

# 晚更新世末期南黄海中部 埋藏古三角洲的研究\*

李 凡 张秀荣 孟广兰 韩桂荣

(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

**提要** 1992—1993 年用浅地层剖面仪对南黄海中部浅地层进行测量,在 70—80m 左右的深水区发现了埋藏古三角洲堆积体。结合实测海底地形图及岩芯沉积相资料对浅地层剖面进行综合分析。结果表明,该区域是距今 2.7 万 a 左右的黄河河口三角洲,这说明,晚更新世末期黄河已经流入南黄海陆架区,水深 70—80m 附近曾经发育一期古海岸线。

**关键词** 晚更新世 南黄海 埋藏古三角洲

**学科分类号** P736

晚更新世末期黄河是否流经黄海陆架区虽有不少作者论述(任美镔,1986;夏东兴等,1993;耿秀山,1981;秦蕴珊等,1988),但终因缺少系统的实测资料而未取得共识。黄河在历史上每年向海输入巨量泥沙(叶青超,1992),虽然向海淤积和推进速度快,但古黄河三角洲也应该是体积较大、构造特征明显的大型堆积体,然而,至今尚未有这方面的报道。作者应用高分辨地球物理仪器在南黄海进行了大面积的测量,并结合其沉积相、地貌的分析,对南黄海中部深水区浅地层进行探讨,为晚更新世末期古黄河的形成及其在陆架区发育的研究提供了新证据。

## 1 研究方法

应用美国 O.R.E. 公司生产的浅地层剖面仪(Geopulse),于 1992—1993 年在南黄海中部(33—37°N, 123—124°E)进行了浅地层测量。仪器发射功率为 1—10kW,可调。地层穿透深度一般为 50—60m,分辨率为 0.5—1.0m。浅地层测量的同时进行了水深测量和浅钻取样。结合以前的资料(刘敏厚等,1987;徐家声等,1981;李凡等,1993),对该区埋藏古三角洲进行了综合分析。

## 2 研究结果

### 2.1 埋藏古三角洲的声学浅地层结构

浅地层测量结果发现,在南黄海中部深水区上更新统的上部地层中,存在一套较大范围的、以大尺度低角度前积反射结构为特征的地层(图 1)。其宽度沿测线方向可达 50—60km,厚度为 15—20m。该区海底以下 30m 以内的地层可分辨出两个强反射面( $T_1$ ,  $T_2$ )和

\* 国家自然科学基金资助项目, B25940235 号。李凡,男,出生于 1936 年 9 月,研究员, Fax:0086-0532-2870882

收稿日期:1996-01-31, 收修改稿日期:1997-07-15

三个地层(A, B, C)。T<sub>1</sub>位于海底以下1—2m,为全新统与上更新统之间的分界面,其间为侵蚀不整合接触。T<sub>1</sub>以上地层为全新世海相沉积层(A层),系中国陆架海区多处出现的“声学透明层”。T<sub>2</sub>位于海底以下25m左右,经过区域性对比表明,T<sub>2</sub>界面以下为中更新世地层(C层)。T<sub>1</sub>与T<sub>2</sub>之间为晚更新世之陆相及过渡相沉积层(B层),其中具有大尺度低角度前积交错反射结构,斜层理倾角一般不大于1°,局部可增至10°左右,反射较强,为偏砂相或粉砂相沉积物。这是一组以前积交错层系为代表的三角洲前缘砂体,具有建设型三角洲特征。其中斜层理的倾角及倾向的不同反映了古河口沉积物的粒度和水流方向的变化。砂体下面有以平行和亚平行水平反射结构为特征的沉积物层,可视为三角洲底积层。因仪器分辨率影响,顶积层不太明显,故记录剖面上没发现典型的进积型三角洲沉积层序。

