

渤海海底地貌类型及其区域组合特征*

耿秀山 李善为 徐孝诗

(国家海洋局第一海洋研究所)

李成治

(中国科学院海洋研究所)

近几年来,随着渤海油气的钻探,迫切需要对海底地貌条件进一步调查与研究。本文分析了渤海区域地貌特征及基本类型,在理论和实际上都有一定意义。

一、海底地形轮廓

渤海海域通常划分为:辽东湾、渤海湾、莱州湾、中央海区和渤海海峡。这五部分构成三湾挟持的海域轮廓,恰似呈北东向放置的梯形。依此量测,渤海最长(辽河口至羊角沟间)、最宽(蓟运河口与南长山岛间)距离分别为 480 与 300 公里,面积为 7.7 平方公里。

渤海海底地势,自西北向东南缓倾,轴部在渤海湾顶至老铁山水道之间,平均坡度为 28" (图 1)。在轴线以南泥质粉砂覆盖海底,地形起伏更加平缓;轴线以北砂质为主的海底,地形起伏较大,有谷道交织。在渤海的狭窄出口——渤海海峡,由于老铁山岬与蓬莱角的扼制和庙岛群岛横亘,造成了沟脊纵穿的崎岖地形。一般沟槽的水深可超过 40 米,北隍城岛北侧的老铁山水道南支冲刷槽,最大水深为 86 米。平浅的渤海中央海底,水深仅 25—30 米。渤海三湾绝大部分在 20 米等深线范围以内,其面积占渤海一半以上,所以渤海平均水深仅 18 米。

二、盆地的形成及古地貌掩埋

渤海基底由震旦系、寒武—中奥陶系、中石炭—二迭系及早中生界变质岩系组成,上复侏罗—白垩系及巨厚的新生界。

现有资料表明,渤海盆地大规模张性断裂系统的发生演变,导源于岩石圈的垂直运动及地幔涌升(形成“地幔柱”)与莫氏面抬高(图 2)^[3]。莫氏面隆起范围尚包括外围盆地,直径为 300 公里。渤海地幔柱(高 8 公里)的部位,与重力高值区、地热梯度高异常区(4.5°C/100 米)及地壳最薄部位(29 公里)的新生代渤海盆地拗陷中心(渤中拗陷)相对应。由此看出,中生代燕山运动渤海地幔开始涌升使地壳拉张,造成盆地东西两侧北东向及南北两侧北东与近西向等断裂活动(图 3),使渤海地区结束了隆升状态,相对胶辽半岛和冀东山地等断陷,至白垩纪末盆地基底构造地貌轮廓已大致出现。新生代喜马拉雅运动开始,始新世在渤海盆地内出现的数个分隔性凹陷,乃上地幔物质运动造成的盆地构造基

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 812 号。
本刊编辑部收到稿件日期: 1981 年 7 月 25 日。

