

南黄海南部陆区全新世沉积研究

陈报章

(徐州师范学院区域开发研究所,徐州)

李从先 业治铮

(同济大学海洋地质研究所,上海)

提 要 研究区全新统不整合超覆于上更新亚统之上,自下而上由滨海相(局部含河口海湾相)、近岸浅海相(潮成沙体相)和潮滩相构成。全新统海侵层主要受控于晚更新世末 SE→NW 逐渐抬高的掀斜状古地形,表现出明显的水平相变,可归纳为四种层序类型。本文通过钻孔剖面分析对比,揭示了研究区垂向相序演替和水平相变的规律及其二者间的关系,恢复了全新世沉积演化过程。

关键词 全新统 海侵层 层序类型 水平相变 沉积演化

第一作者简介 陈报章 男 29岁 硕士 讲师 沉积学及第四纪地质学 土壤地理学

引 言

南黄海陆架海底发育有巨型辐射状潮流沙脊群,早已引起学术界瞩目。但关于其成因,至今仍众说纷纭^(1~3)。就其地理位置和形态特征推测,系古长江—旧黄河三角洲沉积体系^(4~6);而赵松龄(1991)则认为可能系独立的“沙漠堆积体⁽⁷⁾”。限于沙脊群区地形复杂,水深多变,给海上作业带来了一定的困难,因而其成因研究难以深入进行。作者认为,弄清南黄海陆区全新统沉积演化过程,对沙脊群成因、长江三角洲北翼形成演化及我国东部沿海全新统层型对比等问题的解决,将是大有裨益的。

我们在海安—东台地区施工了8个孔深30~50m的浅钻,并收集了20多个资料孔(图1),试图通过钻孔剖面分析对比,探讨该地全新世沉积演化过程。

1 全新统底界

区内各钻孔均钻逾了全新统地层,全新统与上更新亚统间普遍发现沉积间断。上更新亚统顶部由长江三角洲地区俗称的“硬粘土层”组成,系河漫滩或湖沼相沉积,晚更新世末曾暴露地表,一度成为古地面,故其顶板可近似视为晚更新世末古地形,呈 SE→NW 逐渐抬高的掀斜状⁽⁸⁾。全新统海侵层不整合超覆于上更新世亚统顶部陆相层之上,且其沉积厚度和层序明显受控于晚更新世末古地形。

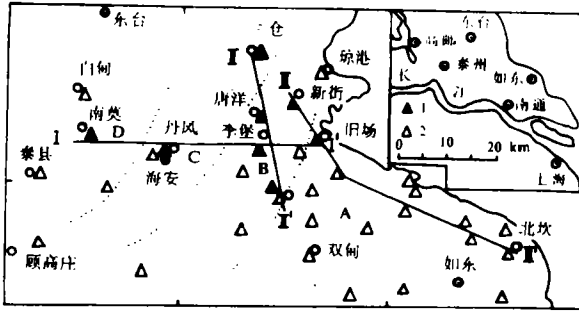


图1 钻孔位置及层序类型分区图

(A、B、C、D、分别为第一、二、三、四种层序类型分布区)

1. 本文研究钻孔 2. 资料参考钻孔

Fig. 1 Drilling location and divisions of the type of sedimentary sequences.

2 沉积层序类型

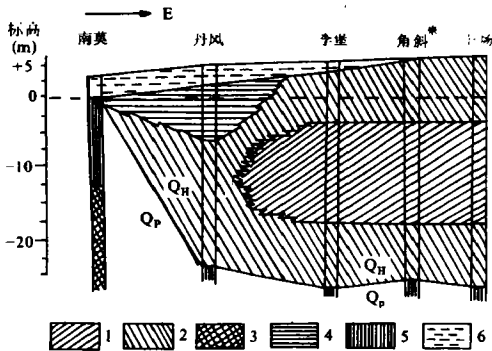


图2 I—I'剖面全新统地层对比

1. 近岸浅海相 2. 滨海相 3. 滨浅海相(未分)
4. 滨海沼泽相 5. 陆相(硬层) 6. 陆相(软层)

