

莺歌海附近陆架区埋藏古河道 及海平面变化*

李凡 董太禄 姜秀行
庄杰早 于建军 杜全胜
(中国科学院海洋研究所, 青岛)

提要 用高分辨率地球物理仪,在莺歌海陆架区海底发现了大量埋藏古河道、古湖泊。根据其分布位置及断面特征,推测出更新世末期低海面时期埋藏古水系的分布。据沉积物层中的超覆层序及埋藏古河道的端点水深推测,晚更新世末期调查区最低海平面的位置在130—140m等深线附近。

更新世以来,世界海平面曾发生了巨大变化。这种变化涉及到我国各海区,位于北部湾东南部的莺歌海陆架区,也曾经历了沧桑变化。有关学者研究指出,南海北部及北部湾海底,水深20m和50m附近存在着古海岸线^[1-3],那里发现有作为古海岸线重要标志的

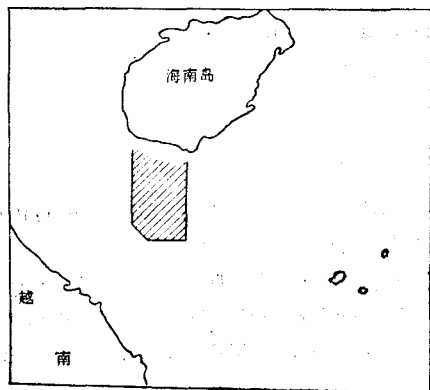


图1 调查区位置

Fig. 1 Location of survey area

水下阶地及残留的滨海沉积物。有的学者认为,晚更新世末期,南海及北部湾的低海面可能在水深100m处^[8]。当时,水深小于100m的陆架区,海水退出,裸露成陆。后来,全新世气候转暖,海面上升,成陆的陆架部分重新沉入海底。莺歌海区位于热带季风气候区,天气炎热,雨量充沛,更新世晚期的玉木冰期中,气温虽较现在低,但由于所处纬度较低,年降水量仍较大,故河流发育。分布在陆架上的大小河流,在冰期后的海面上升以后,纷纷沉入海底。在沉积速率较小的海区,这些河流以溺谷的形式出露海底,河谷形态依稀可辨;在沉积速率较大的海区,则被掩埋在不

同深度的沉积物层下面,其河谷形态在海底表面已荡然无存了。近年来,由于各种高分辨率浅地层剖面仪的广泛使用,在我国各海区相继发现了埋藏的古河道^[6],其中,很多河谷形态清晰,甚至可与目前陆地上的水系相连。1986年初,我所受南海西部石油公司的委

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第1756号。

参加海上工作的有王少智、王刚、范守安、姜佩宗、董乐海、李长珍等,在此深表谢意。

本文曾在1987年南海学术讨论会上宣读。

收稿日期:1988年9月20日。

托,利用“科学一号”调查船,在莺歌海陆架区进行了地质、地球物理测量,发现了 60 多处各种不同形态的埋藏古河道,为研究本区的灾害性地质、古地理变迁及海平面变化等,积累了丰富的资料(图 1)。

一、埋藏古河道的断面类型及沉积特征

根据本区实测资料,埋藏古河道按断面形态特征可分为以下几种。

1. 对称型古河道

其特点是河谷两岸的坡度大致相等,其中,一部分河谷狭窄而陡峻,断面成“V”字形;另一部分则较为宽阔平缓。

对称型河谷的规模一般较小,宽度不大于 1km,深度多小于 10m。河谷的声波反射多呈现出亚平行倾斜反射结构。充填沉积物具有大型的亚平行斜层理,其倾斜方向大致与岸坡一致。它们主要是由河流两岸向中部侧向加积而成的。两侧的斜层理多在河谷中部相交。在这里未发现高角度的交错层,说明河床上不存在大型沙波、反沙丘等堆积体。

对称型河谷是顺直河,或河道之顺直河段的特征。典型的对称型埋藏古河道见于测线 Y13 的第 16 号测点、Y10 的第 29 号测点及 K30 的第 22 号测点。

