅是沉积物类型划分的依据, 而且能够反映沉积环境和物源信息^[1-3]. 苏北盆地位于东亚季风区, 是全球变化的敏感区域, (结合其他指标) 其沉积物粒度特征能很好地反演不同时期的沉积环境及其变化, 并取得丰硕的成果^[2-4,14], 而关于不同沉积物粒度特征及其组合的横向比较还比较少. 本文选择射阳海滩沉积物、建湖冈西海陆交互带沉积物以及兴化盆地 YZ 浅孔湖泊沉积物作为研究对象, 通过粒度指标的分析, 横向对比海(海滩)相、陆相沉积物的粒度特征及其环境指示意义, 并将其应用到建湖冈西剖面, 对比分析海陆

收稿日期: 2009-12-10

基金项目: 国家自然科学基金(40671193).

通讯联系人: 陈 晔, 副教授, 研究方向: 第四纪沉积与环境变迁. E-mail: chenye@njnu.edu.cn

过渡带不同沉积环境下沉积物的粒度特征及其环境意义.

1 研究方法

1.1 采样

在苏北沿海海岸侵蚀和淤积的过渡地带射阳河口使用重力取样器获取沉积岩芯. 钻孔深度为 81 cm, 岩芯由灰黑色黏土质粉砂、黑色的黏土以及黑色的有机质团块等不同岩性的沉积物组成, 并以灰黑色黏土质粉砂为主, 采样间距为 1 cm, 共采取研究样品 81 个; 射阳浅滩上采样 244 个, 其中包括砂和残留在浅滩上的泥, 其沉积物均可代表现代意义上的海相沉积; 建湖冈西剖面位于里下河地区的腹部洼地, 选取 434 ~ 110 cm 层段作为研究对象, 2 cm 间距采样, 岩芯由黄褐色粉砂质粘土、灰黑色粘土、青灰色钙质粘土等沉积物组成, 因其在早中全新世经历了海水 3 ~ 4 次明显的进退, 因此位于全新世时期的海陆交互带^[15-18]; YZ 浅孔沉积物样品取自苏北盆地里下河地区的兴化市周庄镇附近, 钻孔岩芯长 613 cm, 顶部 44 cm 为耕作层, 岩性以粘土和粉砂质粘土为主, 全新世以来属于典型的陆相沉积^[7-9], 浅钻岩芯按 2 cm 间距进行采样, 共采实验样品 306 个 (图 1).

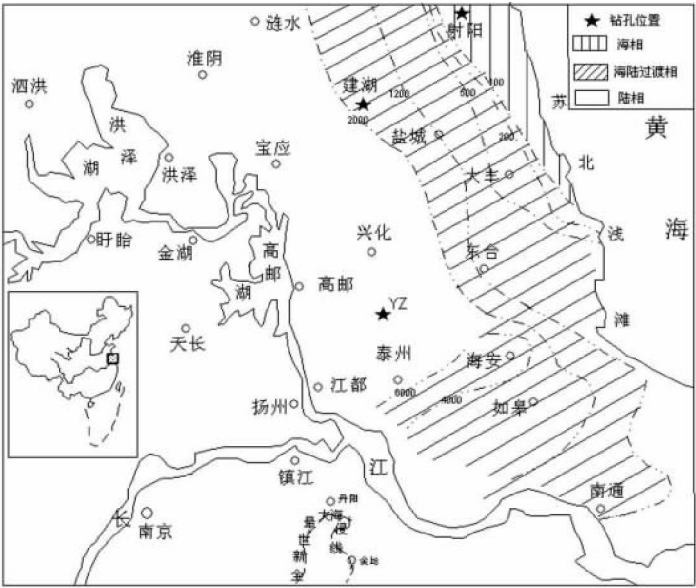


图 1 采样点地理位置略图 (据杨怀仁等修改)
Fig.1 Location of sampling points (Such as changes according to Yang Huairen)