水平比例尺约 1:450000

(* 系参考钻孔,资料取自江苏省第一水文队)

Fig. 2 Stratigraphic correlation of

Holocene in section I—I'

本区全新统海侵层呈SE→NW逐渐尖灭的楔状体形(图2),由滨海相、河口海湾相、近岸浅海相和潮滩相构成一完整的海进—海退层序,表现出明显的水平相变,比较各剖面沉积特征及沉积环境演替的不同,可归纳为四种层序类型(图1),第一、二种层序发育相对完全,而第三、四种发育较差,海相性弱。

四种层序类型分别讨论于下:

2.1 第一种类型——李堡孔为代表(图3)

全新统底板标高-21.53m,与下伏上更新亚统呈突变不整合接触,可见冲刷面。全新统厚25.86m。据各种相标志特征,并经电算处理,自下而上可划分为四层:

1)第一层厚2.36m,由灰黄、黄灰、浅灰色粉砂质细砂组成,含少量贝壳碎片。矿物组成以石英为主,占65~75%,其次为长石,重矿物占2~5%,主要为角闪石和绿帘石。发育低角度斜层理、平行层理,可见冲刷面和泥砾,反映为较强的水动力条件。有孔虫丰度不高,50g干样中含50~500枚,为*Ammonia beccarii* vars. —*Cribronion subincertum*组合,大小壳体相混,大个体(D>0.2mm)磨蚀破碎严重,且多被氧化铁污染,系异地生物埋藏群,小个体(D<

成以石英为主,占65~75%,其次为长石,重矿物占2~5%,主要为角闪石和绿帘石。发育低角度斜层理、平行层理,可见冲刷面和泥砾,反映为较强的水动力条件。有孔虫丰度不高,50g干样中含50~500枚,为*Ammonia beccarii* vars. —*Cribronion subincertum*组合,大小壳体相混,大个体(D>0.2mm)磨蚀破碎严重,且多被氧化铁污染,系异地生物埋藏群,小个体(D<

0.15mm)较新鲜,为原地生活属种。介形虫较少见,为广盐性 Sinocytheridea 组合。本层系全新世初海水刚刚影响本区时,在较强波浪和潮流作用下形成的滨海相层。区内沿南孔相应层位为滨海沼泽相沉积,其底部¹⁴C 测年值为 11,780±370a BP 和 11,220±380 a BP。

2)第二层厚 3.77m,由灰色含粘土砂质粉砂和粘土质粉砂组成。发育平行层理,以极细砂、粉砂、粘土或云母聚集层互层状韵律性重复出现。可见被黄铁矿充填的有孔虫壳体,反映还原性的微地化环境,见少量广盐性介形虫,如 Sinocytheridea 等,微体生物特征与现代长江口,杭州湾相似(表 1)。本层属河口海湾相沉积,区内沿南孔相应层位底部¹⁴C 测年值为 10,020±310 a BP,其时代当属早全新世。

3)第三层厚 12.84m,由细砂和粉砂质细砂组成。颗粒分选好,σ=0.85~1.0;粒度频率曲线单峰式,尖峰态,多集中在 2~4φ,正偏明显,常具一个细粒尾巴;概率累积曲线三段式,无推移组分,以双跃移组分为主(占 70~90%),且斜率大,反映良好的分选性。碎屑矿物以石英为主,其次为长石和重矿物,重矿物占 5%±,其中金属矿物占 9~15%。发育平行层理、递变粒序层理和互层层理。上述特征