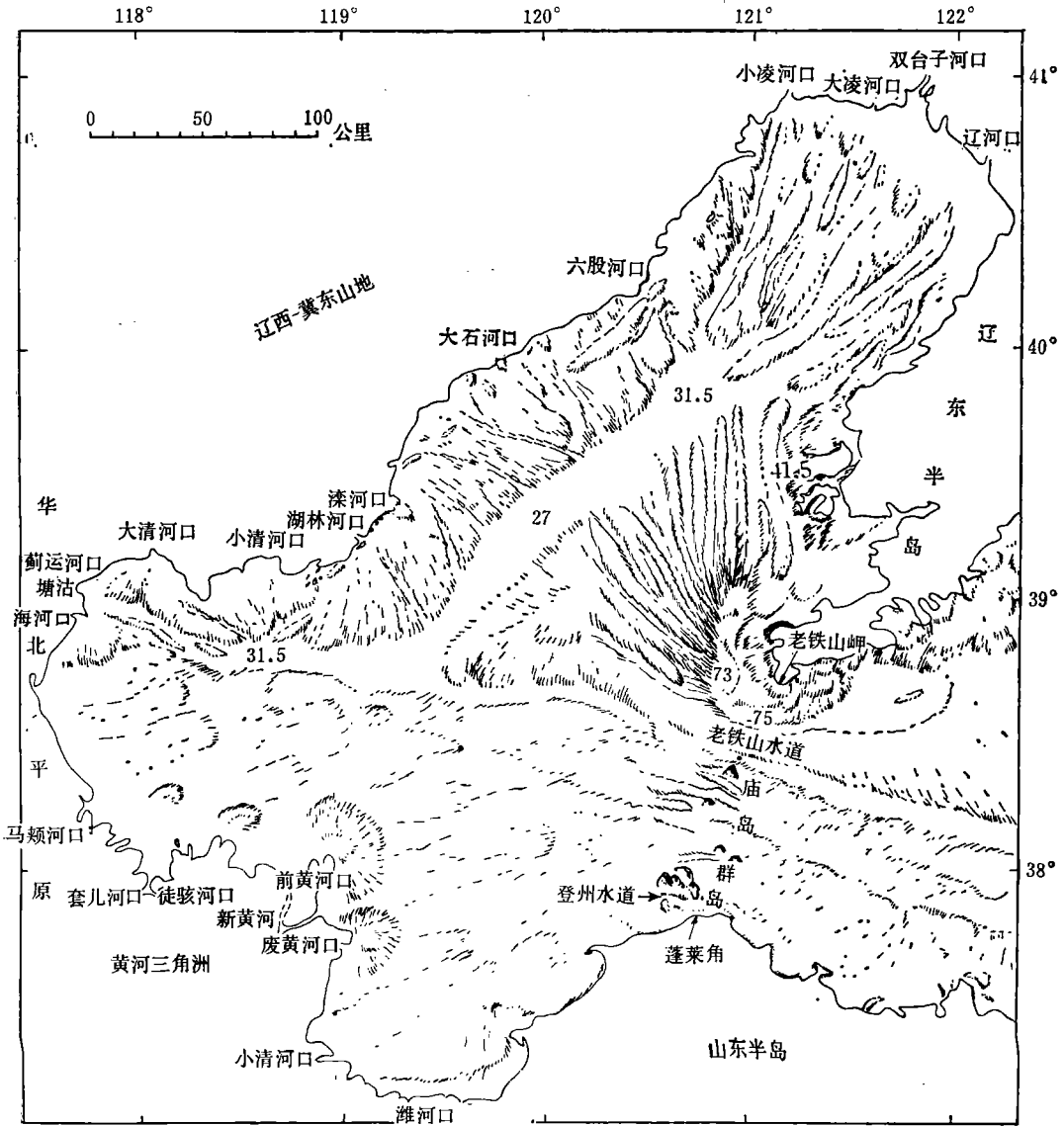


图 1 渤海海底地形俯视图

底拉张破碎及块断差异运动的结果。因此在前述断裂系统活动的基础上，又发生了盆地内部次级同向及北西与北西西向断裂（图 3）。中新世以后，上地幔活动频繁而加强，盆地总体大幅度下陷，使渤海逐渐成为华北—一下辽河沉降带的一个拗陷最深的大型新生代断—拗陷盆地^[1]。其中犹以渤中拗陷为最，第三纪与第四纪河湖相和海相沉积厚度达万米。此间加之喜马拉雅运动 II 幕北黄海断陷盆地上地幔活动的影响，使渤海海峡在张力作用下与胶辽隆起断开（见图 3 秦皇岛—旅大等断裂布局），由此使渤海开始接受了新生代海侵。第四纪冰川时代，渤海又经历了数度沧桑巨变。地质钻探及地震剖面揭示，晚上新统与第四系的未形变沉积层厚度，一般在渤海为 1400—800 米，渤中拗陷为 5000 米，渤海海峡北部在 300 米以上。

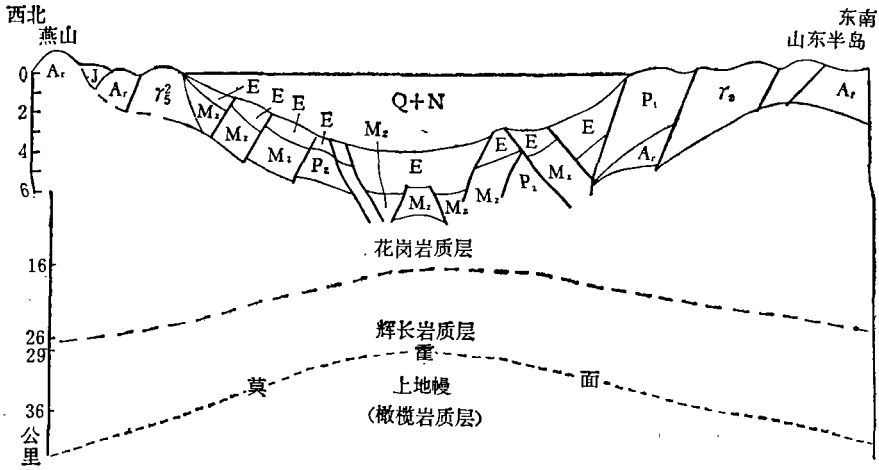


图2 渤海地壳结构及地质构造剖面图

Q+N——第四系+新第三系； E——老第三系； K——白垩系； J——侏罗系； M_Z——中生界； P_Z——古生界； P₁——元古界； A_r——太古界； r₂——燕山期花岗岩； r₁——震旦纪花岗岩。