1.2 建湖岩性描述

建湖冈西剖面依据岩性描述将其分为 4 个层段进行讨论, 即: 434~ 395 cm、395~ 295 cm、295~ 150 cm、150~ 110 cm. 岩性描述如下:

- (1) 0~ 110 cm 耕作层, 灰黑色粉砂质黏土;
- (2) 110~ 150 cm 深灰色黏土, 腹足;
- (3) 150~ 200 cm 灰黄色黏土, 浅灰色粉砂条带构成脉状层理, 单层厚 3~ 5 cm;
- (4) 200~ 230 cm 黄褐色黏土, 局部夹含黄色粉细砂条带, 水平层理, 砂纹层理;
- (5) 230~ 295 cm 青灰色黏土, 含较多贝壳碎片, 植物根系, 局部有脉状、透镜状层理、水平纹理;
- (6) 295~ 395 cm 青灰色黏土;
- (7) 395~ 410 cm 灰黑色淤泥, 含铁锰质充填根孔, 顶部见完整贝壳;
- (8) 410~ 434 cm 黑色泥炭淤泥, 有机质量高, 含植物根.

1.3 研究方法

主要对样品进行粒度指标的测试分析, 因粒度样品的预处理已有大量文献给予说明^[9-12], 故不赘述. 样品的测试是在南京师范大学地理科学学院激光粒度实验室由英国马尔文公司生产的 Mastersizer2000 粒度仪上进行, 粒度仪测量范围为 0. 2~ 2 000 μm.

2 结果与分析

2.1 粒度参数特征

2.1.1 粒度频率曲线特征及其对比

沉积物的频率曲线特征是判断沉积作用形式的重要手段之一, 频率曲线的峰态变化常反映沉积作用形式的变化^[2], 为此我们对沉积物的粒度频率曲线特征进行了分析(图 2): 射阳沉积物的粒度频率曲线以 a c型曲线为主, 个别样品为 d型曲线, 众数值介于 50~ 65 μm 之间; 兴化 YZ浅孔沉积物的频率累积曲线的形态以 b型曲线为主, 但众数值位于 5~ 30 μm 之间; 建湖沉积物的频率曲线以 b c d三种类型曲线形态为主, 众数值变动范围更宽一些, 介于 5~ 45 μm . 通过分析可以得出: a c曲线为单峰正态分布, 粒度组成相对集中, 平均砂占 37%, 粘土的含量一般在 10% 以下, 由此可认为 a型曲线代表典型的海相沉积, 受单一的水动力作用, 且水动力条件较强. 曲线 b为单峰偏负态分布, 粘土含量明显增加, 砂的含量低到平均 1. 4%, 认为 b型曲线受单一的物源作用, 可代表典型的陆相沉积; 对于建湖不同层段的频率曲线图分别进行了统计分析, 其中距地面 434~ 395 cm、395~ 295 cm、150~ 110 cm 几乎所有样品都是呈 b曲线类型, 粒径分布范围较宽, 众数值在 10 μm 左右, 水动力条件较弱. 距地面 295~ 150 cm 层段出现了接近于正态分布曲线, 还有 d曲线形态即双峰分布, 可能是受到了海水和河流双动力作用, 细粒径的峰值可能是受到海水的顶托作用.