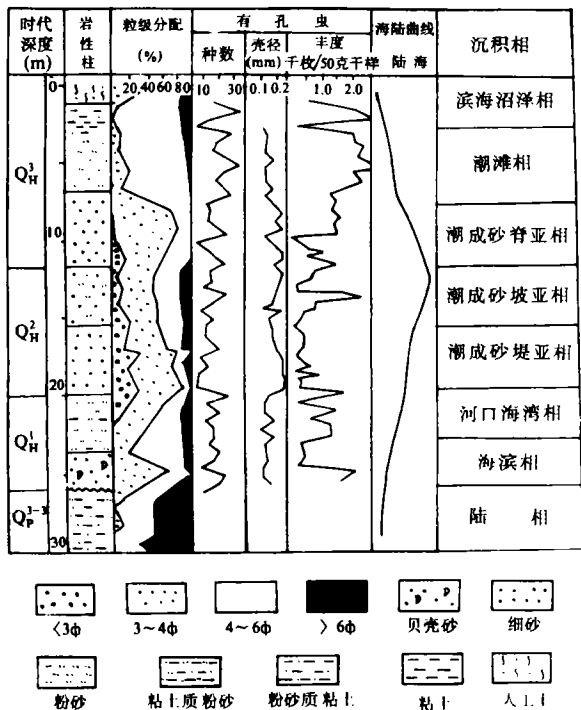


图 3 李堡孔全新统综合柱状图

Fig. 3 Comprehensive columnar section of Holocene in Hole Li Bao.

与现代潮流沙脊极为相似,本层为潮成沙体相沉积^①。

潮成沙体是在潮流作用下形成的一系列砂质地貌底形体,随物源和潮流速度的变化出现不同的底部形态。Stride(1982)认为其在物源充足时的演替序列为^[10]:(1)波纹状沙席和小沙波,潮流速度 v = 50cm/s;(2)大沙波, v = 75cm/s;(3)沙堤, v = 100cm/s;(4)沙带, v = 150cm/s。不同底形体内部具不同的结构、构造等特征。

据沉积及微体生物特征的差异性,剖面中的潮成沙体相层可划分为三段(即三个亚相)(表 2):下段相近于 Stride 和 Caston 所描述的沙堤(Sand banks)^[10,11];中段与 Stride 和 Belderson 所定义沙波(Sand waves)^[10,12]相似;而上段则相当于 Stride, Kenyon 和 Off 所定义沙带(Sand ribbons)^[10,13,14]或 Swift 所定义沙脊(Sand ridges)^[6]。这三个亚相是在全新世海进—海退过程中,随着地形、地力(潮流)和物源的变化依次形成的垂向演替序列,与 Stride 潮成沙体演化模式(1982)中沙体沿水平方向的演替序次是相当的。

① 陈报章,1989,苏北琼港地区发现全新世埋藏潮成沙体。海洋地质动态,第 12 期,3~5 页

表1 李堡孔、旧场孔 Q_{H^2} 层与现代长江口、杭州湾微体生物对比表

Table 1 Contrast of characteristics in microfossils among the stratum Q_{H^2} in hole Li Bao, Hole Ju Chang and the modern mouth of Changjiang river and the modern estuary of Hangzhou.

地区	有孔虫						介形虫	
	种数 (S)	平均壳径 (mm)	丰度 枚/50g 干样	浮游类比例 (%)	复合分异度 H(s)	主要属种	丰度	类型
长· 江· 口	12~30	0.17	246	12.4	中	<i>Epi. naraensis</i> <i>A. beccarii</i> vars. <i>A. pauciloculata</i> <i>A. convexidorsa</i> <i>Bulimina</i> <i>marginata</i>	小	广盐 窄盐
杭· 州· 湾	20~32	0.13	2045	12.0	中	<i>Epi. naraensis</i> <i>A. convexidorsa</i> <i>B. marginata</i> <i>Bolivina cochei</i> <i>Brizalina striatula</i>	小	广盐 窄盐
旧 场 孔 Q_{H^2} 层	18~42	0.125	1200 ~ 2100	7.3	2.43	<i>Epi. naraensis</i> <i>A. convexidorsa</i> <i>A. beccarii</i> vars. <i>C. subincertum</i> <i>Globigerina</i> sp.	小	广盐 窄盐
李 堡 孔 Q_{H^2} 层	14~46	0.13	200 ~ 1700		1.62	<i>Epi. naraensis</i> <i>A. convexidorsa</i> <i>A. beccarii</i> vars. <i>C.</i> sp. <i>G.</i> sp.	小	广盐