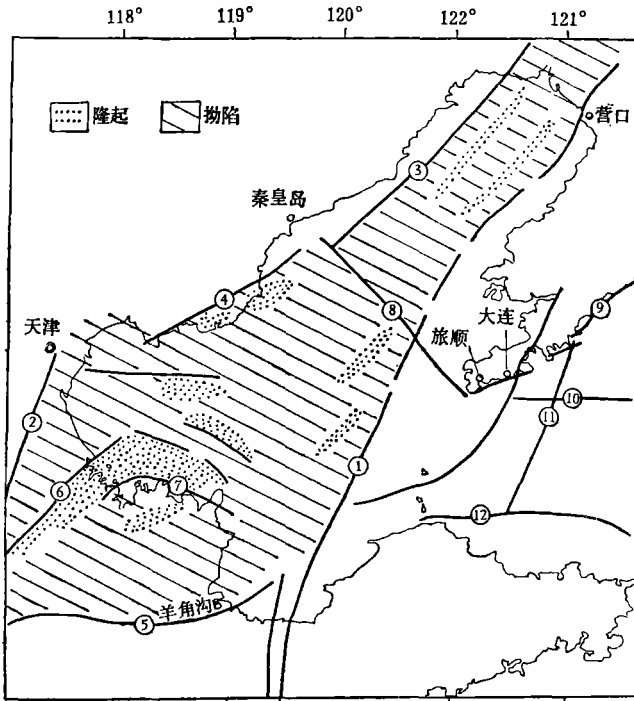


图3 渤海新生代构造条件图

- ① 郑庐； ② 沧东； ③ 盘山—秦皇岛； ④ 北塘—乐亭； ⑤ 齐河—广饶； ⑥ 杨家堡—耿庄；
- ⑦ 黄河口； ⑧ 秦皇岛—园岛； ⑨ 旅大—庄河； ⑩ 海洋岛南侧； ⑪ 皮口和； ⑫ 胶北断裂。

综上所述,中生代末期以来渤海地幔柱的形成或消融、扩张或收缩反复间歇进行,造成了盆地基底断—拗旋迴的交替出现。盆地断陷期,伴随地壳张裂地幔顶部岩液有规模不等的喷溢。所以,不仅海底有中生代安山岩与玄武岩埋藏,而且在上下第三系之间,始新

统孔店组和渐新统沙河街组均有玄武岩喷发与辉长岩侵入。在渤海海峡圆岛西北侧海底, 并见有火山锥形体刺穿第四系, 达到海底面(图4)。盆地拗陷期, 周边及河口坡度加大, 进入盆地的陆源碎屑增加, 沉积速率加快, 造成新生沉积层对前期沉积层与古地貌面不断掩埋。同时, 渤海陆架处于第四纪古滨线往复迁移的地带之中, 陆架海进中河口三角洲呈迭瓦状后退, 形成淹没的平原河口湾及山地溺谷湾。陆架海侵后, 河口三角洲的发育及河口物质扩散导致的浅海堆积地貌形成(经潮流等转运), 造成对海底新的覆盖层。陆架海退中河口三角洲呈反迭瓦状推进, 造成对海底更加广泛的掩埋。当河口伸展至大陆架外缘, 河流携带大量的泥沙流经渤海低平的陆架平原时, 河床纵剖面的坡度变缓, 河水流速减低, 常造成决口泛滥, 形成冲积平原。废河曲及陆架平原低洼处积水, 形成湖沼。总之, 在第四纪间冰期及冰后期陆架淹没后, 陆上三角洲的推进及河口输沙形成对海底的覆盖, 并直接形成了河口水下三角洲及三角洲平原, 为各种浅海堆积地貌的形成提供了物质条件。冰期海退, 河口三角洲的推进、河床摆荡和冲积平原及湖沼地貌的发育, 会造成更厚的河湖相堆积物。因此更新世与全新世期间, 渤海海底地貌与沉积物的不断更新与掩埋, 与黄河、滦河、海河和辽河等三角洲的发展演变密切相关。

三、区域地貌特征及类型分述

虽然渤海地幔柱活动导致的盆地古老刚性基底差异运动至今仍未停息, 然而渤海地貌的发育, 却是建立在新生代巨厚的柔性“海绵层”之上。除海峡等岛群区有一些岩礁外, 在广阔的渤海盆地, 构造与新构造形态皆被松散沉积物深埋, 在海底无法得到直观表露, 因此内力作用, 仅能通过新构造运动的差异升降, 达到对上覆巨厚海绵层变形的牵制及外力作用的配置, 间接影响现代海底地貌的造形过程。所以当今渤海地貌形成的营力, 主要表现为外力作用。其中最活跃的是河口动力。其次是由海峡进入渤海的潮流, 在地形支配与科氏力的影响下, 不仅增强了其侵蚀能力, 而且控制着进出渤海的途径, 造成海底动力配置的不均衡。在上述情况下, 渤海如同北海陆架一样^[4], 现代蚀、淤地貌过程均很强烈, 并具有显著的地区分异。但是, 由于渤海陆架在冰后期完全淹没仅七千年, 因而有些地区在较适宜的动力环境条件下, 冰期陆成地貌与古滨线动力地貌在海底形态上尚有残留与显示, 更加剧了渤海地貌的区域分异及类型多样化。