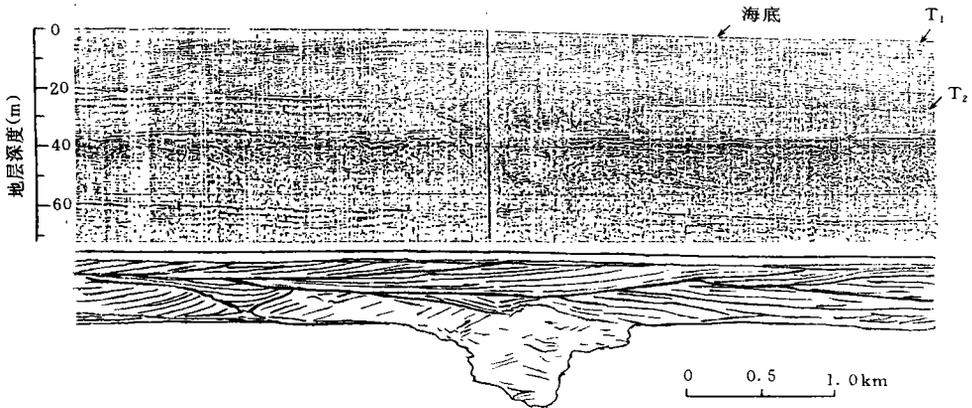


图1 埋藏古黄河三角洲浅地层结构记录(34°39' N, 123°41' E)

Fig.1 Sub-bottom profiler record showing the buried paleo-Huanghe River delta (34°39' N, 123°41' E)

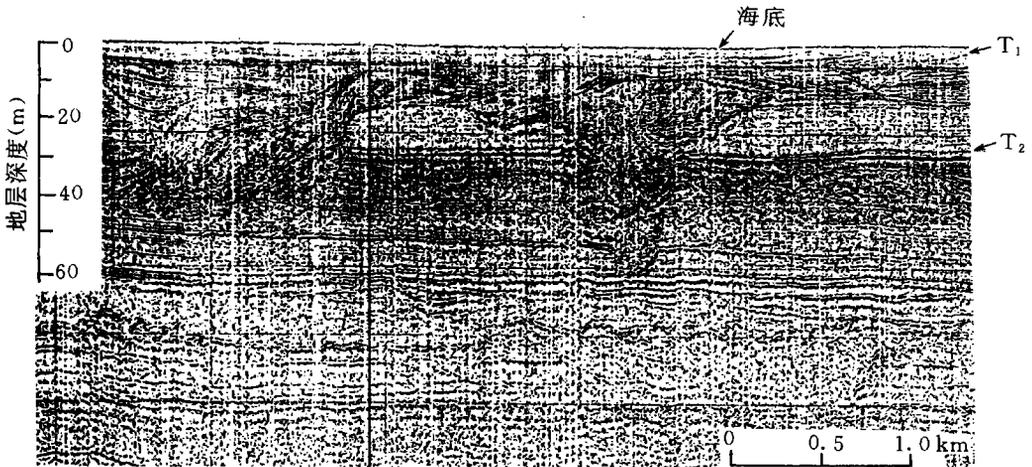


图2 埋藏古三角洲区的分流叉道(34°16' N, 123°43' E)

Fig.2 River branches in the buried paleo-Huanghe River delta area(34°16' N, 123°43' E)

在埋藏古三角洲分布区,还存在几条具有明显切割充填反射结构的埋藏古河道断面(图2),其宽度达1—2km,切割深度可穿过 $T_2$ 界面。根据三角洲砂体和古河道断面的相对位置分析,这些断面应为当时河口三角洲区的尾间河道或分流叉道。

## 2.2 埋藏古三角洲的位置及海底地形特征

根据浅地层地球物理测量资料,南黄海中部深水区埋藏古三角洲的范围是:北界约在 $36^{\circ}20'N$ ,南界约在 $34^{\circ}03'N$ ,西界约在 $123^{\circ}30'E$ ,其间不连续。在此以东的黄海海槽区为相应时期的古黄海。该区目前水深为70—82m。由于本区位于南黄海冷水团分布区,现代沉积速率只有 $0.1—0.3\text{mm/a}$ (秦蕴珊,1989, Alexandar *et al.*, 1991)。因此古地面的起伏依稀可辨。测深资料表明:80m等深线在本区的走向很明显地蜿蜒曲折,恰似古海岸线弯曲伸展。同时,附近海底常见小型的等深线圈闭,形成洼地或岗阜,类似于沿岸泻湖或沙丘等,反映了古地面的不平坦。