* 资料取自陶强、严钦尚(1987)⁽⁶⁾。

4)第四层厚 5.89m,由粘土质粉砂组成。下部发育平行层理、青鱼刺层理;向上以各种变形层理、包卷层理、波状、脉状层理为主;上部主要为粉砂和粘土的波纹状互层层理,尚见铁质结核和褐色锈斑。有孔虫壳体小($\bar{D}=0.124\text{mm}$),丰度高且变化大,种数多在 20 种以上,复合分异度 $H(s)=1.04\sim 3.20$,为 *Epi. naraensis*-*A. convexidorsa* 组合,中、下部含一定量发育正常的壳体,如 *A. beccarii* vars., *Cribronion* sp., *Elphidium* sp. 等。介形虫为广盐性 *Sinocythere*-*Neomonoceratina* 组合,下部见少量较正常盐度的 *Sinocythere* sp. 和 *Ponolocythere* sp. 等。本层为海退末期形成的进积潮滩相沉积,时代当属晚全新世。

2.2 第二种类型——旧场孔为代表(图 4)

旧场孔位于李堡孔东约 12.5km 处(图 1),全新统厚 26.22m,可划分为 5 层,自下而上分别为滨海相、河口海湾相、潮成沙波亚相、潮成沙脊亚相和潮滩相:

表 2 李堡孔三期潮成沙体特征对比表

Table 2 Contrast of characteristics among the three stages of tidal sand body in Hole Li Bao.

沙体 项 目	下段细砂层	中段粉砂质细砂层	上段细砂层
颜 色	灰黄—灰色	灰 色	灰 色
σ_{r_1}	0.518	0.571	0.522
σ_{r_2}	0.717	0.802	0.314
σ_s	5.378	2.534	3.012
粒径平均值 $M_z(\Phi)$	3.81	4.95	3.49
粘土含量(%)	4.37	16.03	3.40
重矿物含量(%)	4.54	3.22	5.56
片状矿物含量(%)	2.53	4.02	2.04
颗粒磨圆度	一般	较差	一般
层理构造	平行层理 递变粒序层理	粗、细互层韵律状重复	平行层理 递变粒序层理
有孔虫主要属种	<i>A. beccarii</i> vars. <i>C. subineertum</i> <i>Floribus decorus</i>	<i>A. compressiuscula</i> <i>F. decorus</i> <i>Botwina rubusta</i>	<i>A. beccarii</i> vars. <i>A. compressiuscula</i> <i>Epi. narvaensis</i>
介形虫主要属种	<i>Sinocytheridea latiovata</i>	<i>Munseyella pupilla</i> , <i>Callistocythere</i> <i>sinensis</i> , <i>Neomonoceratina</i> sp.	
微体生物 保存状况	氧化铁污染 破损严重	海绿石充填,小个体 ($D < 0.118$)轻度磨蚀	海绿石充填,氧化铁 污染,破损严重
沉积环境	滨海	近岸浅海	近岸浅海
沉积相	潮成沙堤亚相	潮成沙波亚相	潮成沙脊亚相
形成时间	Q_3^1	Q_3^2	Q_3^1

