

末次冰期盛期长江入海流路探讨

夏东兴¹, 刘振夏¹

(1. 国家海洋局 第一海洋研究所, 山东 青岛 266061)

摘要:通过对现代长江口外东海内陆架和外陆架三条地震剖面的地层和埋藏地貌分析, 并经与相关钻孔和现代长江三角洲第四纪研究资料对比, 在东海陆架研究区内未发现末次盛冰期时古长江沉积和古河谷, 前人所谓之长江古河谷实际上是现代潮流水道, 认为当时长江很可能未曾由研究区流经东海陆架入冲绳海槽。

关键词: 末次冰期; 长江; 东海陆架; 流路

中图分类号: P512.4⁺1

文献标识码: A

文章编号: 0253-4193(2001)05-0087-08

1 引言

长期以来, 末次冰期低海面时期长江流经东海陆架注入东海或冲绳海槽被看成顺理成章的事, 一些学者对这个问题进行过专门论述^[1-3], 在通用的自然地理图集和综合地图集上也是如此标出^[4], 其主要论据是东海陆架上存在线状负地形, 在陆架边缘可以找到河口区生活的相关生物遗存等。

少数学者认为受黄海、东海之间“构造堤坝”的影响古长江可能经黄海济州岛附近入日本海, 并造成当时日本海的淡化^[5]。另一些研究者认为末次冰期时期长江约在虎皮礁一带入海^[6]。

笔者从 1996 年中法合作东海大陆架调查资料中, 选出三条单道地震浅层剖面 DS84-85, DS69-70 和 DS31-33(见图 1, 表 1), 这三条剖面均横截被认为是长江古河谷的负地形。结合前人钻孔资料和古地理资料, 笔者对三条剖面进行了层序地层学分析, 尝试对东海陆架低海面时期遗存的古河谷、沉积相进行解释, 并与现代长江三角洲地区长江埋藏古河谷等进行对比, 以便对低海面时期长江流经东海陆架与否进行进一步探讨, 提出自己的看法。

2 研究方法和资料来源

沉积地层模式和岩相分布受构造沉降、全球海面变化、沉积物的供给和气候环境四个主要

收稿日期: 2000-04-20; 修订日期: 2001-04-26

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(49576283)。

作者简介: 夏东兴(1939—), 男, 河北省涿州市人, 研究员, 从事海洋地质研究。

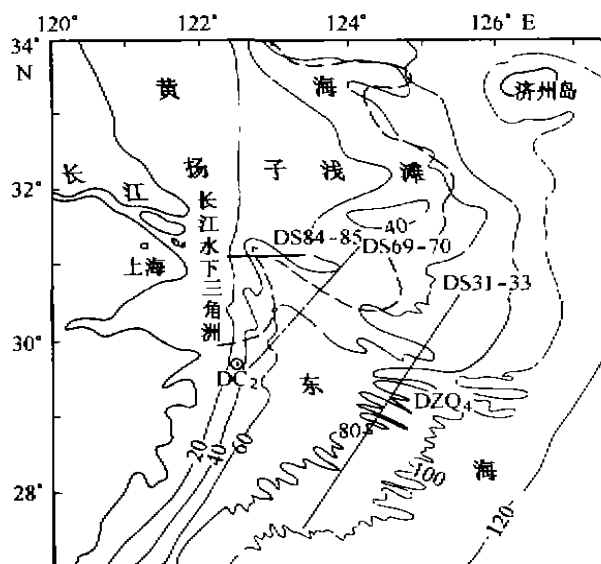


图1 研究区形势及剖面位置图
等深线单位为 m

因素的控制, 我们讨论的低海面时期古长江入海位置问题与上述四要素密切相关, 因为古长江流经的地区必然留下相应的沉积地层和古地貌, 并形成相应的岩相分布格局。上述特征应该与当时的地壳运动、海面变化、沉积物供给和气候等古地理条件相协调。反之, 认为古长江一定流经本区就显得证据不足。