2. 不对称型古河道

是本区内出现最多的类型。其特点是河谷的一侧坡度较陡,另一侧较缓。正象现代河流断面的特点一样,陡岸为侵蚀岸,也是靠近河流主泓的河岸,缓岸为堆积岸,也是河流的点坝侧向加积、漫滩发育的地区。不对称型古河道的规模不等,据实测资料,最宽的可达 3km 左右,深为 15—20m。从地震反射记录分析,古河道内普遍发育大尺度的平行或亚平行斜层理、低角度交错层理和波状层理。在河漫滩的缓坡内部,具有较明显的向河床倾斜的大尺度斜层系,推测它们是点坝发育、沉积物侧向加积作用形成的(图 2)。河漫滩的上部有时可见到反射较弱的小尺度波状层理,或平行、亚平行层理。记录谱上,它们因反射能量较弱而表现为浅色半透明状,相当于东海、南黄海等海区发现的声学透明层。这意味着该层沉积物的粒度较细,湿度较大。它们与下覆之粒度较粗的大型斜层理一起,反映了河流的不同水动力特征,组成了类似于河漫滩上沉积物的二元结构模式。

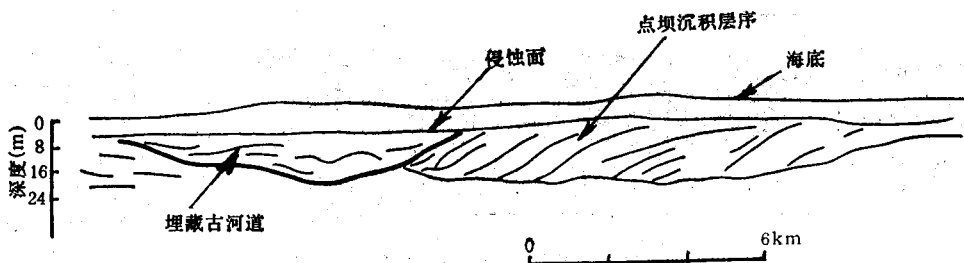


图 2 埋藏古河道及点坝沉积层序

Fig. 2 Buried paleo-channel and sedimentary sequence of the point bar

不对称型古河道,特别是具有点坝沉积体发育的河道断面,是曲流河断面的重要特征之一。不对称型河谷断面的大小,除了与河流的规模有关以外,也与测线和河流相交的角

度有关。

典型的不对称型古河道,在测线 K27 的第 26 测点, Y10 的第 30 号测点, Y2 的第 2, 5 号测点等地都有发现。

以上两类只是依据埋藏古河道的断面形态划分的。如果从埋藏古河道在地层中出现的层位考虑,还可以分为单层埋藏古河道和双层或多层埋藏古河道。对称型和不对称型埋藏古河道皆属前者。

3. 双层古河道

指同一层位中不同沉积亚层的两个沉积层面上发育的古河道,例如测线 Y2 上的第 11 号测点, K28 上的第 9 号测点等处,都发现了清晰的双层古河道。其沉积特点是,在记录谱上,上下两层古河道充填沉积层之间,有一个明显的强反射面。这说明,上下两沉积层中间存在着一个沉积间断,推测它们可能属于两个不同的沉积阶段,也可能是在河流发育过程中,河曲摆动形成的。

本区双层古河道内充填沉积物的层理构造,一般也是大型低角度斜层理,同时也带有交错层理及波状层理。有的测点上,由于上部沉积物反射较强,能量衰减较大,下部沉积物中的反射结构记录不太清楚。

本区发现的埋藏古河道的上部,除了西北部以外,都覆盖着厚薄不等的沉积物层。最大厚度可达 10m 以上。其中有些地区,上覆沉积层中又可分为两个亚层。这个沉积物层即是上文所述的声学透明层,它们是全新世海相沉积物,与下覆之陆相沉积层一起,共同组成一套完整的海侵层序。调查区的西北部海底为波状侵蚀平原,从傍侧声纳和测深记录,以及沉积物特征分析,这里的海底目前正经受侵蚀。因此,上覆沉积层断续消失,下部老地层,包括埋藏古河道的充填沉积物亦直接出露海底(图 3)。

