

长江三角洲泥丘构造的发现及其意义*

陈中原 许世远

(华东师范大学地理系, 上海 200062)

提 要 利用浅地层剖面仪和钻孔,在 1982—1983 年对全新世长江水下三角洲的演化进行调查。结果表明,在现代河口沉降中心前缘东南方 60—80 km 的浅海地区,存在着若干泥丘构造。泥丘构造由晚更新世沉积物组成,有些正在顶起上部全新统地层,有些则已出露海底达 20 多米。调查资料证实,这些泥丘构造的形成,主要是由于长江河口沉降中心的沉积物重力压实作用所致。

关键词 泥丘构造 沉降 长江三角洲

世界上三角洲的沉降与地层变形关系密切,例如美国的密西西比、哥伦比亚的曼格拉纳和非洲的尼日尔三角洲,沉降作用形成了许多泥丘构造(Reading, 1978; Shepard et al., 1968)。长江三角洲沉降研究一直是个薄弱环节。通过长期的调查研究(严钦尚等, 1987; 陈中原等, 1991),发现该三角洲的沉降中心位于崇明、长兴和横沙岛,以及这些岛屿东侧的滨海一带,全新统地层在该沉降中心可达 60 多米。浅地层剖面揭示,本区晚第四纪地层变形非常明显,泥丘构造、地层剧烈弯曲和上翘现象很普遍,充分显示了长江三角洲的沉降特征。

1 研究方法

1982—1983 年,在长江口外 122—124° E, 30—32° N 之间的区域,利用 EG & G 的 UNIBOOM 浅地层剖面仪对水下三角洲开展调查(图 1)。地震测线共长约 3000 km,剖面仪震源输出脉冲能量为 300—500 J。记录纸上水平线的间距为 0.01 S (图版 I)。对靠近测线的 CJ-2 钻孔作了全新世浅地层层速度的计算。浅地层波的穿透深度在本区从 30—80 m 不等,分辨率一般为 0.5 m。工作时,船速保持 6 节。同时,在海区钻孔 5 个(CJ1—CJ5),每孔深约 50 m,对样品进行多种沉积相指标的分析,并利用在该区收集到的 50 多个钻孔和 30 多个碳同位素测年数据,结合浅地层剖面进行了晚第四纪地层和沉积相的划分与对比工作。

2 研究结果

2.1 声学地层和钻孔地层的关系 钻孔所揭示的全新统地层,自上而下共包括:晚、中全新世三角洲前缘的粉细沙、泥质粉沙和前三三角洲的细颗粒泥;早全新世的海侵沙、粉沙。位于这些沉积层之下的是晚更新世末期的河流沙和粉沙质粘土。

* 国家教委回国人员资助项目。陈中原,男,出生于 1953 年 1 月,教授。

参加野外工作的还有地矿部海洋地质综合调查大队的杨文达、沈邦培、唐保根等同志;研究工作得到杨启伦高级工程师的指导,谨志谢忱。

收稿日期: 1994 年 3 月 10 日,接受日期: 1994 年 7 月 10 日。

浅地层反射层从上到下可分 I, II, III 3 层(图版 I)。I 层的反射波为水平状, 连续性好, 相当于钻孔中晚、中全新世的三角洲前缘和前三三角洲沉积物; II 层反射波也呈水平, 但反射波密度不如 I 层, 局部较透明, 相当于钻孔中的中、早全新世的前三角洲泥和海侵沙、粉沙; III 层反射波普遍弯曲, 起伏很大, 相当于钻孔中晚更新世的河流沙和粉沙质粘土。II 和 III 波组层之间普遍存在着强反射界面, 且 II 层明显切割 III 层顶部。这是由于全新世早期海侵过程中的侵蚀作用所致。

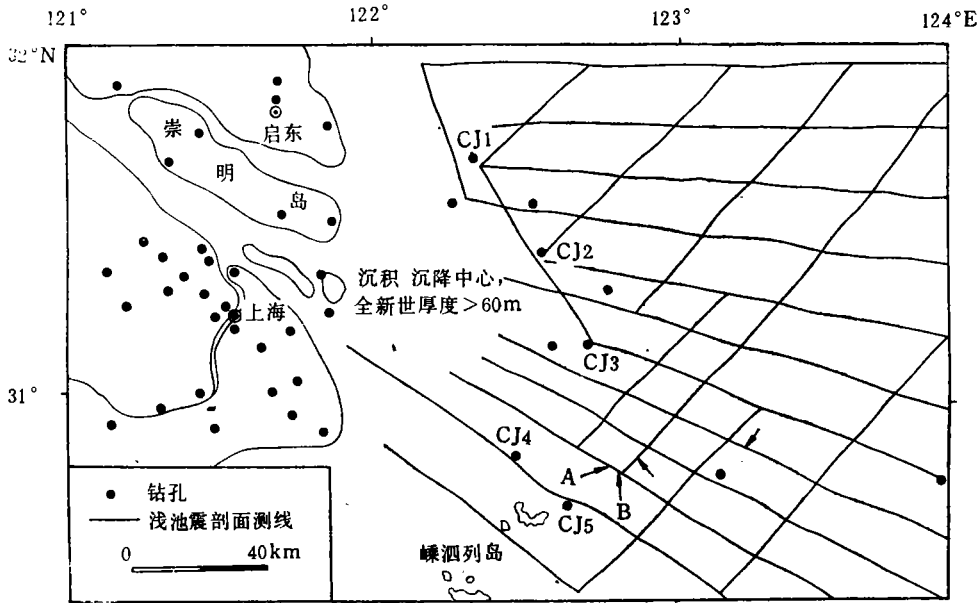


图1 长江三角洲浅地层剖面测线和钻孔位置(箭头指示泥丘构造位置)