综上所述, 采用“形态成因”原则对渤海地貌进行聚类分析, 能较好地突出地貌形成的主导外营力及现代动态特点, 容易从形态特征与组成物质上加以区分。同时, 可以结合沉积相标志、生物化石及其绝对年龄测定, 确定地貌年龄或相对新老关系(图4)。

我们依据不同的地貌类型组合及现代过程特点进行了区域性规律概括, 并概要描述了不同区域的地貌基本类型与形态。

(一) 南部堆积平原组合区

位于渤海海峡以西, 海河口至北隍城岛联线以南的渤海湾、莱州湾和中央盆地地区。示源矿物代表着现代黄河入海物质的影响范围^[4]。地貌类型组合, 主要表现为现代河口、河口-海湾和浅海沉积作用塑造的堆积平原。

1. 海湾三角洲平原

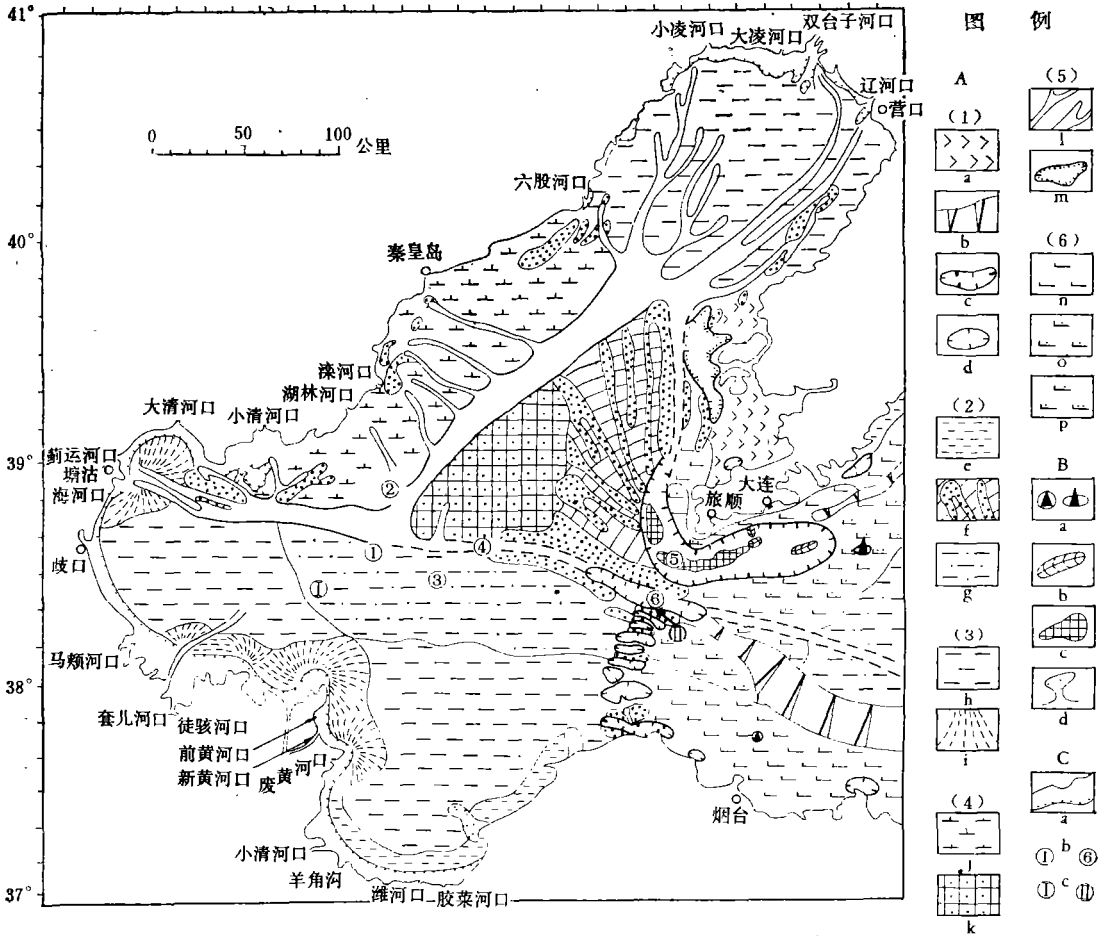


图 4 渤海地貌类型图

A 地貌类型 (1) 海蚀: a. 冲刷岸坡; b. 海底侵蚀崖; c. 冲刷槽; d. 掘蚀洼地; (2) 海积: e. 滨岸水下浅滩; f. 沙脊与潮沟群; g. 浅海堆积平原; (3) 海、河堆积: h. 海湾三角洲平原; i. 河口水下三角洲; (4) 古堆积: j. 叠覆的三角洲倾斜平原; k. 古海滩; (5) 古河、湖侵蚀: l. 古河道; m. 古湖沼洼地; (6) 古剥蚀-堆积: n. -20 米阶地; o. -30—-40 米阶地; p. -50 米阶地。