说明: σ_{r_1} 、 σ_{r_2} 和 σ_s 分别为第一、二跃移组分和悬浮组分的分选系数。

1) 滨海相层,厚 3.61m,由灰黄色砂质粉砂、贝壳砂组成。发育平行层理、波状层理、正、反粒序层理,底部见搅动泥砾层。贝壳磨蚀破碎较重,主要为腹足类、双壳类,正常盐度—淡水属种相混,正常盐度属种有规则园蚬形蛤、天氏螺、粗脊扼螺和堇色拟沼螺等,半咸水—淡水属种有中华拟蟹手螺、黑龙江河蓝蚬、华丽蓝蚬和刺颈拟沼螺等。

2) 河口海湾相层,厚 4.01m。与李堡孔 Q_3^2 相似(图 4,表 1)。

3) 潮成沙波亚相层,厚 6.10m,由含粘土粉砂质细砂组成。有孔虫个体发育较正常($\bar{D} = 0.18\text{mm}$),含较多窄盐浅海属种。尚见少量海花介(*Pontocythere*)。

4) 潮成沙脊亚相层,厚 5.90m,灰色细砂层,分选好,重矿物含量高。发育平行层理和粒序韵律层理,单个粒序层厚 5~10cm,粗粒层底部往往显冲刷面。微体生物多为近岸浅海相属种。