## 2.3 埋藏古三角洲的地层结构及沉积特征

埋藏古三角洲区的浅钻岩芯分析(92-1孔: $36^{\circ}06'N$ , $123^{\circ}55'E$ ,水深81m,孔深390cm,位于埋藏古三角洲的中部),自下而上可分为B、A两层,其中B层又可分为两个亚层。

$B_2$ 层位于190cm以下。该层为黄灰色极细砂,平均粒径( $Mz$ )为 $3.5—4.0\Phi$ ,分选较好,概率曲线呈三段结构,推移组分含量 $<2.0\%$ ,偏态( $Sk$ )为 $0—+0.5$ ,显示出以流水搬运为主兼有海浪作用的动力特征。有孔虫中以嗜温转轮虫、冷面颊虫、裂缝企虫等为主,在325—330cm处有较多的半咸水种:扁圆企虫、短管小企虫等。化学分析 $Sr/Ba$ 比值小于0.65,接近于河口区特征(周永青,1987)。结合本次调查的地球物理资料分析,该层应为河口沙坝沉积环境,其 $^{14}C$ 年龄为 $26820 \pm 2380a$ 。与附近地层对比,该层大至相当于徐家声等(1981)的“B层”,杨子赓等(1989)的“ $H_{11}$ 层”,及刘敏厚等(1987)的连云港至早海洋岛(G—H)层(表1)。位于92-1西面的 $QC_2$ 孔的“ $H_{11}$ 层”虽为海相层,实际上其海相性弱,为滨岸至滨海过渡沉积环境(林和茂等,1989)。因此“ $H_{11}$ ”与本层应为同期异相。此外,在92-1孔,195—200cm和275—280cm处的沉积物中,发现较多现今黑潮暖流及黄海暖流区的主要有孔虫库什曼异鳞虫(*Heterolepa cushmani*)、敏纳圆辐虫 [*Globorotalia menardii* (d'Orbigny)]等,说明距今2.7万a以来,在 $B_2$ 层沉积过程中海平面略有变化,但就区域性地层变化范围看,其变化幅度较小(林和茂等,1989)。

$B_1$ 层位于91—190cm。该层为粉砂质软泥与黄灰色粉砂互层或粉砂夹层,有亚平行和波状层理、粉砂团块、生物潜穴、植物残体、有机质条纹及云母富集层,上部有贝壳碎片。有孔虫种类和数量均少,其中以孔缝筛九字虫、扁圆企虫,易变筛九字虫、泡抱球虫等滨海和近岸浅水种为主。结合本次调查的地球物理资料分析,该层可视为埋藏古三角洲顶积层,相当于徐家声等(1981)和杨子赓等(1989)的上陆相层及刘敏厚等(1987)的F—E层。

A层,位于0—91cm。该层为黄灰色软泥,平均粒径( $Mz$ ) $5.6—6.2\Phi$ ,分选中等。粉砂粒级自上而下增加,在本层底部出现粉砂夹层或粉砂团块。底栖有孔虫中以日本半泽虫,结缘奇转轮虫等为主,接近于南黄海中部现代沉积物中有孔虫组合,为全新世海相沉积。

表1 黄海部分钻孔<sup>14</sup>C测年数据Tab.1 <sup>14</sup>C dating results of some cores from the Yellow Sea