本文所使用的单道地震剖面探测资料, 全部来源于中法合作东海陆架调查。调查工作于 1996 年 4~5 月由 L'ATALANTE 号调查船实施, 使用 SIG600J sparker 电火花单道地震仪测量。所获图像可清晰显示海底 50~100 m 厚的地层及埋藏地貌, 尤其对埋藏古河道的揭示比用钻孔方法在连续性、直观性和准确性诸方面都具有明显优势^[7]。

本文对所选定的三条剖面进行了地层和地貌解释, 三条剖面分别位于现代长江水下三角洲外缘、内陆架和外陆架。如果长江在低海面时期经东海陆架研究区入海, 这些剖面当为其必经之路。

表1 剖面位置

名称	东北端点地理位置	西南端点地理位置	长度/km	水深/m
DS84-85	31°18'N, 123°34'E	31°13'N, 122°34'E	63	30~50
DS69-70	31°28'N, 124°17'E	29°44'N, 122°55'E	250	50~70
DS31-33	30°59'N, 125°44'E	27°54'N, 123°44'E	500	60~90

为方便起见, 我们将三条剖面所揭示的地层从上至下分别称为 I、II、III、IV、V 层。

I 层: 全新统地层, 海相或水下三角洲地层;

II 层: 上更新统上部, 形成于大海退时期, 湖沼相沉积;

III 层: 上更新统中上部, 形成于末次冰期之陆相混合沉积和水下三角洲沉积;

IV 层: 上更新统下部, 形成于末次间冰期, 水下三角洲沉积;

V 层: 中更新统上部, 里斯冰期陆相混合沉积。

3 剖面分析结果

3.1 DS84-85 剖面

该剖面位于现代长江口外横沙岛东, 走向近东西向。剖面横截长江口外最大的潮流冲刷槽(一些学者认为是长江古河道), 水深为 30 m(西端)至 50 m(东端)。该剖面西段为现代长江水下三角洲; 中段为北北西向的潮汐水道, 水道宽度为 12~14 km, 相对深度为 23 m(谷底水深接近 70 m), 水道已侵蚀至晚更新世陆相混合沉积, 从剖面上可以看出在全新世海侵以来, 被

侵蚀下切近20 m以上。东段为扬子大沙滩的西南缘,水深约为50 m。

地层划分参考 CH1 和 CJ2 等钻孔资料^[8],并可与现代长江水下三角洲沉积直接对比。由于位于现代长江三角洲边缘,靠近陆域,所以剖面仅揭示 I、II、III 层地层,其中 I 层为全新世地层,可以分为二层:

I₁ 层:软泥,厚度为 0~24 m,为现代长江水下三角洲相,仅出现在本剖面西段。顶层水深为 30~55 m,在水深 55 m 处尖灭(31.14°N, 122.50°E),形成于全新世晚期。因含水量大,图像上有浅淡的微斜层理。

I₂ 层:海底潮流砂(沙脊),出现在剖面的中部、潮汐水道两侧,厚度为 8~12 m,在西段被 I₁ 层掩埋。

II 层:湖沼沉积,厚数米至十数米。剖面西段下伏于 I₁ 层和 I₂ 层之下,在东部直接出露海底或仅盖薄层现代沉积。

III 层:陆相混合沉积。

剖面中发现埋藏古河道 6 条,深度约为 15 m,可见宽度(下同)为 0.5~3.0 km,形成于晚更新世末次冰期低海面时代。全剖面未见大型埋藏河道(图 2, 3)。

