

渤海辽东湾区海底地形分区特征和成因研究

栾振东¹, 李泽文^{1,2}, 范奉鑫¹, 阎军¹, 庄丽华¹

(1. 中国科学院海洋研究所 中国科学院海洋地质与环境重点实验室, 山东 青岛 266071, 2. 华能新能源股份有限公司, 北京 100036)

摘要: 为了探明辽东湾区海底地形, 通过测深系统对辽东湾区海底地形进行了高进度、全覆盖测量, 进而根据地形起伏特点对辽东湾区海底地形进行了分区, 并分析了影响辽东湾地形发育的主要因素。结果表明: 辽东湾区海底地形分为 5 个子区, 地形发育受地质构造、水动力来源和沉积物供应的复合影响。

关键词: 地形地貌; 辽东湾; 分区

中图分类号: P736.212

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2012)01-0073-08

辽东湾海域油气资源丰富, 是我国最重要的油气资源开发区之一^[1], 区域范围内有大量的采油平台、海底管线、电缆等构筑物。海底地形特征对于海底构筑物的建设和安全具有重要影响, 掌握辽东湾区海底地形特征, 并对海底地形进行分区, 对于本地区的石油开发、渔业捕捞、海堤工程、潮汐发电等能源开发项目建设有重要的现实意义。

1 研究区概况

辽东湾位于渤海的最北部, 是以老铁山西角(38°43.6'N, 121°08'E)和秦皇岛金山咀(39°48.8'N, 119°31.7'E)连线为界向北东延伸的海域, 其西南部与渤海中部的开阔海域相连, 其他两面为冀辽沿海海域, 海湾形似倒“U”字, 被辽宁省的大连、营口、盘锦、锦州、绥中, 河北省的山海关、秦皇岛等沿岸所怀抱, 是渤海中最大的海湾, 其面积约为 3 万 km²。其海底地形轮廓也和海湾的形态类似。海底地形明显受海湾形态及陆上地形特征的影响, 如陆上平原区附近的海域, 海底地形平坦开阔, 为陆上地形的自然延伸; 而在山地附近的海域, 则可见明显的起伏。

2 研究方法

中国科学院海洋研究所于 1998 年及 2006 年利用中海达公司生产的 HD27 单波束测深系统对辽东湾进行高精度水深测量, HD27 工作频率 200 kHz, 发射功率 350 W, 测深范围 0.3~600 m, 测深精度 $h(h$ 为水深值) $\times 0.1\% \pm 1$ cm, 分辨率 1 cm, 测量过程中使

用 DGPS 进行精确定位。

3 研究结果

3.1 辽东湾海底地形分区

辽东湾海底地形复杂, 根据海底起伏情况, 将辽东湾分为 5 个区, 即辽东湾西北部地形区(I)、辽东湾中西部地形区(II)、辽东湾西南部地形区(III)、辽东湾东部地形区(IV)和辽东湾东南部地形区(V)(见图 1)。

现将 5 个分区的海底地形特征进一步叙述如下。

辽东湾西北部地形区(I): 大致位于兴城以北、辽河口以西海域。该区海底地形非常平缓单调, 等深线分布基本上和辽东湾顶的轮廓线相一致。海底地形平坦开阔, 由东北向西南方向缓慢倾斜, 坡度均小于 0.2‰。本区是调查区的水深最浅区, 水深在 20 m 以内。

辽东湾中西部地形区(II): 位于辽东湾中西部海区, 其西部边界大致位于兴城与山海关之间。与上述辽东湾西北部地形区相比, 该区海底地形起伏明显, 除西部六股河水下三角洲及近岸地区外, 其他部分水深较大, 大部分地区水深大于 20 m, 著名的辽中洼地即位于该区(水深达 30 m 以上)。近岸区地形起伏, 变化较大, 可见两种不同起伏形态, 一为较规则的海底地形; 一为不规则的海底地形。前者一般具有

收稿日期: 2010-03-05; 修回日期: 2011-07-19

基金项目: 国家“908专项”(082211101P)

作者简介: 栾振东(1976-), 男, 山东青岛人, 高级工程师, 主要从事海洋工程地质研究, 电话: 0532-82898530, E-mail: luan@qdio.ac.cn