孔 名	站 位	层位 (cm)	测年物质	<sup>14</sup> C年龄 (a)	沉积相	地 层
H <sub>80-18</sub>	37° 00' N 123° 30' E	380—400	粉砂质软泥	24 210±340	滨海	G—H <sup>1)</sup>
H <sub>80-17</sub>	37° 00' N 124° 00' E	30—40	粘土质粉砂	23 250±950	陆相	G <sup>1)</sup>
H <sub>80-8</sub>	34° 00' N 124° 00' E	200—220	粉砂质细砂	23 420±500	滨海	G <sup>1)</sup>
QC <sub>2</sub>	34° 18' N 122° 16' E	2 868	泥炭	28 500±820	陆相	H <sub>11</sub> <sup>2)</sup>
H	34° 18' N 122° 16' E	2 868	泥炭	30 000±12 000	陆相	B <sup>3)</sup>
H <sub>88-6-1</sub>	37° 00' N 123° 40' E	20—40	泥炭	23 500±1 430	陆相 <sup>4)</sup>	
Ny <sub>92-1</sub>	35° 06' N 123° 55' E	350—360	粉砂质细砂	26 820±2 380	三角洲相	B <sub>2</sub>

1) 刘敏厚等, 1987; 2) 杨子庚等, 1989; 3) 徐家声等, 1981; 4) 李凡等, 1993

根据本区地层组合特征及其与相邻钻孔中地层的关系可知, 该区埋藏古三角洲形成于晚更新世晚期初。当时海平面虽然有波动, 但幅度不大, 有利于三角洲的发育。该三角洲的前积层厚度约为 15—20m, 与现代黄河口三角洲之叶瓣厚度相当。此外在该古三角洲南部海域仍发现晚更新世末期的古河道, 说明该三角洲形成于海退时期, 应为进积型三角洲。

#### 2.4 埋藏古三角洲的物质来源

上古时期有“河淮相通”“江淮相通”之说。晚更新世末期, 古长江曾向 NE 方向流入南黄海中部, 从而给物源鉴别造成困难。然而, 大量研究表明, 长江和黄河输入沉积物的重矿物组合不同(罗曼云等, 1983; 孙白云, 1990), 黄河沉积物中为角闪石、绿帘石、片状矿物、钛铁矿组合, 并以石榴子石含量较高为特征, 此外又以含较多卵粒状磷灰石而区别于长江。长江沉积物中则以白云石、角闪石、绿帘石组合为特征, 同时含有相对较多的楣石、兰晶石、十字石等火成岩及变质岩矿物。除上述基本组合特征不同外, 黄河沉积物中角闪石绝大部分不含包裹体而与长江相区别。鸭绿江样品较少, 就临江口和上河口两地样品的初步分析结果, 重矿物中普通角闪石、片状矿物较多, 与黄河相比, 角闪石多含碳质斑点或线状包裹体与黄河和长江相区别。同时, 分析表明 B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> 层古三角洲沉积物的重矿物组合基本上属角闪石、绿帘石、片状矿物型, 并含有较多石榴子石, 而且绝大多数角闪石不含包裹体, 白云石含量甚微, 上述组合特征与黄河沉积物重矿物组合相似, 而区别与长江和鸭绿江。因此可以认为该三角洲为晚更新末期古黄河三角洲, 其所处的地理位置可与南黄海埋藏古黄河水系相衔接(李凡等, 1993), 进而可以说明, 晚更新末期黄河已经存在并流经南黄海陆架区; 同

时,在距今 2.7 万 a 左右,南黄海中部水深 70—80m 等深浅附近发育一期古海岸线。

### 3 结语

随着高分辨地球物理仪器的应用,海底埋藏古地貌形态,例如,埋藏古河道、古湖泊、古三角洲、古沙堤等等不断发现,为研究晚更新世以来古地理环境变迁,特别是为黄河的形成及其在陆架区的发育过程提供了大量证据。目前,由于缺乏系统的钻孔资料,特别是缺乏较深钻孔的资料,给声学地层的解释带来一定的困难,但是黄海区大量浅钻孔资料为揭示本海区古地理环境提供了有力的证据。本文综合地球物理测量和浅钻孔资料特别是埋藏古三角洲的发现为晚更新世末期古黄河在渤、黄海陆架区的发育提供了有力的证据。更早时期的古黄河问题有待进一步研究。