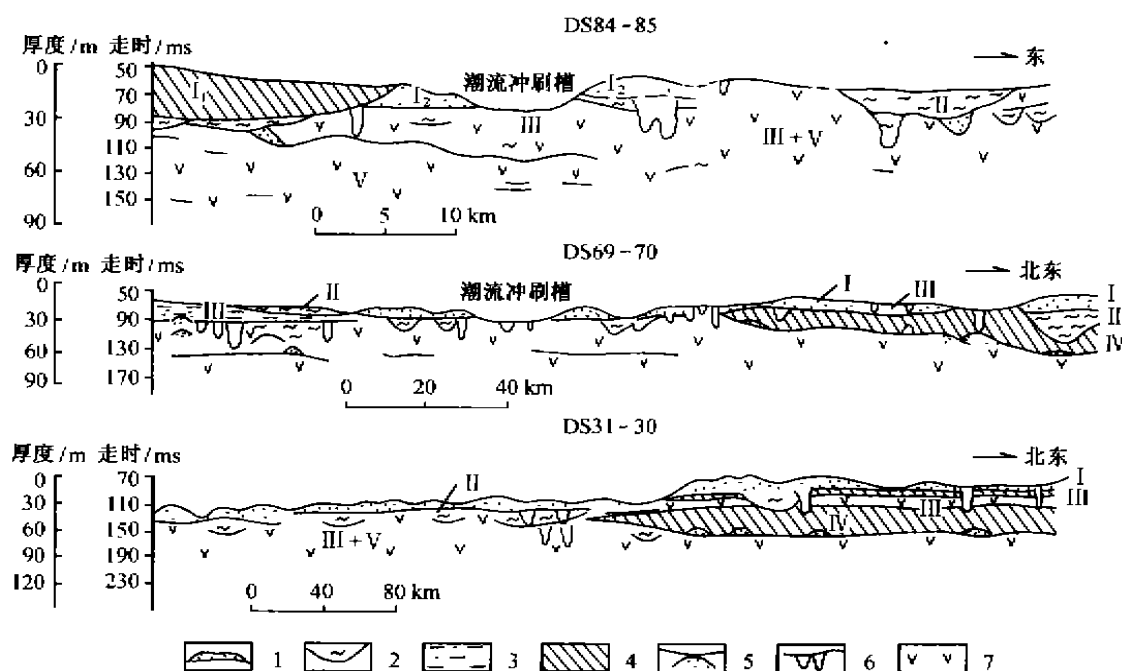


图2 东海陆架地震剖面解译图

1. 陆架沙脊, 2. 湖沼沉积, 3. 海陆过渡相沉积, 4. 水下三角洲沉积, 5. 埋藏沙脊, 6. 埋藏谷, 7. 陆相混合沉积

3.2 DS69-70 剖面

该剖面横亘于长江口与杭州湾外, 约长250 km, 水深为50~60 m。在剖面西南部约45 km 范围内为浅海平原, 中部、东北部为沙脊区。东北部基底为扬子浅滩。中部发育宽大的潮流水道, 宽度为20~25 km, 水道中发育沙脊, 脊槽高差最大达28 m, 通道底部已侵蚀到晚更新世早