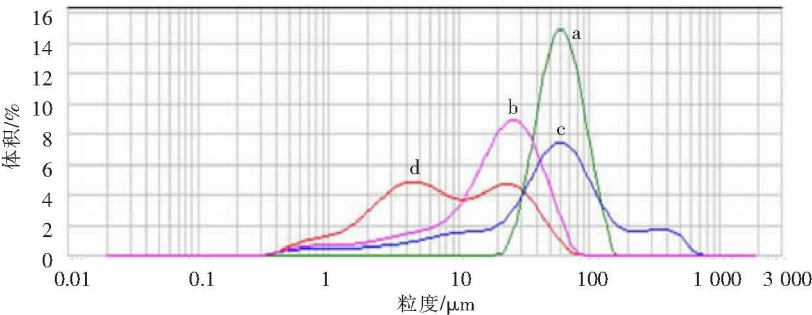


图 2 粒度频率曲线图
Fig.2 Frequency curve of sedimentary grain size

2.1.2 粒度参数特征及其对比

沉积物的粒度参数是反映沉积物来源和沉积环境的重要指标^[19], 射阳沉积物中值粒径的分布范围为 8~ 100 μm , 平均值高达 54. 941 μm (表 1), 以粗颗粒的砂质粉砂和砂为主, 分选系数在 1. 10~ 1. 81之间; 兴化 YZ浅孔的平均粒径的平均值只有 19. 437 μm , 以粘土质粉砂为主, 分选系数在 1. 24~ 1. 49之间. 射阳沉积物比 YZ浅孔沉积物粒度分选程度好, 表明射阳河口的水动力条件较兴化盆地的强; 射阳与兴化 YZ浅孔沉积物的偏度均为负值. 而尖度值兴化 YZ浅孔沉积物大于射阳, 说明浅水沉积环境中动力的作用大于深水沉积环境, 对沉积物的改造作用更强. 建湖各个指标并不是位于两者之间, 中值粒径的平均值小于兴化 YZ浅孔, 分选系数大于射阳和兴化, 可能是受海水的顶托作用, 粒径变小.

表 1 各区域粒度参数值
Table 1 Grain size parameters for study areas

| | | $Mz/\mu\text{m}$ | $Md/\mu\text{m}$ | So | SK | KD | Sand | Silt | Clay |
|------------|-----|------------------|------------------|--------|----------|-------|---------|---------|---------|
| 射阳 325个 | 最大值 | 184. 356 | 100. 799 | 1. 808 | 0. 118 | 9 520 | 78. 988 | 84. 352 | 23. 008 |
| | 最小值 | 14. 763 | 8. 472 | 1. 176 | - 0. 581 | 0 421 | 2. 054 | 19. 709 | 0 |
| | 平均值 | 60. 155 | 54. 941 | 1. 302 | - 0. 163 | 1 640 | 40. 469 | 55. 509 | 4. 022 |
| 建湖 162个 | 最大值 | 46. 634 | 27. 032 | 1. 887 | 0. 423 | 1 407 | 24. 138 | 93. 803 | 22. 719 |
| | 最小值 | 7. 570 | 5. 008 | 1. 231 | - 0. 433 | 0 905 | 0 | 58. 791 | 3. 155 |
| | 平均值 | 17. 38 | 11. 658 | 1. 414 | - 0. 149 | 0 993 | 2. 086 | 86. 144 | 11. 769 |
| YZ 303个 | 最大值 | 31. 224 | 28. 864 | 1. 493 | - 0. 023 | 6 137 | 11. 165 | 91. 901 | 33. 452 |
| | 最小值 | 8. 092 | 5. 966 | 1. 244 | - 0. 349 | 1 483 | 0 | 66. 548 | 6. 659 |
| | 平均值 | 19. 437 | 15. 744 | 1. 384 | - 0. 243 | 4 201 | 1. 433 | 81. 051 | 17. 516 |

2.2 SoMd 图、CM 图与概率累积频率图的变化特征及对比

散点图能够较好地地区分出沉积环境及水动力条件的变化 (图 3). SoMd 散点图上射阳较集中区域分选系数主要集中在 1.2~1.3 之间, 中值粒径值分布于 0.05~0.07 mm 之间, 分选性较好, 粒径较粗, 水动力条件较强; 兴化浅孔较集中区域分选系数位于 1.35~1.45 之间, 中值粒径分布于 0.01~0.02 mm 之间, 水动力条件很弱, 分选性较差. CM 图显示出, 射阳浅滩沉积物主要集中分布于 C (110~200 μm) 与 M (40~70 μm) 的交错区域, 代表典型的海相沉积环境; 兴化浅孔沉积物主要集中分布于 C (60~70 μm) 与 M (12~20 μm) 的交错区域, 为典型的静水沉积.