5) 潮滩相层,厚 5.70m,为一个由潮下带、低—中—高潮间带到潮上带的进积序列。

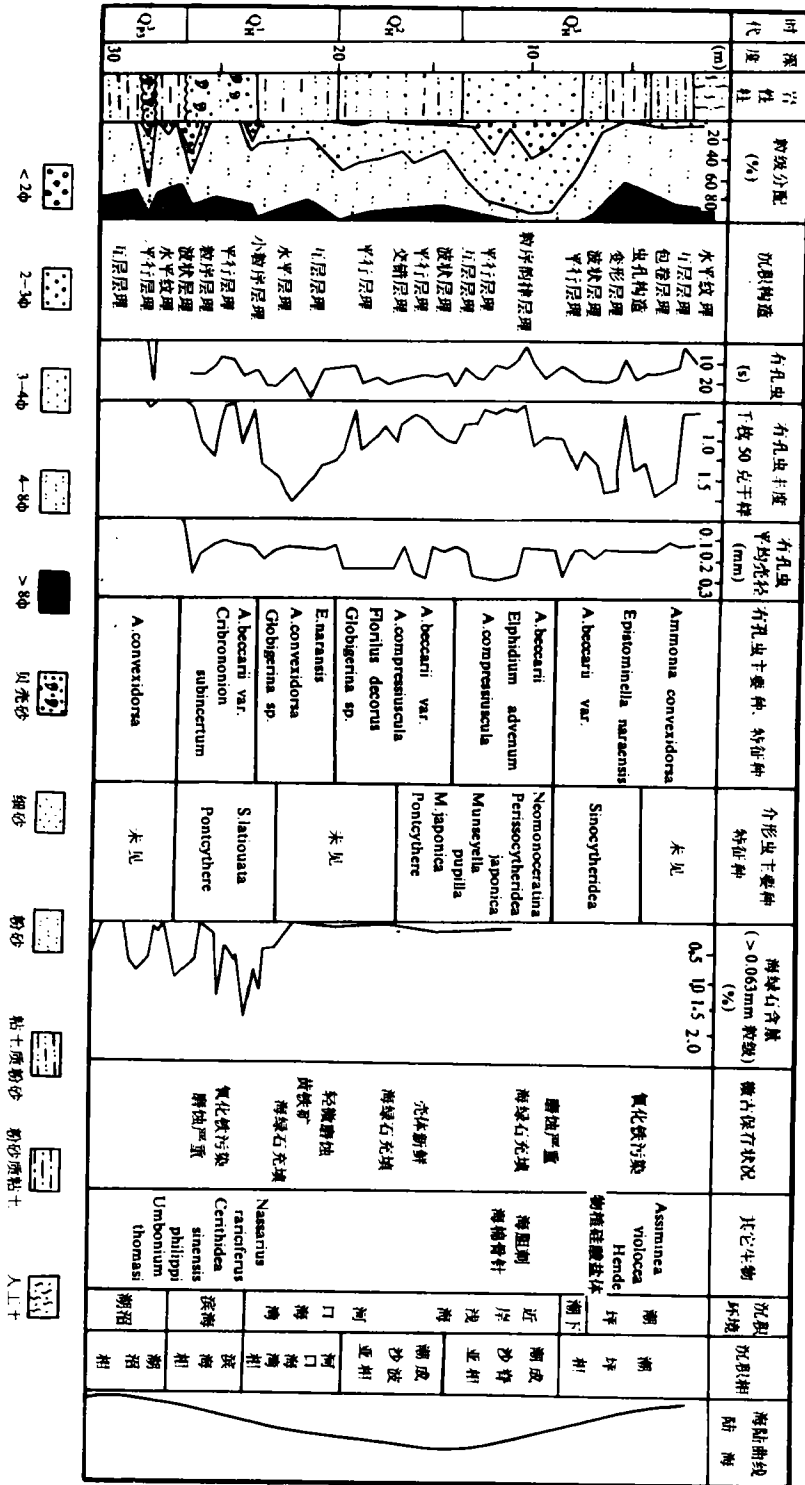


图 4 旧场孔全新统综合柱状图

Fig. 4 Comprehensive columnar section of Holocene in Hole Jtu Chang.

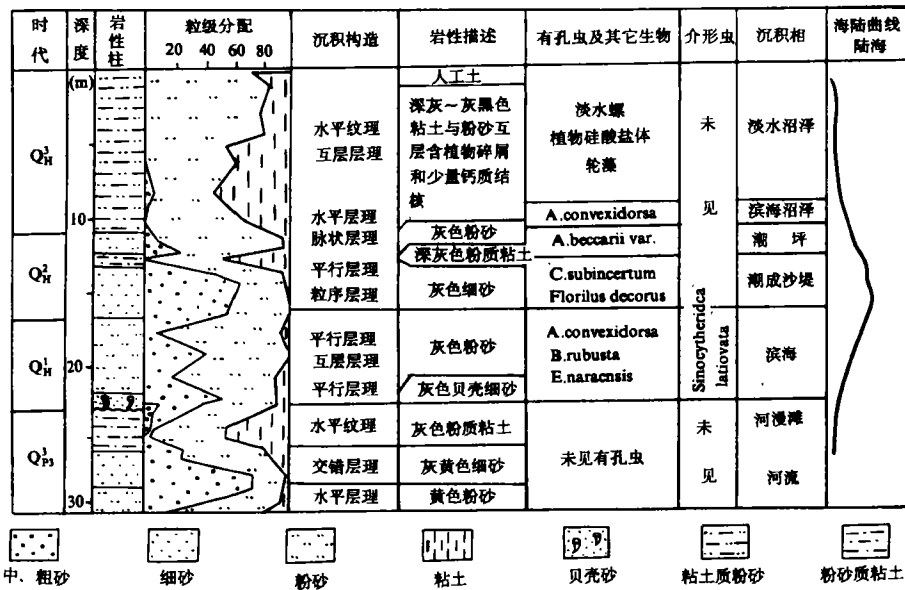


图 5 丹凤孔全新统综合柱状图

Fig. 5 Comprehensive columnar section of Holocene in Hole Dan Feng.