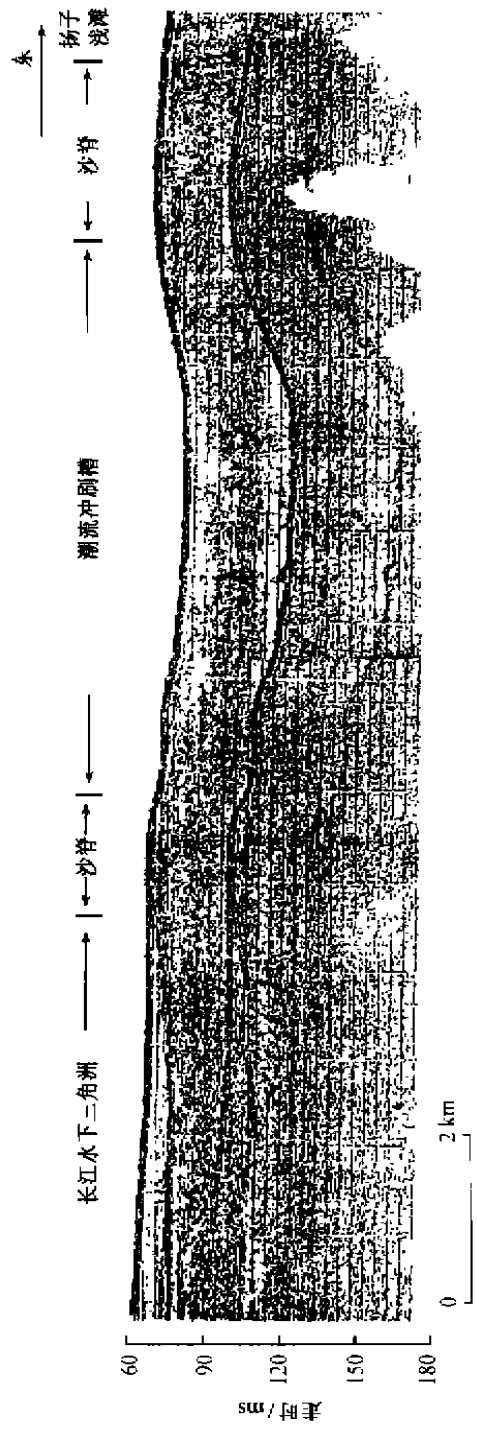


图 3 DS84-85 剖面中段图像

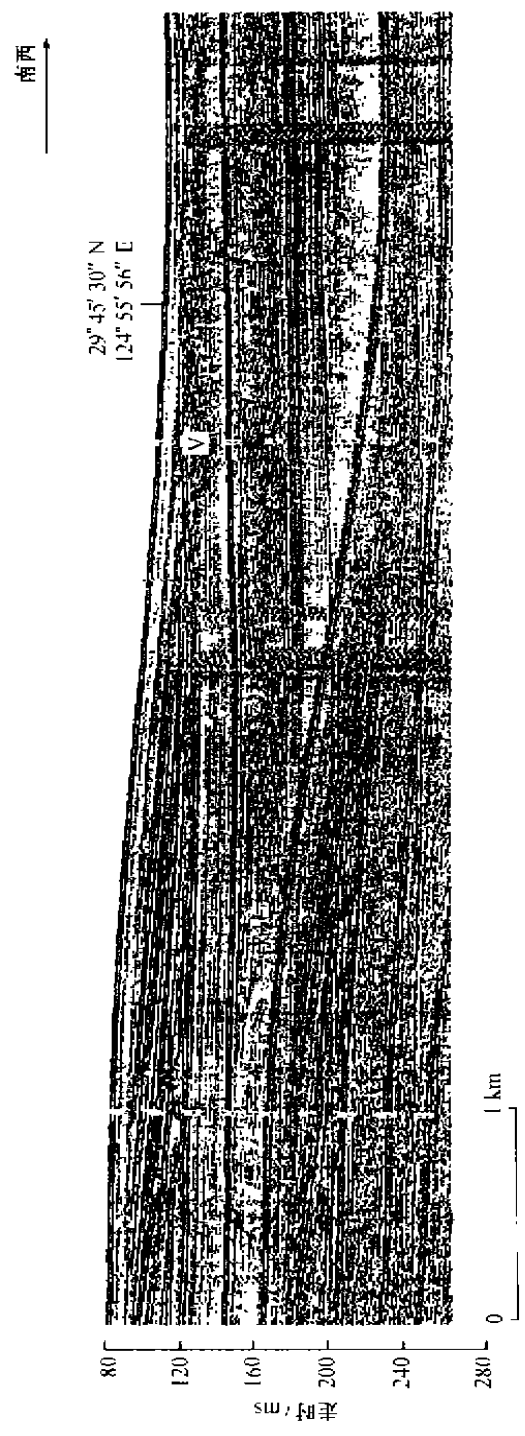


图 4 DS31-33 中段地区结构

期地层,该水道与 DS84-S5 剖面中部的潮流水道上下贯通,剖面中部和北部沙脊最大堆积高度可达15 m,宽度最大为15~20 km,是东海陆架沙脊最发育的地区之一。