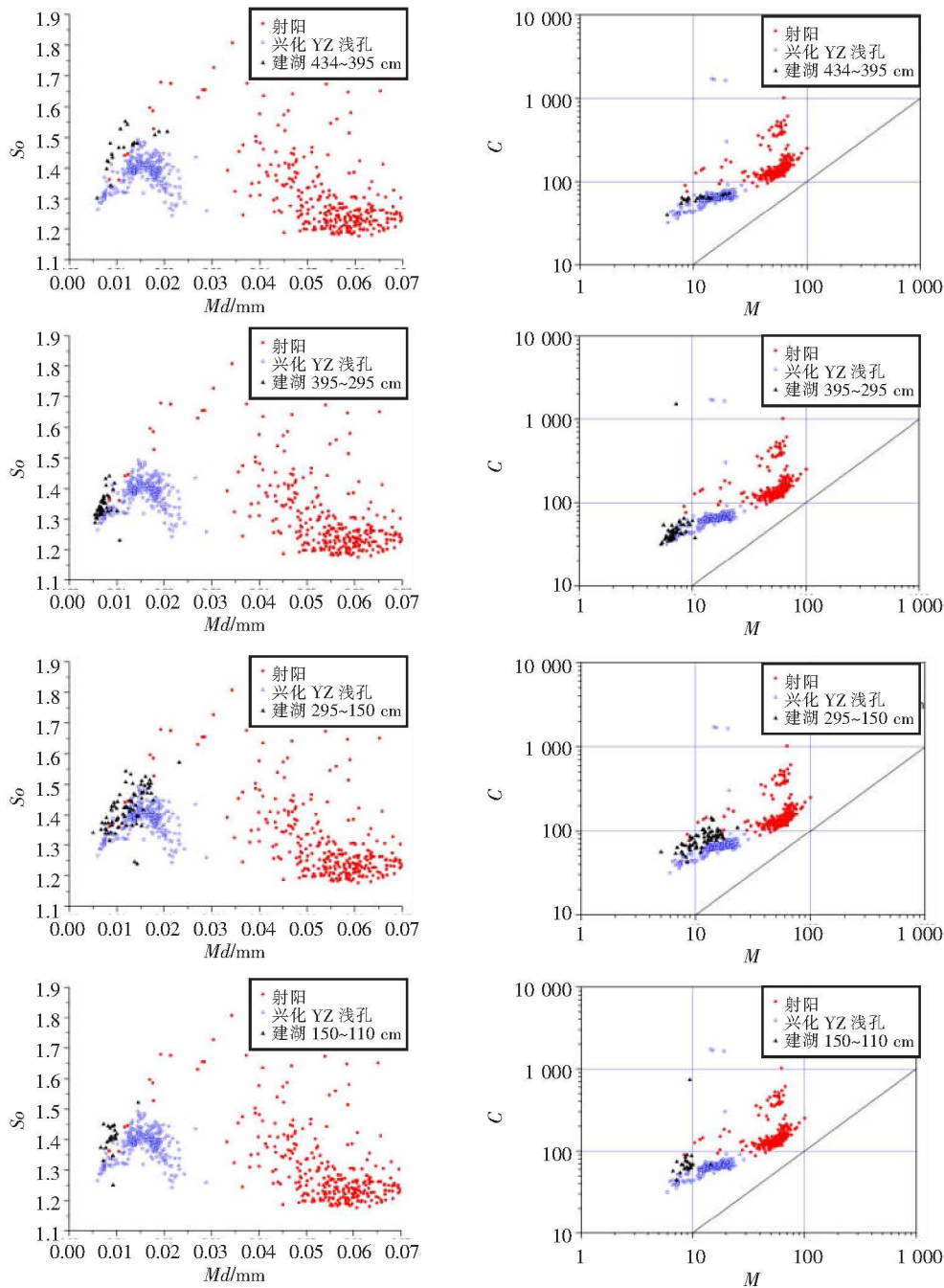


图 3 射阳、兴化及建湖不同层段散点图对比
Fig.3 Scatter plot comparison for Sheyang, Xinghua and different layers of Jianhu