Fig. 1 Map showing position of seismic track lines and core sites on the outer Changjiang delta

2.2 泥丘构造特征 浅地层剖面揭示, 在长江口东南方向 60—80 km 和距嵎泗列岛约 30—40 km 的地方(图 1), 存在着若干泥丘构造体(图版 I)。它们都由下部的 III 反射波组层组成, 下宽上窄, 侵入上部 II, I 波组层。按照这些泥丘构造的不同产状, 可分为两种: 第一种(图版 I:1)离岸较近(图 1), 自下而上侵入 II 波组层的全新统地层达 10 m 之多, 并明显顶起上部 I 波组层的中、晚全新世的前三角洲泥; 第二种(图版 I:2) 离岸较远(图 1), 穿透 II, I 波组层的全新统地层, 出露海底达 20 多米, 并造成其两侧明显不对称。出露的泥丘构造受到长江口外强大的海底流的侵蚀, 左侧显示了海底流的冲刷作用, 右侧则显示了泥丘构造对流阻挡后产生的沉积作用。另外, 该泥丘构造的顶部, 程度不同地受到了海底流的强烈改造。这些周边较陡的泥丘体实为穿刺构造 (Shepard et al., 1968; Shepard, 1973), 它们与密西西比三角洲南枝河口外以及哥伦比亚曼格达拉纳三角洲的泥丘构造十分相似 (Shepard et al., 1968); 与陆架边缘许多隆起平缓的盐丘构造体明显不同 (Moore et al., 1963)。此外, 这与长江口附近大量第四纪深孔中没有发现膏盐沉积层的特征相符。

从上下波组层接触关系分析(图版 I:1,2), 上述泥丘构造形成在全新世应是无疑的。浅地层剖面明显揭示, 在上部全新世沉积物未堆积之前, 晚更新统地层已经开始变形(图版 I:1,2)。然后, 全新世三角洲大量沉积物的快速堆积, 加速了较深部变形地层的挤压, 导致泥丘构造形成。从此意义上分析, 泥丘构造侵入全新统地层的过程, 是一个灾变突发事件。也就是说, 当变形地层中的内部应力达到一定程度后, 就会形成泥丘构造穿刺。

2.3 泥丘构造存在的意义 长江沙丰水多, 年输沙量达 4.86 亿 t。长江河口区属高堆积性沉积盆地, 50% 以上的年输沙量在该区沉积。据河口区大量钻孔资料 (Stanley et al., 1993), 显示了该区全新世沉积盆地的基底呈长条状蝶形洼地, 走向自西北向东南, 从启东沿崇明岛向海方向延伸。全新统地层最厚之处, 位于横沙岛及其东侧的河口区, 沉积厚度大于 60 m, 表明了该区域是现代长江三角洲的沉降中心。

长江三角洲晚更新世沉积物组成的泥丘构造, 正位于现代沉降中心的前缘(图 1)。这明显地揭示了泥丘构造的形成与河口沉降中心的沉积物压实作用有着密切的关系。平均含水量达 30%—40% 的晚更新世沉积物, 在上部巨厚地层负载的情况下明显变形。位于越深部的地层, 变形更为强烈(图版 I:1,2), 很容易产生泥丘穿刺构造, 侵入上部地层; 其水平分力则不断地将老的泥丘构造推至离河口较远的地方。

长江三角洲河口外部泥丘构造的发现, 证明了该沉积盆地正在沉降。这主要是由于沉积物的压实作用所致。沉降有利于油气的聚集, 但会导致海平面相对上升, 咸水入侵, 岸线受侵蚀, 沿岸低地沼泽化和河口区排污能力降低等不良因素; 泥丘构造还会严重影响航道和海底通讯电缆。因此, 广泛而深入地开展对长江三角洲沉降研究, 已刻不容缓。

参 考 文 献

- 严钦尚等, 1987, 长江三角洲现代沉积研究, 华东师范大学出版社(上海), 1—483。
陈中原等, 1991, 全新世长江水下三角洲沉积相研究, 海洋与湖沼, 22: 29—37。
Moore, D. G. and Curray, J. R., 1963, Structural framework on the continental terrace, northwest Gulf of Mexico, *J. Geophys. Res.*, 68: 1 725—1 747.
Reading, H. G., 1978; *Sedimentary Environments and Facies*, Blackwell Scientific Publications (London), pp. 138—142.
Shepard, F. P. et al., 1968, Diapiric intrusions in foreset slope sediments off Magdalena Delta, Colombia. *AAPG*, 52:2 197—2 207.
Shepard, F. P., 1973, Sea floor off Magdalena Delta and Santa Marta area, Colombia, *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 84:1 755—1 747.
Stanley, D. J. and Chen, Z. Y., 1993, Yangtze delta, eastern China: 1. Geometry and subsidence of Holocene depocenter, *Marine Geology*, 112:1—11.

DISCOVERY AND SIGNIFICANCE OF MUD DIAPIR STRUCTURE IN THE CHANGJIANG DELTA

Chen Zhongyuan, Xu Shiyuan

(*Department of Geography, East China Normal University, Shanghai 200062*)

ABSTRACT

Seismic profiling and coring in 1982—1983 revealed that the mud diapirs in the subaqueous Changjiang delta region are uplifting and disturbing the overlying Holocene sediment and have penetrated completely through the sea-floor. These mud diapirs, mainly composed of late Pleistocene sediment are distributed 60—80km southeast of the Changjiang River Estuary and are located in the right front of the Recent Changjiang depocenter. The relationship of the spatial distribution between the mud diapirs and the Changjiang depocenter indicates that subsidence largely caused by sediment compaction within the depocenter is the key process originating the mud diapirs.

Key words Mud diapir Subsidence Changjiang delta