剖面南端点位于 DC₂ 孔东约20 km多,DC₂ 孔水深为28 m^[9]。DS69-70 剖面南端点水深为56 m。根据两处的地层分析,DC₂ 孔孔深33~38 m处(海面以下61~66 m)发现一层滨海相地层;在 DS69-70 剖面南部相应层位亦出现浅海相或海陆过渡相地层,我们认为两者可能为同期产物。

DS69-70 剖面的北部地层,通过海上地震剖面追索至 DZQ₄ 孔位置,使剖面北部可直接与 DZQ₄ 孔相对比。据此,该剖面自上而下划分为五层。

I 层:细沙,冰消期以来形成的沙脊地貌。

II 层:分布于剖面西南端约60 km区段。

III 层:陆相混合沉积,仅出现在剖面的东北部。剖面西南端为同期海陆过渡相沉积。在末次冰期亚间冰期形成。

IV 层:水下三角洲相,厚度约为10~15 m,仅出现在剖面北段。经与 DZQ₄ 孔对比,此层为末次间冰期形成。

V 层:混合沉积,伏于IV层之下,剖面中段潮流冲刷槽处可直接出露海底,为里斯冰期陆相地层。

剖面穿越了现代海底沙脊发育区。地层中也保留了大量埋藏古河道、沟谷和湖泊洼地。在250 km的剖面调查区,发现30多条保存完整的古河道和沟谷,宽度一般为1~4 km,深数米到十数米。

DS69-70 剖面冲刷槽两边沉积地层差别显著;其东北部扬子浅滩地区,在末次间冰期发育了厚10~15 m左右的水下三角洲地层;西南部整个晚更新世地层很薄,未见三角洲相地层发育。全剖面未见冰消期以来的三角洲地层,也未发现同期大型埋藏沟谷。另外,扬子浅滩区海底地形明显高起(见图2)。

3.3 DS31-33 剖面

该剖面呈北北东—南南西向横于长江口东南中外陆架,水深为60 m(北部)至90 m(南部)。沙脊最宽可达20 km,但起伏较为平缓,高度一般为10~15 m,最高可达20 m。在剖面线上29.46°N,124.56°E附近,地形上有一个明显的转折,向南海底水深由64 m骤然增至90 m左右(见图4)。剖面南段沙脊密度大而规模小,宽度约为4~5 km,高度为10~15 m。脊间槽道深10~15 m。末次间冰期形成的三角洲地层也在附近尖灭。因为陆架开阔,DS84-85 和 DS69-70 两剖面上所显示的潮流冲刷槽在这里已不明显。

剖面中部离 DZQ₄ 孔的位置较近,经过地震剖面连续追索并与 DZQ₄ 孔对比,整个剖面北部地层发育比较完整,南段除表层为现代潮流砂外,下部全部为陆相混合沉积。缺失海相或水下三角洲相地层。

I 层:表层为冰消期以来的潮流砂。

II 层:薄层河湖沉积,以湖相(或潟湖相)为主,形成于低海面或冰消期,地层不连续。

III 层:陆相混合沉积,厚度约为15 m,剖面东北段见薄层水下三角洲相沉积,为末次冰期亚间冰期形成。

IV 层:水下三角洲相,厚度为15~25 m,为末次间冰期沉积,与 DS69-70 剖面相同。仅出

现在剖面北段,在剖面中部和南部缺失。

V层:陆相混合沉积,厚度为5~10 m,为里斯冰期沉积。

在此剖面发现埋藏湖泊洼地较多、沟谷较少,南部则更少。IV和V层之间发育较多埋藏古沙脊,形成于末次间冰期海侵时。

DS31-33剖面一个明显的特征是在晚更新世发育了两层水下三角洲沉积地层,上层很薄且断续分布,中间有一侵蚀界面,反映因接近陆架边缘而海侵次数较多,但仅限于东北部;剖面西南部与DS69-70近似,未见晚更新世三角洲相地层发育,且地层很薄,见图2。