建湖距地面 434~ 395 cm 分选性较兴化差, CM 中显示的沉积环境与兴化相似, 结合岩性分析, 属于湖沼相沉积.

建湖距地面 395~ 295 cm 分选系数位于射阳和兴化之间, 粒径比兴化小, 水动力很弱, 从 CM 图反映

的沉积环境来看, 可能是一种泻湖环境。

建湖距地面 295~ 150 cm 水动力条件明显变强, 粒径变粗, $So-Md$ 散点图和 $C-M$ 图的集中区域均向射阳偏移, 结合岩性分析, 这一层段可能受到海水影响, 但海水和河流两种动力是相向的, 因此粒径较兴化的细, 属于潮间带沉积。

建湖距地面 150~ 110 cm $So-Md$ 散点图和 $C-M$ 图较接近兴化, 沉积环境属于湖泊沉积。

射阳概率累积频率曲线 (图 4), 有两段式和三段式, 有推移组分且占 3% 左右, 跃移组分占 80% ~ 90% 以上, 斜率较大, 分选性较好, 水动力强且单一, 表现出典型的海滩沉积物粒度频率曲线形式。兴化盆地 YZ 浅孔沉积物 (图 5) 的概率累积曲线呈典型的两段式, 无推移组分, 跃移组分占 70% 左右, 显示出水动力条件较弱的浅湖相沉积环境。

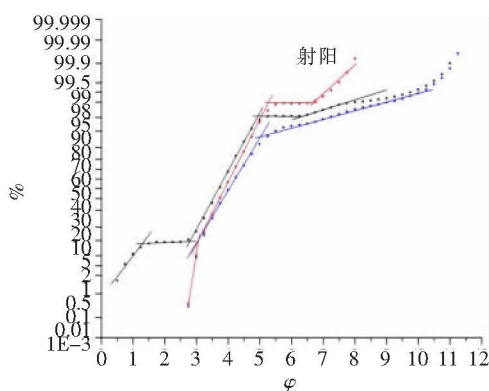


图 4 射阳部分样品的概率累积曲线图

Fig.4 Cumulative probability curve for some samples of Sheyang

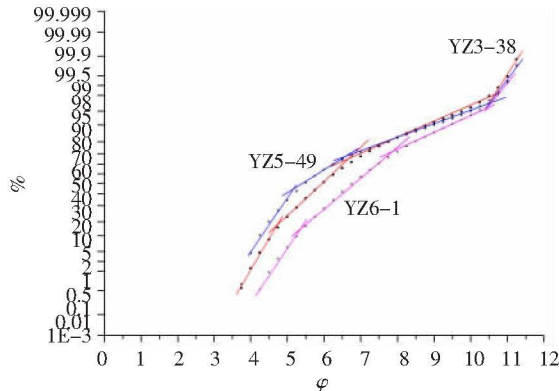


图 5 兴化浅孔沉积物部分样品的概率累积曲线图

Fig.5 Cumulative probability curve for some samples of Xinghua shallow drilled sediment

建湖 4 个层段样品概率累积曲线均呈两段式 (图 6), 区别较大的是 295~ 150 cm 层段样品的概率累积曲线截点小于 4 ϕ , 斜率较大, 说明水动力条件较大, 可能受到了海水的影响; 其他层段均显示典型的湖相沉积环境。