2.3 第三种类型——以丹凤孔为代表(图 5)

丹凤孔位于研究区西北部,李堡孔西约 23Km 处,全新统厚 22.50m,自下而上分别为滨海相、潮成沙堤亚相、潮滩相和滨海沼泽—淡水沼泽相。

2.4 第四种类型——南莫孔为代表

位于研究区西北隅,全新统厚仅 3.0m,由深灰色粘土质粉砂和褐黄色砂质粘土组成。含一定量铁锰结核和较多植物碎屑,以水平纹理为主。仅见几枚异常小个体广盐性有孔虫,上部含较多轮藻和淡水螺,如扁卷螺(不定种)等,属低盐沼泽—淡水沼泽相沉积。全新世海侵并未直接影响到这里。

3 沉积演化过程

研究区全新统沉积物偏粗,垂向上为一个完整的海进—海退层序,由三部分组成,自下而上分别为:(1)下部滨海(岸)相、河口海湾相,时代为 Q_H³; (2)中部潮成沙体相,由沙堤、沙波和沙脊三亚相组成,时代为 Q_H²~Q_H¹; (3)上部潮滩相、滨海—淡水沼泽相。有的剖面缺失其中的个别相,各相层厚度及组合在各地又有差异,表现出较明显的水平相变(图 2、6)。全新统海侵层呈 SE→NW 逐渐尖灭的楔状体形,沿此方向,海相最强的近岸浅海相渐薄,至海安一线尖灭,上、下滨海相层直接相叠,至南莫附近仅见很薄弱过渡相的低盐沼泽相沉积。

由贝壳砂或砂层构成的滨海相(有的剖面为滨海沼泽相灰黑色粘土层)组成的全新统底部沉积不整合超覆于上更新统“硬粘土层”之上,其上相叠河口海湾相组成下全新统,厚 5m±,这种“两层”结构以中、南部地区(第一、二种层序类型分布区)发育最好;东南边缘濒

临长江三角洲主体相一线, Q_H 仅由河口海湾相构成, 如双甸孔; 而第三种层序类型分布区仅由滨海相构成。

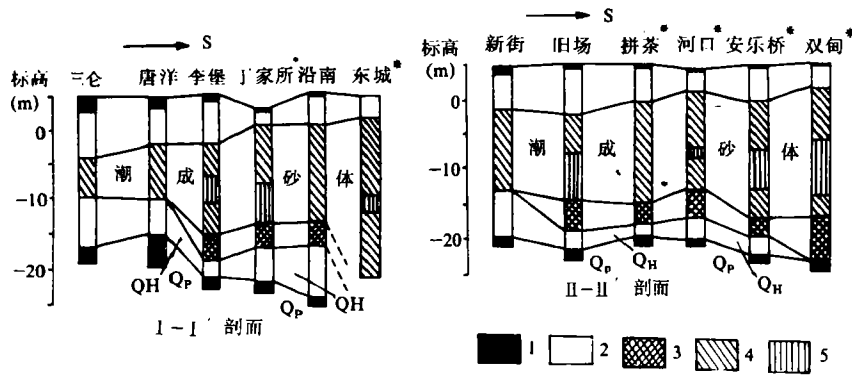


图6 I—I'、II—II'剖面全新统对比

1. 陆相 2. 滨海相 3. 河口海湾相 4. 潮成沙堤(脊)亚相 5. 潮成沙波亚相
水平比例尺约 1:600000 (* 系参考钻孔, 资料取自江苏省第一水文队)

Fig. 6 Correlation of Holocene in section I—I', II—II'.

中全新亚统和上全新亚统下段由三期潮成沙体亚相构成。第一种层序类型分布区主要由沙波亚相和沙脊亚相组成, 第三种层序类型分布区只见下部沙堤亚相, 第二种层序类型发育相对完全, 但仍有部分剖面缺失中部沙波亚相(或被冲蚀掉了), 如沿南孔、唐洋孔、新街孔。潮成沙体与整个全新统一样呈 SE→NW 尖灭的楔状体形。然而, 上全新亚统潮滩相厚度却沿此方向递增, 如东陈孔仅 2.6m, 至旧场孔增至 5.7m, 到三仓孔达 8.3m, 且潮滩相底板标高沿 NW→SE 方向抬升, 如丹凤孔为 -9.4m, 至沿南孔抬高为 -0.7m, 其初始形成时间亦沿此方向依次退后, 即海退的依次进行。