3.4 三条剖面揭示的沉积和埋藏地貌特点

(1) 末次间冰期后期海退水下三角洲相地层仅出现在DS69-70和DS31-33剖面的东北部,西南部均缺失,即在晚更新世期间扬子浅滩以南的广阔东海陆架均未见大河三角洲相地层,仅在55 m水深以浅地区沉积了全新世长江水下三角洲地层。

(2) 盛冰期低海面时东海内陆架湖泊洼地发育,而外陆架同期地层很薄或缺失,在地震剖面上难以判识。

(3) 在调查区埋藏沟谷发育,但下切深度和宽度小。在三条剖面均未见到现代长江三角洲地区那样规模的埋藏古河谷。

(4) 北西—南东向延伸的潮流冲刷槽沿扬子浅滩西南侧发育。

4 盛冰期低海面时古长江入海问题的讨论

4.1 东海陆架难寻低海面时期长江流路证据

可以设想,如果古长江低海面时期流经研究区而注入冲绳海槽,那必然在它流经的路途上和入海口留下其活动的遗迹,像现代的长江三角洲一样,形成三角洲平原、宽大的河道及水下三角洲前积和前三三角洲等沉积体系,但我们分析了DS84-85、DS69-70、DS31-33等几条剖面后,并未找到上述古长江遗迹。我们查阅了前人的资料,印象也大体如此。东海陆架研究区内只遗下当时形成的湖沼洼地、中小型埋藏古河道和潮流改造形成的大小水下沙脊。现代长江三角洲的埋藏古河谷有上百公里宽^[10],而陆架上的埋藏河道却只有1~3 km,它们完全可以由其他中小河流形成。

4.2 关于东海陆架“长江古河道”的认识

第一,东海陆架确存在一条北西—南东向延伸的负向地形,在DS84-85、DS69-70有清楚显示,DS31-33则已无槽道形态。查阅水深图发现,沿负向地形追索到水深60~70 m左右,以东即被广布于陆架的水下沙脊地貌体系取代。这条被许多学者看成“长江古河道”的负向地形就此消失,但那里距冲绳海槽低海面时的古岸线尚有近300 km之遥。若此负向地形为长江古河道,古长江当时应在注入海槽前的途中留下与之相匹配的遗存。

第二,此负向地形在DS84-85剖面位置两侧堆积有高15 m左右的沙脊,中间槽道被侵蚀下切的老地层达10 m左右,所以它是典型的潮流冲刷槽。

第三,此槽在DS84-85剖面中,槽底海拔约为-70 m,如果补上被潮流侵蚀掉的10 m以上的沉积,它在低海面时的原始地面约在今-60 m以上位置,而它西部100 km多的长江古河道,其谷底深度为70~80 m。若为同期河道,则下游比上游标高很多,似不甚合理。

这条负向地形比较合理的成因解释应为:在特殊地形、水动力条件下由潮流冲刷而成,即

太平洋潮波自东南向西北涌向东海陆架,运行中海水受东北部扬子浅滩和西南方现代长江水下三角洲以及陆地的限制而变形,使潮差增大,潮流增强。目前5 m层往复潮流流速最大可达120 cm/s,完全能冲刷出这条槽道。扬子浅滩与南部的陆架平原高差超过20 m,可以成为挤压潮水的一翼。因此,此负向地形与长江古流路并无必然的因果关系。