B 地貌形态 a. 海丘与火山; b. 梳状脊; c. 槽底凹地; d. 沙坝。

C 其他 a. 潮滩; b. 见图 5 中渤 (1)–(6) 说明; c. 渤海中部及北隍城的披毛犀等化石点。

海河溺谷以南的渤海湾及莱州湾海底,为 2 万多平方公里的三角洲平原。其上覆全新统亚三角洲相泥质粉砂层,富含广盐性有孔虫和介形虫化石。向下见有滨滩砂与沼泽泥炭或有机质淤泥堆积。后者含淡水珠蚌科 (*Unionidae*)、亚球金星介 (*Cypris subglobosa* Sowerby)、刻痕金星介 (*C. crenulata* Sars) 等,半咸水化石布氏土星介 (*Ilyocypris brady* Sars)、双褶土星介 (*I. biplicata*) 等^[5]。再向下还发现河床砂及湖相粘土。全新统亚三角洲相的厚度,在湾口地区一般为 5 米左右,向岸边逐渐加厚到 10 米以上。其高含钙量,表明其形成主要与黄河等入海黄土物质覆盖有关。仅就 2000 年来的历史记载说明,黄河的改道,注入渤海时多摆动于天津和山东羊角沟之间,其河口物质扩散及废弃水下和陆上三角洲的展平与后退,导致了渤海湾和莱州湾水下平原的形成。

海湾三角洲平原的下伏古地貌面,具有河-湖成因的性质。它与滨海平原全新世海侵层的下伏陆成面成因一致,并在地形上相衔接,呈缓缓的坡度向海倾斜。其沉积层中,既有古河床相砂体埋藏,也有1—2个薄层沼泽泥炭或有机质淤泥堆积。根据渤海海峡外侧北黄海53米水深,埋深3米泥炭层的¹⁴C年代值(距今12050±200年),反映出了渤海湾和莱州湾在1万年前尚处于陆地环境。

2. 河口水下三角洲

在上述三角洲平原的黄河、海河、套儿河和马颊河等河口水下,镶嵌有规模较大的三角洲扇形凸体。其中又以黄河口外的三角洲形态最显著,面积最大(3000平方公里左右)。它们代表19世纪中叶黄河自莱州湾和渤海湾交接地带入海时,伴随尾闾河床的摆动及陆上三角洲的向海迅速推进而逐渐形成粉砂质泥的水下堆积体。其扇面以1/1500的缓斜坡度伸展至20米等深线,构成与渤海湾和莱州湾水下三角洲平原的分野。

3. 滨岸水下浅滩及连岛水下沙坝

在莱州湾东南被外围岛屿屏蔽的波影区,造成隆升的鲁北丘陵海岸入海剥蚀碎屑的有利囤积,导致镶嵌岸边的滨下砂质粉砂滩面形成。同时,在岛屿与海岸之间,由于两股泥沙流相遇,互相顶托消能卸积而形成水下连岛沙坝。因此,其堆积物中富含来自花岗岩风化碎屑中的普通角闪石、白云母等重矿物。

4. 浅海堆积平原

位于渤海中央盆地,与渤中拗陷位置大致吻合。其西、南两侧,是与之衔接无垠的渤海湾与莱州湾三角洲平原。虽然它处在渤海环流的宁静区,但是它夹持于海峡与渤海湾之间,所以,潮流的选运作用使得入海物质沉淀后不断遭受粗化,其表层沉积物基本以粉砂质为主,近海峡侧并有细砂覆盖。全新统海相层自海峡向渤海湾增厚,一般处于3—7米之间^[5,7]。碳酸钙等矿物含量高,反映出与古黄河口向东北方向伸展的冲淡水有关。在海相层之下,也觅获有古滨滩砂质堆积和沼泽泥炭等堆积,其下伏古地貌面,多由冲积亚砂土和湖相粘土等组成^[4](图5)。由于古地貌面的起伏所致,有些地方现代海相沉积单薄,

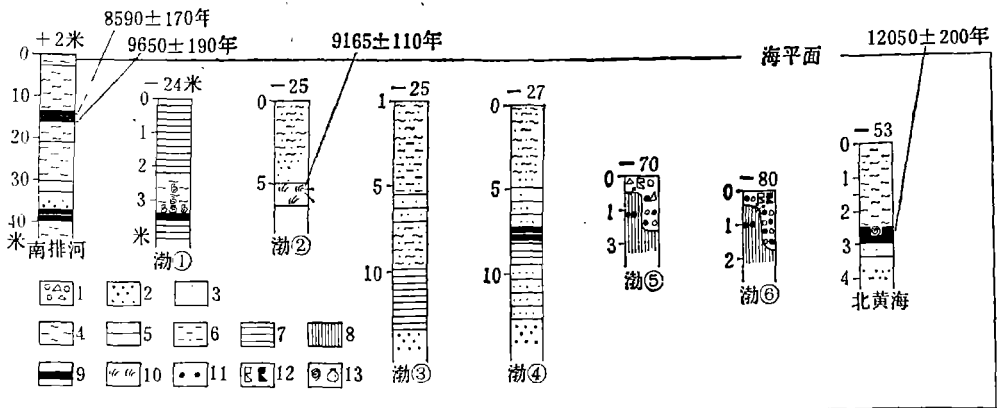


图5 渤海及邻区不同地貌单元的岩心剖面图

- (1) 砾石和角砾; (2) 细砂; (3) 粉砂; (4) 泥质砂; (5) 泥质粉砂; (6) 粉砂; (7) 泥; (8) 类黄土(硬泥); (9) 泥炭; (10) 有机质淤泥; (11) 铁锰结核; (12) 披毛、猛犸象和赤鹿化石; (13) 淡水螺蚌化石。