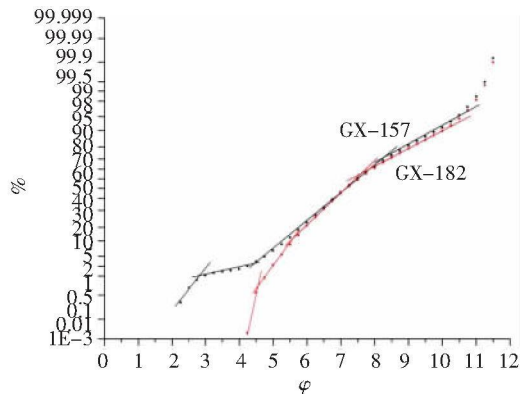
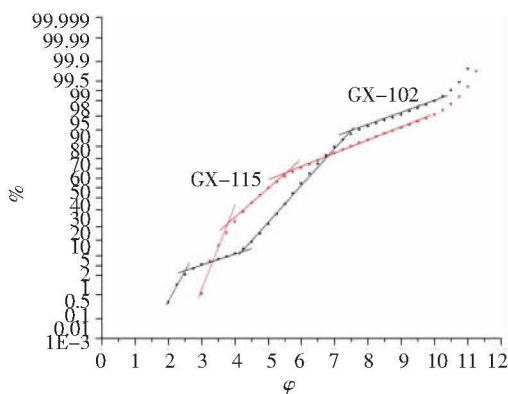


图 6 建湖冈西沉积物部分样品的概率累积曲线图

Fig.6 Cumulative probability curve for some samples of Gangxi Jianhu sediment

3 结论

通过以上对射阳、兴化沉积物粒度特征的对比分析, 可得出以下初步结论:

(1) 粒径以砂和砂质粉砂为主, 频率曲线多数呈单峰正态分布, 众数值位于 50~ 60 μm 之间, 分选性好, 概率累积曲线存在推移组分, 呈两段式和三段式两种, 分别显示水动力较强和低能的淤泥质海滩沉积物特征。 C (110~ 200 μm) 与 M (40~ 70 μm) 的交错区域为海相沉积环境。与苏北新洋港光滩的粒度特征一致^[4], 因此, 可以作为典型的海相沉积物粒度特征。

(2) 粒径以粘土质粉砂为主, 分选性较好, 频率曲线呈单峰偏负态分布, 细颗粒端的小细尾, 可能是湖

泊中自生的化学沉积, 概率累积曲线以两段式为主, 显示封闭的环境和弱的水动力条件, C ($60 \sim 70 \mu\text{m}$) 与 M ($12 \sim 20 \mu\text{m}$) 的交错区域为湖相沉积环境。淮河中下游洪泽湖湖泊沉积物粒度也具有上述特征^[2], 因此以上粒度特征可以作为典型的陆相沉积物的粒度特征。

沉积物的粒度参数包含大量的环境信息, 其特征的转变可以体现沉积环境的演变过程, 通过上述分析, 应用到海陆过渡相建湖剖面得出不同沉积环境下的粒度特征及环境意义, 初步讨论如下:

结合典型的海相、陆相沉积物的粒度特征, 对建湖距地面 434~110 cm 的沉积环境进行分段讨论: 首先, 总体来说, 建湖平均粒径小于射阳、兴化的, 在里下河平原, 建湖较兴化地势低, 距离湖中心近, 因此粒径较兴化小。其次, 在建湖 434~395 cm 层段沉积物的频率累积曲线呈单峰偏负态分布, 概率累积曲线为两段式, 散点图与兴化 472~400 cm 更接近, 属于湖沼相沉积, 不受海水影响; 395~295 cm 层段粒径最小, 水动力条件更弱, 概率累积曲线呈两段式, 散点图和 $C-M$ 图分布更偏兴化浅孔, 初步判断为泻湖沉积环境; 295~150 cm 层段粒径变粗, 频率曲线出现了射阳沉积物粒度频率曲线形态, 概率累积曲线出现推移组分, 水动力条件较强, 散点图略微偏射阳方向, 因此可能受到海水影响, 但由于海水的顶托作用, 粒径较兴化偏细; 150~110 cm 层段粒径大小、频率累积曲线、概率累积曲线等表现出的粒度特征均显示出接近于兴化的粒度特征, 初步判断不受海水影响, 属于湖泊沉积环境。