通过对三条剖面的追踪对比分析,可以发现颇有区域地质意义的现象。如在东海陆架南部,即自现代长江口起,向东南方向划一条直线至冲绳海槽(基本与现代潮流槽重合),此线西南的东海陆架面积占整个东海陆架的约2/3,在整个晚更新世以来,均未见大河三角洲遗存。该地区仅在DS69-70剖面西南段的内陆架见玉木冰期时代的海陆过渡相沉积,外陆架则全部为陆相地层。内陆架也仅在全新世发育水下长江三角洲,其下部也是混合沉积,但在潮流冲刷槽东北一侧,包括扬子浅滩及其以东的陆架,在末次间冰期均发育了几十米厚的水下三角洲相地层(见图4)。这种沉积格局显示,末次盛冰期长江可能从南黄海与东海交界地区入海,水下三角洲波及范围向南也仅及东海北部,《东海地质》一书中也有类似的说法^[11]。最近徐学东发现在距今16~10 ka时期,冲绳海槽北端为盐度格外低的浅海环境,认为与古黄河注入有关^[12]。据笔者研究,当时黄河因流域干旱少雨,难以注入冲绳海槽^[13],推测是古长江在附近入海所致。东海陆架的中部和南部在整个晚更新世的古地理还是一个未解的谜。因此,对长江盛冰期入海流路比较合理的解释应当是长江流经目前黄海、东海交界地区,在济州岛附近注入冲绳海槽北端。

5 结论

(1) 在末次冰期盛期东海陆架研究区未发现长江古河道和相应的沉积体系,所以当时古长江未曾由研究区流经东海陆架入冲绳海槽,推测流经目前黄海、东海交界地区,在济州岛附近注入冲绳海槽北端。

(2) 现代长江口外北西—南东向的负向地形可能主要为全新世以来潮流冲刷而成,并非低海面时的长江主流古河道。

参考文献:

- [1] 任美镔,曾成开.论现实主义原则在海洋地质中的应用[J].海洋学报,1980,2(2):94~105.
- [2] 朱永其.东海陆架地貌初步研究[A].东海研究文集[C].北京:海洋出版社,1984.65~70.
- [3] 袁迎如.东海大陆架晚更新世晚期长江河口[J].海洋学报,1992,14(6):85~89.
- [4] 焦北辰.中国自然地理图集[Z].北京:地图出版社,1998.60.
- [5] 杨子庚.中国东部陆架第四纪时期的演变及其环境效应[A].中国海陆第四纪对比研究[M].北京:海洋出版社,1991.5~11.
- [6] 秦蕴珊,赵一阳,陈丽容,等.东海地质[M].北京:科学出版社,1987.205~210.
- [7] LIU Zhen-xia, BERNE Serge, SAITO Y, et al. Quaternary seismic stratigraphy and paleoenvironments on the continental shelf of the East China Sea[J]. J of Asia Earth Sciences, 2000, 18: 441~452.
- [8] 黄慧珍,唐保根,袁迎如,等.长江三角洲沉积地质[M].北京:地质出版社,1996.244.
- [9] 黄庆福,苟淑铭,孙维敏,等.DC-2孔岩心地层划分[J].海洋地质与第四纪地质,1992,4(1):11~16.
- [10] 李从先,张道建.晚第四纪长江三角洲高分辨率层序地层学的初步研究[J].海洋地质与第四纪地质,1996,16(3):13~24.
- [11] 金翔龙.东海地质[M].北京:海洋出版社,1992.513.

- [12] XU Xue-dong, MOTUYOSHI Oda. Surface-water evolution of the eastern East China Sea during the last 36 000 years[J]. *Marine Geology*, 1999, 156: 285 ~ 304.
- [13] 夏东兴. 末次冰期黄河解体事件初探[J]. *海洋与湖泊*, 1996, 27(5): 511 ~ 517.

Tracing the Changjiang River's flowing route entering the sea during the last ice age maximum

XIA Dong-xing¹, LIU Zhen-xia¹

(1 *First Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Qingdao 266061, China*)

Abstract: Based on the stratigraphic and buried geomorphic analysis of three seismic profiles located in the inner and outer shelves of the East China Sea out of the present Changjiang River's mouth, and contrasting with some relevant geologic cores and Quaternary researches on the modern Changjiang River Delta, it is found that there are no paleosediments and paleochannels of the Changjiang River formed in the last ice age maximum in the study area. The paleochannels of the Changjiang River as which former researchers were considered are actually present tidal channels. Therefore, probably the Changjiang River did not flow by the East China Sea shelf and enter the Okinawa Trough during that period.

Key words: last ice age; Changjiang River; East China Sea shelf; flowing route