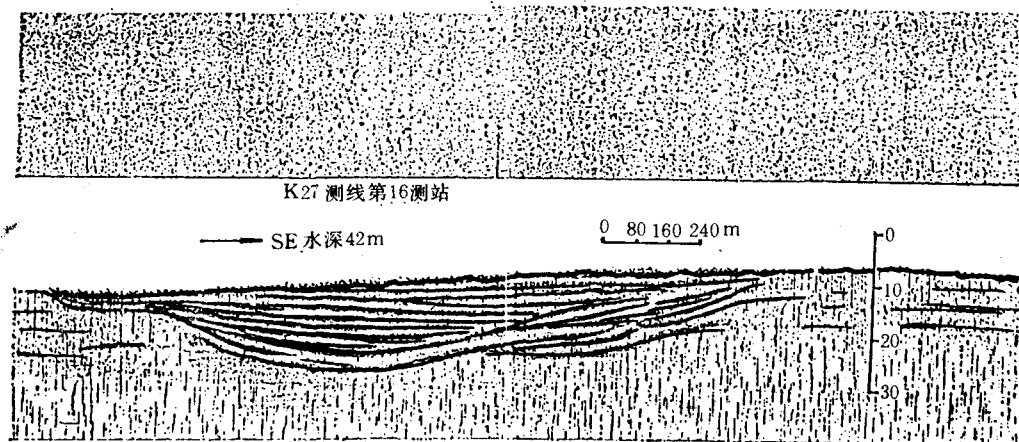


图3 裸露在海底的古河道

Fig. 3 Paleo-channel exposed on the sea floor

以上各类埋藏古河道的断面,在南黄海均有发现^[7],但它们的充填沉积物的层理构造特征均与本区有明显区别。南黄海埋藏古河道的充填沉积物层中多发育有大型高角度的交错层理,而莺歌海区的古河道内,除个别测点外,则以低角度交错层及平行或亚平行层

理为主。此外,在南黄海的一些测点上,发现有复式河谷,它是辫状河流断面的重要特征之一,而在此测量区内却很少发现。上述区别可能反映了当时两个海区的河流性质有所不同:南黄海区,辫状河及曲流河发育,但以前者为主。这说明,河流具有暴涨暴落、水流湍急的特征,季节变化特别明显,河床内沙体发育。莺歌海区内则以曲流河发育为主,同时,水流相对缓和,河流径流虽有季节性变化,但不如前者明显,河床内大型沙体不发育,推测这可能是它们处于不同古气候带的结果。

二、埋藏古河道、古湖泊的地理分布及沉积特征

1. 埋藏古河道

根据调查区内发现的 60 多处埋藏古河道断面特征及其分布位置绘出了图 4。

由图 4 可以看出,调查区内曾经存在着数条大小不等的古河流,其中,西北部的河流,主要从崖城近海向西南方向流入古湖泊,其它大部分河流则分别向东南和南方向流入古南海。河流流动的方向与该区海底总的倾斜方向一致。由于缺少近岸浅水区浅地层测量及沿岸河流发育的历史资料,目前,尚难以找出这些埋藏古河道与陆地水系之间的联系。

2. 埋藏古湖泊

大型埋藏古湖泊主要分布在调查区的西部(图 4),分布水深约为 50—90m,埋藏深度为 5—10m。在测区内,湖宽可达 30km 以上,最大深度约为 25m。估计,当时的面积不小于 400 km²,比现在云南的滇池大。湖内充填沉积物层中,具有平行、亚平行反射结构,湖滨及水下岸坡处,有倾斜及波状反射结构。在记录谱上呈现出淡灰色,说明沉积物主要为带有粉砂或