潮流刨蚀作用使其下伏较老沉积物质翻起,因而在此觅获有未经磨损的披毛犀牙化石(*Rhinoceros antiquitatis*)。

(二) 北部侵蚀-堆积平原组合区

该区分布在海河口至北隍城岛联线以北。其地貌特点:一方面河口和滨岸沉积作用不断进行,同时新老沉积物也不断遭受潮流、波浪等洗掘簸选,雕塑出各种现代蚀、淤地貌形态;另一方面仍呈现有冰期陆成营力的残留地貌。

1. 古河道

图4中所呈现的古河道连通关系,是标志晚大理古黄河北徙绕经天津,循现代海河口水下溺谷,横越渤海陆架平原直出老铁山水道海底冲刷槽的过程中,沿途汇入有古辽河水系(包括古大、小凌河、古双台子河)、古滦河、古六股河等的连通关系。其依据:(1)主支谷道树枝状的连通关系,在海底形态上有时明时暗的表现。流经规程,与海底地势相符,与晚大理我国东部陆架古河系的分布格局吻合^[8]。(2)主支古河道的源头指向,与陆地河流的演变及河口的迁移规律不相矛盾,并于渤海海峡西口获得古黄河陆架谷的横断面图。(3)钻探和柱状取样,沿古河道有河床相砂砾或砂质堆积物、河湾沼泽泥炭或有机质淤泥堆积物等^[5-7],并发现有淡水螺蚌和介形虫等及河口半咸水长牡蛎(*Ostrea gigas*)等化石(图4)。在古河道边滩沼泽堆积物中,含有大量香蒲属、藜科、蒿属等水生或盐生孢粉化石^[5,6]。(4)海底沉积物中的重矿物高值,常出现沿古河道呈长条状分布的现象^[4]。(5)古河道的分布,与地质构造相符。如辽河口和海河口水下溺谷,分别与郟庐断裂带和海河口断裂吻合;古黄河出海峡的途径,与渤中拗陷及秦皇岛-圆岛断裂吻合等(对照图3和图4)。

2. 溺谷平原

系指辽东湾水下平原。平原上伸展有辽河、双台子河和大、小凌河等古河道,呈现出溺谷平原的性质。但在近湾顶的中北部地区,由于含砾石等重矿物为特征的现代辽河和大凌河等入海物质埋覆,有比较开阔的平原面出现。然而在前两者河口水下三角洲不发育,乃因辽东湾顶内伸引起的高潮差(最大可达5.6米),河口入海堆积物不断遭受潮流展平的缘故。因此,辽东湾两侧及湾口地区被细砂覆盖,而向中心湾顶则变细为泥质粉砂。该覆盖层厚度,在湾口地区较薄,甚至有较老沉积物剥露。向湾顶逐渐加厚,近岸可达10—15米。

3. 新老三角洲叠覆的倾斜平原

冀东-辽西岸下斜坡(1/300—400),为滦河、六股河等新老三角洲叠覆形成的联合三角洲倾斜平原^[9]。海底钻井剖面揭示,在滦河口外有河床砂砾沉积物及湖相黑色硬粘土埋藏^[1]。并且三角洲的建造也不断遭受侵蚀破坏,使得细物质在退潮流作用下带至外海,蚀余后的砂质沉积物(含有个别砾石),受到南西向沿岸流调整后,呈现出滚动善变的帚状、凤尾状等沙脊动态图(图4)。在远离海岸和现代河口的平原中部地带,可见沙脊组成物质中有磨圆的砾石及石英和长石砂粒,并含磁铁矿、绿帘石等重矿物及长牡蛎等生物介

1) 据同济大学李从先 1980 年未发表资料。

壳。显然,它们是由较老的河口堆积物淘洗而来。

总的看来,三角洲倾斜平原的中上部组成物质较粗,以细砂为主;下部坡脚组成物质较细,以粉砂和泥质粉砂为主。现代沉积层的覆盖厚度,在近水边线的平原上部和坡脚下较厚(可达5米以上);在平原的中间地带覆盖较薄,并有较老的陆相砂质沉积物出露。