本区西北缘(图 1, 第四种层序类型分布区)全新统由低盐沼泽—淡水沼泽相构成, 厚度很小, 全新世海侵并未直接影响这里。

文中贝类生物由中国科学院南京地质古生物所顾和林、兰秀先生鉴定; ^{14}C 测年由中国科学院广州地理所分析完成; 图件由徐州师范学院张志华女士清绘; 撰写过程中得到同济大学闵秋宝先生帮助。在此一并致谢。

参 考 文 献

- [1] 李成治, 李本川, 1981, 海洋与湖沼, (4): 311~331.
- [2] 周长振, 孙家松, 1981, 海洋地质研究, (1): 83~91.
- [3] 杨长恕, 1985, 海洋地质与第四纪地质, (3): 35~44.
- [4] 杨子庚等, 1985, 海洋地质与第四纪地质, (4): 23~32.
- [5] 郑光庸, 1989, 南黄海第四纪层型地层对比, 科学出版社.
- [6] 许世远等, 1987, 长江三角洲现代沉积研究, 华东师范大学出版社, 97~106.
- [7] 赵松龄等, 1991, 海洋地质与第四纪地质, (3): 105~112.

- [8] 陈报章等, 1991, 海洋地质与第四纪地质, (2): 37~46.
- [9] Reading, H. D. (ed), 1978, Blackwell Scientific Publication, p. 259~336.
- [10] Stride, A. H., 1982, Offshore tidal sands processes and deposits, Chapman and Hall Ltd, London, New York, p. 380~420.
- [11] Caston, V. N. D., 1972, Linear sand banks in the southern North Sea, Sedimentology, Vol. 18, No. 1, p. 63~78.
- [12] Belderson, R. H., Stride, A. H., 1966, Mar. Geol., Vol. 4, No. 4, p. 237~257.
- [13] Kenyon, N. H., 1970, Mar. Geol., Vol. 8, No. 1, p. 25~39.
- [14] Off, T., 1963, Am. Assoc. Pat. Geol. Bull, Vol. 47, No. 2, p. 324~337.
- [15] Swift, D. J. P., 1975, Mar. Geol., Vol. 13, No. 2, p. 105~134.

The Study on Holocene Sedimentation in the Southern South Hnanghai Sea Coastal Land

Chen Baozhang

(Regional Development Institute of Xuzhou Normal college, Xuzhou)

Li Congxian Ye Zhizheng

(Department of Marine Geology of Tongji University, Shanghai)

Abstract

The author discussed the Holocene sedimentary facies and its evolution, based mainly upon data of the eight drill—holes and also upon other several dozens of reference drill—holes, as well as the field investigation of the buried tidal sand bodies in the studied area for the first time. Characteristics of the sediments in the cores have been studied about their textures, structures, minerals and macrofossils. Radiometric dating ^{14}C carried out for the important levels.

It is non—marine facies of Pleistocene that underlay the sediment of Holocene with unconformity between them. The topography of the area at the end of Pleistocene inclined from northwest towards southeast which influenced the Holocene transgression obviously.

The Holocene sedimentary sequence can be divided into the lower transgressive and the upper regressive one, consisting of beach facies (contains estuary—bay in some part of the area), near—shore neritic facies (tidal sand body facies) and tidal flat facies etc. It is obvious that facies change horizontally. In different environment appear different sedimentary sequences. The sequence can be classified into four types, which were discussed in detail in this paper. For all the four types, the best developed area is in the southeast part of the studied area, and the worst is in the northwest.

The buried tidal sand bodies can be crassified into three types: I) near—shore tidal sand bars; II) tidal sand waves; III) near—shore tidal sand ridges. They were formed and preserved successively along with the cycle of transgression and regression, and their distribution pattern was controlled by shift of the Changjiang river towards southeast during the Holocene.