[参考文献]

- [1] An Zhisheng, Kukla G, Porter S C, et al Late quaternary dust flow on the Chinese loess plateau[J]. Catana 1991, 18(2): 125-132
- [2] 何华春, 丁海燕, 张振克, 等. 淮海中下游洪泽湖湖泊沉积物粒度特征及其沉积环境意义[J]. 地理科学, 2005 25(5): 590-596
- [3] 王君波, 朱立平. 藏南沉 错沉积物的粒度特征及其古环境意义[J]. 地理科学进展, 2002 21(5): 459-467.
- [4] 刘旭英, 高建华. 苏北新洋港潮滩柱状沉积物粒度分布特征[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2008 28(4): 27-35
- [5] 程琨, 高抒. 苏北近岸海域表层沉积物粒度及其对环境动力的响应[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2009 29(1): 7-12
- [6] 毛志刚, 王国祥. 苏北滨海湿地不同植被带沉积物粒度特征分析[J]. 海洋科学进展, 2008 26(4): 454-463
- [7] 潘凤英. 晚全新世以来江淮之间湖泊的变迁[J]. 地理科学, 1983 3(4): 361-368
- [8] 舒强, 李才林, 赵志军, 等. 苏北盆地钱钻沉积物磁化率与粒度记录的末次冰消期以来的环境变化[J]. 沉积学报, 2009 27(1): 111-117.
- [9] 卫艳, 舒强, 陈晔. 苏北盆地兴化 1#钻孔的沉积物粒度特征及其古环境意义[J]. 南京师大学报: 自然科学版, 2005 28(2): 101-107.
- [10] 蒋庆丰, 刘兴起, 沈吉. 乌伦古湖沉积物粒度特征及其古气候环境意义[J]. 沉积学报, 2006 24(6): 877-882
- [11] 孙千里, 周 杰, 肖举乐. 岱海沉积物粒度特征及其古环境意义[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2001, 21(1): 93-95.
- [12] 赵强, 王乃昂, 程弘毅, 等. 青土湖沉积物粒度特征及其古环境意义[J]. 干旱区地理, 2003 26(1): 1-5
- [13] 曹建廷, 王苏民, 沈吉, 等. 近千年来内蒙古岱海气候环境演变的湖泊沉积记录[J]. 地理科学, 2000 20(5): 391-396
- [14] 陈敬安, 万国江, 唐德贵, 等. 洱海近代气候变化的沉积物粒度与同位素记录[J]. 自然科学进展, 2000 10(3): 253-259
- [15] 勾韵嫔, 唐领余. 江苏北部全新世海侵事件和气候变化[J]. 江苏地质, 1999 23(4): 241-245.
- [16] 赵希涛, 鲁刚毅. 江苏建湖庆丰剖面全新世底层及其对环境变迁与海面变化的反映[J]. 中国科学 B 辑, 1991(9): 992-999
- [17] 鲁刚毅, 赵希涛. 江苏建湖庆丰海相全新世剖面的古生态学研究及古环境研究[J]. 地质科学, 1992(增刊): 261-268
- [18] 薛春汀. 关于江苏建湖庆丰剖面全新世沉积环境与海面变化关系的讨论[J]. 沉积学报, 2002 20(1): 174-177.
- [19] 成都地质学院陕北队. 沉积岩(物)粒度分析及其应用[M]. 北京: 地质出版社, 1978

[责任编辑: 丁 蓉]