4. 沉水湖沼洼地

在长兴岛外侧,有一个与辽河溺谷尾间相连接的大型洼地,其南北轴线长为6.5公里,东西向平均宽度为1.5公里,中心盆底水深为41.5米。目前洼地遭受潮流的强烈刨蚀,坡壁发现有具水平层理的湖沼相黑色粘土或亚粘土出露。故推断,此洼地为晚大理的沉水湖沼盆地。

5. 古海滩

在俗称的“辽东浅滩”西侧,呈现凸形滩的性质(对照图1和图3)。其顶面水深为19米,外围水深为25米,面积约30平方公里,表层被现代泥质砂覆盖,重砂矿物含量高,其下以古海滩相砂质和粗粉砂沉积为主。在其南部边界附近,于古海滩相下发现有古滨岸沼泽泥炭堆积^[5](图5)。

6. 潮流沙脊群

俗称的“辽东浅滩”,实为老铁山水道北支冲刷槽尾端,呈北北西至北西伸向辽东湾的“指状沙脊群”^[2],大致包括十个大型垄脊,脊间并有沟谷隔开。近海峡端,脊窄沟宽,沟脊地形高差可达30米,但伴随向辽东湾撒开,脊沟地形变缓变浅,反映其形态格局与现代海峡的高速潮流相吻合。浅地层剖面仪记录的沙脊断面结构表明,沟脊具有统一的现代沉积覆盖层,但脊厚(数米以上),沟薄(0—2米)。在沟底,上覆层与脊前层(沙脊开始形成发育前的沉积层)直接接触;在脊顶,上覆层与脊前层之间常存在斜交层理的薄层砂与泥质相间沉积层。这种状况说明,沟谷的下切和沙脊的构筑是同一外力过程的不同表现,且目前仍处在发展中。沙脊断面的这种特征,与日本学者本座荣一等在备赞海峡的发现是一致的^[10]。其沙脊建造的物质来源,并不仅仅限于对其沟底的刨蚀,致使砂质沉积物被涡流旋向脊顶,而主要靠高速潮流从海峡冲刷槽底和从辽东湾携带来的细砂颗粒。在宽阔而平缓的沟底,声纳扫描发现有深1米左右的沿沟底纵向延伸与潮流平行的直线形细沟等微地貌。

(三) 渤海海峡冲蚀洼槽与堆积垄脊组合区

作为黄、渤海水文交换的狭窄通道——渤海海峡,由于高速潮流的强烈冲蚀及岛礁阻流落淤,导致了海底洼槽与垄脊并列相间延伸。

1. 冲刷槽与掘蚀洼地

由于老铁山岬和蓬莱角的对峙及柯氏力的影响,进退潮流在北部老铁山水道和南部登州水道的冲蚀能力加强,因此沿秦皇岛-圆岛断裂和胶北断裂冲刷出较大型的谷槽。位于老铁山岬与北隍城岛间的老铁山水道冲刷槽,为被海底沙脊分立的“U”型(北支)和“V”型(南支)较深邃的谷槽。V型谷槽的南坡,与北隍城岛的断壁相接,北坡上部接沙脊的弧形缓坡。其谷坡见有水平层理的黄褐色类黄土(粒度成分为粉砂质粘土,含钙量高)等较老沉积物剥露,谷坡和谷底有孤立的岩突分布,并且在谷底有砂砾沉积层覆盖。其中的

石英砂多经磨圆,并见有刻蚀、溶蚀作用的痕迹。砾石中常见海底类黄土蚀余后的铁锰结核(大小多为1—4厘米),与附近岛屿或陆地晚更新世黄土堆积层中所含的铁锰结核完全一致,在北隍城岛与大连小平岛、龙王堂等上述晚更新世沉积中所发现的猛犸象(*Mammuthus primigenius* Blumenbach)和披毛犀(*Rhinoceros tichorhinus* Cuvier)化石(图4,5),在V型槽底80米水深处也有觅获。同时共生的化石还有赤鹿(*Cervus elaphus*),且均未磨损。并且在其与渤海古黄河陆架谷衔接处获得埋藏古河道的声探横断面。由此看来,该冲刷槽的发育,是现代潮流沿晚大理古黄河河谷平原开掘的结果。

老铁山岬断壁下的U型冲刷槽,过老铁山西岬急转伸向辽东湾,全长120余公里,宽10—23公里。在海峡轴部槽底,有大片砾石覆盖,向两侧逐渐被砂砾和细砂覆盖物所代替。砂砾沉积物在强潮流作用下,多形成与之垂直的不足两米高的砂砾波或沙波。砾石成分,以附近陆地和岛屿的石英岩等较大岩块最多,也见有灰岩、砂岩等外来成分。大砾石均为稜角状,无风化痕迹。小于2厘米的砾石,有明显磨圆,具风化痕迹。老铁山岬断壁坠落的漂砾,可滚至中心槽底。槽底梳状脊及边坡台地多为较老的硬结类黄土或砂砾沉积物组成,并有零星孤立的岩礁突出。在槽底70米水深处,还觅获未经磨损的大型披毛犀等骨骼和牙化石(图4,5)。