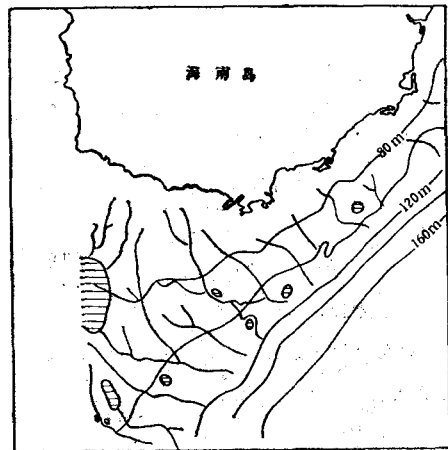


图 4 埋藏古河系分布略图

Fig. 4 Schematic map of distribution of the buried paleo-channel system

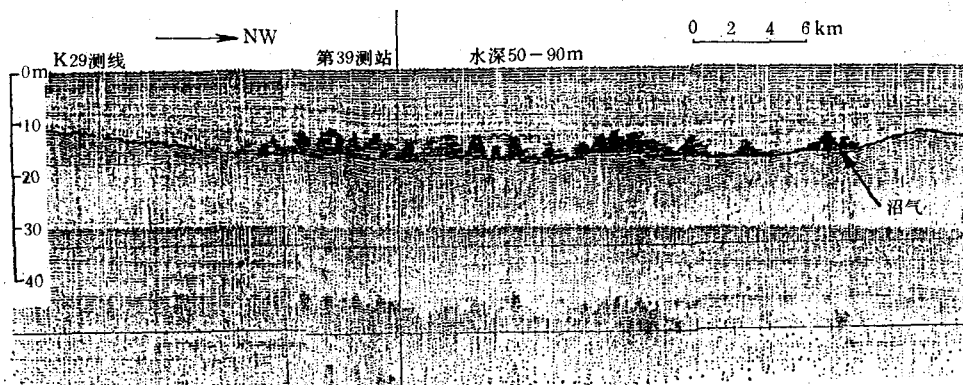


图 5 埋藏古湖泊底部的大量沼气

Fig. 5 Buried paleo-lake with marsh gas on the lake floor

细砂夹层的软泥类细粒沉积。此外,湖盆的底部沉积物层中,发现较多的浅层气丘,估计是大量生物分解而成的沼气(图5)。

在调查区的南部,也零星发现了小型埋藏古湖泊,其中有的位于河畔,可能是由河道摆动而成的牛轭湖。

从记录谱上可以看出,湖滨平原上为一反射较强的侵蚀面,其层位与埋藏古河道相当,故埋藏古湖泊的形成时代应与埋藏古河道同。

三、埋藏古河道的形成时代

埋藏古河道的河岸两侧,有一条较强的反射界面,将古河道以外的上、下沉积层分开。其界面或凹凸不平,或平整,构成了明显的侵蚀不整合或假整合接触。在上部沉积层中,部分地区虽然也存在着一个强反射面,但就全区而言,其连续性不好,因此与上述埋藏古河道发育相应的不整合面,应为本区最晚的侵蚀面。这个侵蚀面的连续性好,反射强,而且其埋藏深度向调查区西北方向变浅,以至在崖城外内陆架波状侵蚀平原上的粗砂、细砾分布区内尖灭。在这里,埋藏古河道的充填沉积物及老侵蚀面上的沉积物直接出露于海底(图3)。

目前尚没有老侵蚀面及上述粗粒沉积物的¹⁴C 年龄资料,但从这些粗粒沉积物的分布地区及相应的地貌特征来看,与北部湾内广泛分布的粗砂砾石带若断若续连成一体,相当于南海北部及北部湾内广泛发育的第二级水下阶地,即水深 50m 左右的古海岸线位置,其时代大约相当于晚更新世末期至全新世初期的低海面时期^[4]。这类在最后一个侵蚀面上出现的埋藏古河道,在南海的珠江口外、东海的长江口外、南黄海老黄河口外等海区均有发现。它们的层位相当,都是晚更新世末期至全新世初期低海面时期的古河道遗迹。