致谢 有孔虫由郑守仪、傅钊先先生鉴定,谨志谢忱。

### 参 考 文 献

- 叶青超,1992. 黄河流域环境变迁与水沙运动引规律研究. 济南: 山东科学技术出版社. 30—58
- 孙白云,1990. 黄河、长江和珠江三角洲沉积物中碎屑矿物的组合特征. 海洋地质与第四纪地质, 3: 23—34
- 刘敏厚 吴世迎 王永吉,1987. 黄海晚第四纪沉积. 北京: 海洋出版社. 292—309
- 任美镔,1986. 黄河输沙及其对渤海、黄海沉积作用的影响. 地理科学, 6(1): 1—11
- 李凡等,1993. 晚更新世以来黄河、长江入海泥沙对南黄海沉积作用的影响. 海洋与湖沼, 22(6): 501—508
- 杨子庚 林和茂主编,1989. 中国近海及沿海地区第四纪进程与事件. 北京: 海洋出版社, 1—32
- 周永青,1987. 黄河口区沉积物中元素的分布和环境的关系. 海洋地质及第四纪地质增刊, 123—129
- 林和茂 朱雄华,1989. 中国近海及沿海地区第四纪进程与事件. 北京: 海洋出版社, 33—45
- 罗曼云 石斯器 林锦英,1983. 海洋地质与第四纪地质, 3(1): 55—65
- 耿秀山,1981. 中国东部陆架的古河系. 海洋科学, 2: 21—26
- 徐家声 高建西 谢福像,1981. 最末一次冰期的黄海. 中国科学, 5: 605—614
- 夏东兴 吴桑云 国郁彰,1993. 末次冰期以来黄河变迁. 海洋地质与第四纪地质, 13(2): 83—88
- 秦蕴珊 李凡 唐宝珏,1988. 南黄海埋藏古河系. 科学通报, 24: 1887—1890
- 秦蕴珊,1989. 黄海地质. 北京: 科学出版社, 169—172
- Alexandar C. R. *et al*, 1991. Sediment accumulation a modern epicontinental shelf setting: The Yellow Sea. *Marine Geology*, 98: 51—72

## BURIED PALEO-HUANGHE RIVER DELTA IN THE CENTRAL SOUTHERN YELLOW SEA DURING THE LATE PLEISTOCENE

LI Fan, ZHANG Xiu-rong, MENG Guang-lan, HAN Gui-rong

(*Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071*)

**Abstract** During 1992—1993, Sub-bottom stratigraphic sequences were measured using Geopulse (ORE) in the central deep water area of the southern Yellow Sea. The result shows that there are two strong reflection surfaces ( $T_1, T_2$ ) and three strata (A,  $B_1, B_2$ ) below the seabed.  $T_1$  and  $T_2$  are located in 1—2 m and around 25m below the seabed, respectively. The stratum above  $T_1$  represents Holocene marine sediments, between  $T_1$  and  $T_2$  are terrigenous and transitional facies during the late Pleistocene and below  $T_2$  is the middle Pleistocene sediment. A buried paleo-delta characterized by pragrational oblique reflection configurations between  $T_1$  and  $T_2$  was found in the late Pleistocene sequence. The result of core analysis shows that sediment in 0—91cm represents a marine stratum deposited in the Holocene, that in 91—125cm a paleo-deltaic alluvial plain formed during the late Pleistocene and below 125cm a river mouth bar is  $26\ 820 \pm 2\ 380$  a. B. P.  $^{14}\text{C}$  dating. The composition of this paleo-deltaic sediment is similar to the sediment from the Huanghe River. Thus, it is proposed that the buried delta represents the paleo-Huanghe River delta formed during the regressive periods of the late Pleistocene. According to the record, the Huanghe River was not only formed but also flowed on the present-day Yellow Sea Shelf during the late Pleistocene.

**Key words** Late pleistocene Southern Yellow Sea Buried paleo-Huanghe River Delta

**Subject classification number** P 736