蓬莱角和南长山岛间的登州水道海底冲刷槽,虽然水深较浅,但槽底却起伏较大,有两个深凹出现在南长山岛岛脚横隔冲刷槽的沙坝东西两侧坡下。

庙岛群岛之间诸水道的掘蚀洼地,平面轮廓多为规模较小的长圆形,近岛侧的中心尖底,有砂砾覆盖,并见基岩裸露。两壁还可看到具有水平层理的河湖相淤泥层出露。

2. 海底沙脊

上述洼槽之间分布的海底沙脊,多与冲刷槽或掘蚀洼地平行沿海峡纵向延伸。这里的沙脊形成,一方面与岛屿东西两侧阻流消能或波影消能卸积有关,另一方面与高速潮流刨蚀岛屿南北两侧有关。因此,沙脊上覆砂层的厚度不一,并皆可更明显地看到下伏受切割的较老沉积物基底。同时,在沙脊或沙坝拱曲的脊面上,还经常有1—5米高度明显的沙波罗列。上述沟脊形态,在海峡两侧开阔海域逐渐消失,与渤海不同成因的平原地貌平缓相接,互相穿插。

四、 结 论

1. 渤海断-拗陷盆地及新生代巨厚堆积物的形成,与中生代末以来渤海地幔柱的形成或消融、扩张或收缩导致的盆地基底剧烈下拗及渤海海峡断块堤拦截黄河、辽河、海河和滦河等的巨量陆源碎屑密切相关。

2. 由于渤海构造基底深埋,内力仅能通过对外力的支配作用达到对地貌类型造形及其组合特征的控制。因此当今巨厚“海绵层”的地貌基本类型,主要表现为外力模式:既有现代河口动力与海底动力造成的各种蚀、淤动态地貌,也存在冰期河、湖与干燥作用等陆成营力及古滨岸动力作用形成的残留地貌形态。

3. 渤海陆架相当华北与下辽河平原的水下延伸。其地貌特征:一方面呈现出被淹没的滨海平原性质;一方面又表现出冰后期河口物质扩散的沉积掩埋及潮流的再改造作用。

4. 渤海海底地貌类型组合特征, 反映黄河等河流对渤海地貌的形成与演变影响广泛。

参 考 文 献

- [1] 王颖, 1977. 渤海海底地貌. 海洋战线 9: 3—5.
- [2] 任美镔、曾成开, 1980. 现实主义原则在海洋地质学中的应用. 海洋学报 2(2): 94—111.
- [3] 李德生, 1980. 渤海湾及沿岸盆地的构造格局. 海洋学报 2(4): 93—101.
- [4] 陈丽蓉、栾作峰等, 1980. 渤海沉积物中的矿物组合及其分布特征的研究. 海洋与湖沼 11(1): 46—64.
- [5] 苟淑名, 1979. 渤海中部晚更新世以来孢粉组合及全新世下限问题. 海洋科学 10: 26—31.
- [6] 秦蕴珊、郑铁民, 1978. 渤海西北部海底泥炭层研究初报. 海洋科学 5: 4—12.
- [7] 耿秀山, 1981. 中国东部晚更新世以来的海水进退. 海洋学报 3(1): 114—130.
- [8] 耿秀山, 1981. 中国东部陆架的海底古河系. 海洋科学 12: 21—26.
- [9] 高善明、李元芳等, 1980. 滦河三角洲滨岸砂体的形成和海岸线变迁. 海洋学报 2(4): 102—114.
- [10] 本座荣一、加贺美英雄、奈须纪幸, 1970. 備贊瀬戸の海底地質. 海洋地質 6(1): 12—33.
- [11] Vanney J. R., 1977. Geomorphologie des plates-formes Continentales. DOIN Editeurs, paris. PP. 155—178.

THE BOTTOM GEOMORPHOLOGICAL TYPES AND ASSEMBLY CHARACTERISTICS IN THE BOHAI SEA*

Geng Xiushan Li Shanwei Xu Xiaoshi

(First Institute of Oceanography, National Bureau of Oceanography)

Li Chengzhi

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

ABSTRACT

The Bohai Sea is a typical semiclosed shelf basin. The formation of thick sediments in the Cenozoic Era was closely related to the basin subsidence in the Hymalaya Movement Period and the great volume of clastic material ponded from Huanghe (Yellow River), Laohe, Haihe and Luanhe Rivers by fault-block barrier in the Bahai Strait. Control of bottom geomorphologic types and assembly characteris Ties by internal energy can only be reflected by exogenic agents and sediments migration. The basic geomorphologic types on the "spongy bed" with great thickness are of the exogenic model, compromising the both various eroded and accumulatel forms by present estuary and bottom dynamics and the relict forms by rivers, lakes and arid territorial agents in the glacial period. So their geomorphologic features can be reflected in the submerged coastal plain and the reformation of the estuary material by tidal current in the past glacial period.

*Contribution No. 812 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.