四、反映海平面变化的地层特征

目前还没有钻孔资料来证明本区地层内的沉积相变化及相应的沉积时代,而且也缺少水深小于 30m 的浅地层剖面记录资料,但在不少测点上,记录了反映本区海平面曾经发生过明显变化的地层特征,这为认识本区的海陆变迁历史积累了有价值的资料。

1. 在测线 Y13 上水深 40—60m 附近海底的浅地层记录上,发现了一系列以前积层为特征的三角洲沉积和多次上部超覆及上部超覆转移的现象,组成了一套反映海岸线进退、海平面波动的海退—海侵层序(图6)。

从图6可以看出,在三角洲沉积之后,便发生了海侵,但规模不大,估计一般只限于相当于三角洲区的范围,后来就发生了多次的岸线进退,推测海面变化的幅度不大于 20m。它们的顶面即是本区广泛发育的最上部的侵蚀面;再往上则为全新世海相沉积层。这种情况似乎说明,在全新世初期海平面变化过程中,在目前水深 50m 附近的海底,海岸线发生过短期的摆动。这种现象可能与陆源物质供给量发生重大变化,如河口的摆动等情况有关;同时也可能与世界上许多地区海平面在水深 50m 左右的深度短期停滞有关。其它测线上偶有类似的现象发现,但不象这里那样明显。

2. 在测线 K28 上的第 27—29 站和 K27 上的第 33—35 站附近,发现了上部超覆尖灭现象(图7),其水深为 100m 左右。这里的地层超覆现象不象 Y13 测线上的那样复杂。

它的顶面也是本区广泛发育的最后一个侵蚀面,其下发育古河道,层位和 Y13 测线上的超覆地层相当。

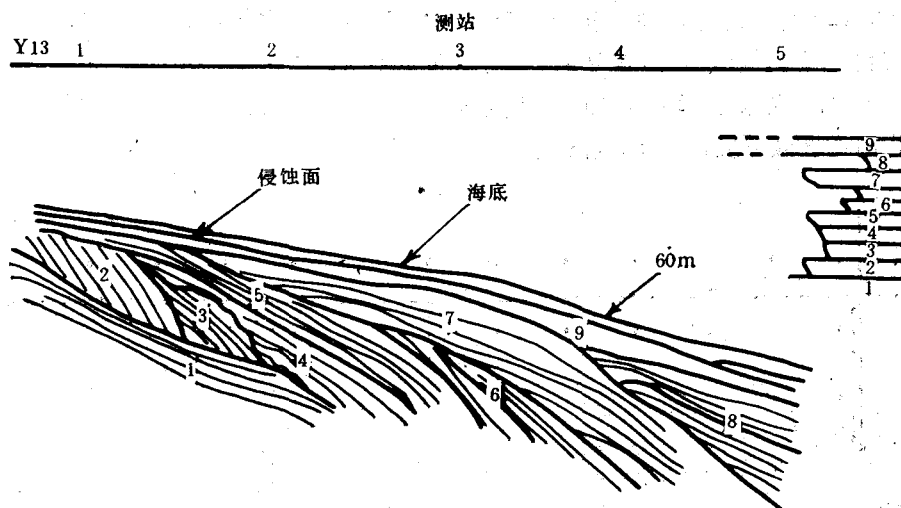


图 6 埋藏的古河口三角洲

Fig. 6 Buried paleo-delta of the river mouth

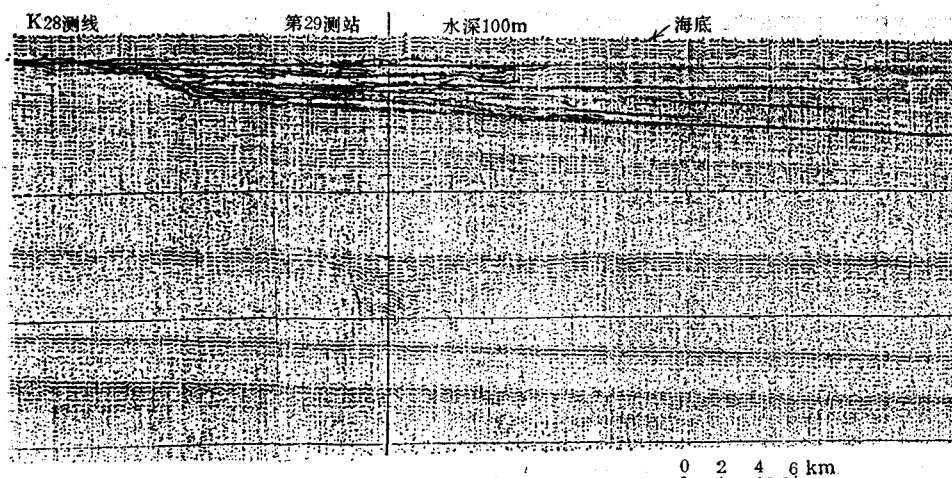


图 7 K28 测线上的超覆地层及埋藏古海岸线

Fig. 7 On-lap strata and buried paleo-coastline on survey line K28

简单的地层超覆可能反映,这里虽然一度曾为古海岸线,但海面停留的时间不长。在那个时段内,海平面上升速度较快,较少振荡性升降。

五、关于更新世晚期本海区最低海平面的位置

佐藤任弘等曾经用海底埋藏河谷分布的下限水深来推测古海岸线的位置^[9]。由于河口区地貌复杂,以及调查区内测线网的密度较小,由此推测出的古海岸线位置将会产生误

差,然而作为粗略估计则是完全可行的。

调查区内因测量范围的限制,只在以下几条测线上,得到了埋藏古河道的下限水深。测线 K29 第 19 号测站上,水深为 107m,古河道埋藏深度约为 3m;测线 L1 第 30 号测站,水深为 120m,古河道埋藏深度约为 7m;测线 K30 第 9 号测站,水深为 114m,古河道埋藏深度约为 2m;测线 K28 第 2 号测站,水深为 105m,古河道埋藏深度为 4—5m;测线 L1 第 6 号测站,水深为 120m,古河道埋藏深度为 3—5m;测线 L1 第 17 号测站,水深为 115m,古河道埋藏深度约为 5m (图 8)。

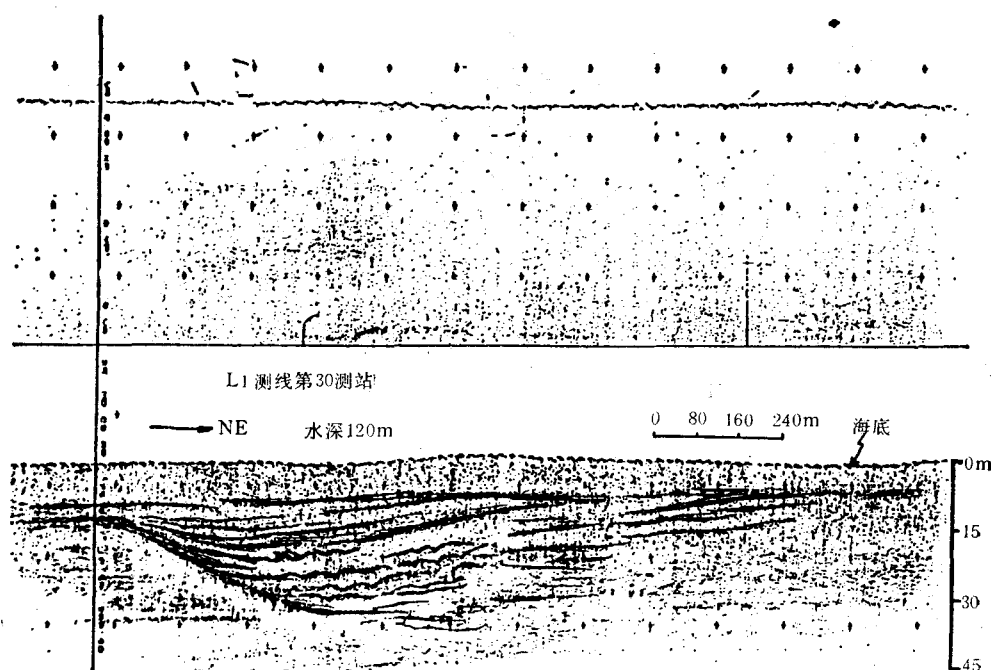


图 8 水深 120m 处的埋藏古河道

Fig. 8 Buried paleo-channel at 120 m water depth

上述各测线的实测终点水深,有些大于 150m,但是所发现的实测埋藏古河道的最大水深为 120m,加上埋藏深度,约为 125—127m。考虑到海南岛东部发现的埋藏古河道的最大深度为 135m,而在水深 130—150m 处的海底,发现形态特征明显的埋藏古三角洲,因此推测本区更新世末期最低海平面位置,可能在 130—140m 等深线附近。

据本区的海底地形测量资料,水深 130—140m 的外陆架区,海底坡度增大,具有水下阶地的性质。它可能与东海晚更新世末期的 130—140m 的水下阶地^[6]、台湾浅滩附近 140—150m 的水下阶地^[5]、日本海若狭湾 120—140m 的水下阶地相当^[5]。

六、结 语

莺歌海调查区在晚更新世末期和全新世初期的低海面时期,陆架区裸露成陆,其上发育一些古河流和古湖泊。崖城以南近海区的古河流向南流入古湖泊,其它皆向南和东南

流入古南海。全新世以来,气候转暖,在海平面上升过程中,曾分别在 130—140m、100m 左右和 50m 左右的海底有过短期停留,塑造了相应的海岸阶地和古海岸线。其间,最低海平面的位置大约在 130—140m 水深的等深线附近。在海平面上升过程中,在水深 50m 附近,海平面有振荡性升降,停留时间相对较长。

参 考 文 献

- [1] 冯文科、鲍才旺、陈俊仁等,1982。南海北部海底地貌初步研究。海洋学报 4(4):462—472。
- [2] 孙家淞、冯栋志、丁培民,1985。我国东部海区不稳定因素及其对海洋工程的影响。海洋地质与第四纪地质 5(4): 21—30。
- [3] 陈俊仁、冯文科,1983。南海北部—20m 古海岸线之研究。南海地质研究 2: 83—94。
- [4] 陈俊仁、冯文科、赵希涛,1983。南海北部—50m 古海岸线研究。地理学报 2: 176—187。
- [5] 佐藤任弘,1982。从海底地形看日本海的平面变化。海平面变化(广州地理所编译)。广东科技出版社,120—140 页。
- [6] 林美华,1981。东海海底地形。海洋科学 1: 24—27。
- [7] 秦蕴珊、李凡、唐宝珏,1986。南黄海西部埋藏古河道。科学通报 24: 1887—1890。
- [8] 黄金森,1979。南海晚更新世以来的海平面变化。

BURIED PALEO-CHANNEL SYSTEM AND CHANGE OF SEA LEVEL ON THE CONTINENTAL SHELF IN YINGGEHAI BASIN*

Li Fan, Dong Tailu, Jiang Xiuhang, Zhuang Jiezao, Yu Jianjun and Du Quansheng
(Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao)

ABSTRACT

A lot of buried paleo-channels, paleo-lakes and river mouth paleo-delta formed during the low stand of sea level at the end of Late Pleistocene and Early Holocene were found with the use of high resolution geophysical instruments. Some of the southward flowing paleo-rivers emptied their load into paleo-lake and some flowing southward and southeastward emptied their load into paleo-South China Sea. Data of the depth of buried paleo-channels show the sea level was the lowest at about -130—-140 m and it had stayed at -50 m, -100 m and formed corresponding paleo-coastlines. Data also show that sea level stayed longer at -50 m water depth than other oscillational stagnations.

*Contribution No. 1756 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.