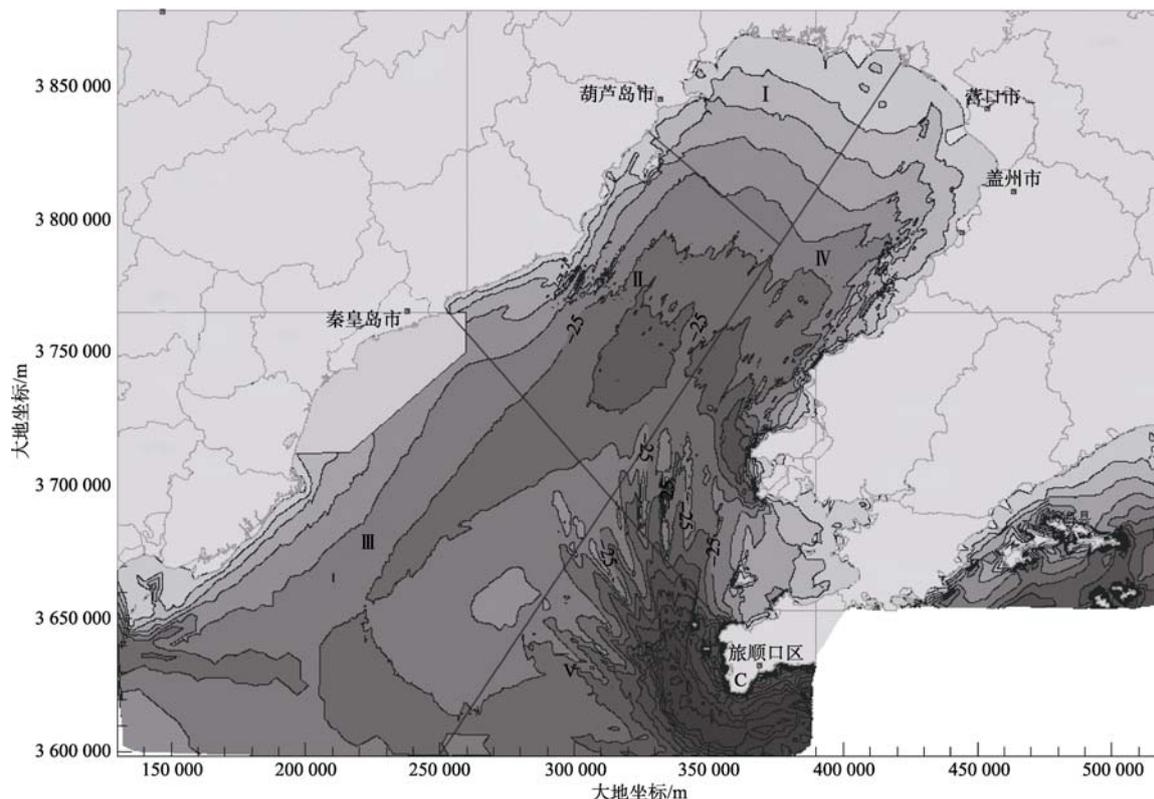


图 1 辽东湾分区示意图

Fig. 1 Topography of the survey area in Liaodong Bay

宽而平坦的谷底，谷底的宽度变化不大，峰顶较陡且尖锐，峰顶形态相似，深度也相近，组成了峰沟相间、绵延不断的地形。峰谷间最大深度约 3.5 m。后者的地形形态和前者相似，但谷底变化较大。从谷底到峰顶的高度也有差别，沟峰间的最大高差约 3 m。在六股河口外，起伏地形明显地向外海延伸，起伏地形的出现可能和六股河入海物质的重新分配有关。起伏区的自然坡降约为 0.37‰，沙丘局部小范围内的坡度可达 18‰~19‰，一般北向坡比南向坡陡，深度变化较大，变化范围 10~33 m。在起伏区外侧，随着离岸距离的增大，水深加深，地形起伏趋于平缓。在辽东湾中部附近，仅见到微小起伏，自然坡降为 0.2‰，水深均大于 20 m。本区的水深变化在 0~41 m 之间，东部水深较浅，但局部变化较大，地形亦较复杂。从地形图上看，总体上呈现出一系列近 NE—SW 走向、接近平行展布的谷-脊相间形态，其成因可能与辽东湾内潮流流向等因素的影响有关。

辽东湾西南部地形区(III): 位于山海关以南的辽东湾西南部海域。从海底地形图上看，该区海底平坦，除了西北部受六股河水下三角洲影响、西南部受

滦河水下三角洲影响海底坡度较大之外，整个地区自西向东平缓倾斜，坡度一般在 0.2‰左右。基本上比没有局部的起伏或起伏很小。

辽东湾东部地形区(IV): 位于旅顺区以北、辽河口以东的辽东湾东部沿海狭长海域。该区分布有众多岛屿和海湾。从地形图上看，该海域总体上呈现出一系列与岸线接近平行的谷-脊相间地形形态，与辽东湾中西部海底形态类似，但起伏幅度明显大于后者。其原因是，末次盛冰期期间，整个渤海出露成陆，辽东湾也不例外，以辽河为主的古河系流经该处海域，全新世海侵之后，海底仍遗留下一些古河谷的遗存，这些古河谷又成了辽东湾的主要潮流通道，形成潮流冲刷槽和潮流沙脊相间分布的地形形态。本区内，只有复州湾内地形相对起伏平缓。其中在近岸一带海底地形起伏较大，同样可以看到两种起伏类型：一为较规则的；一为不规则的。其不规则的程度比辽东湾中西部更甚，不仅形态、大小，而且顶部和谷底的变化均非常紊乱，其成因可能和古地形的被侵蚀有关。此外，本区南部的超大型潮流沙脊，大的波长可达 5 000 m，相对高差约 15 m，其上次一级

波状起伏地形极其发育,最大相对高度约 5 m,小的也有 1 m,但变化较有规则。波状起伏区的取样结果表明,它的物质成分并不都是砂。区内海底起伏坡度变化较大。

辽东湾东南部地形区(V):位于调查区的东南部,是整个辽东湾测区水深变化最为剧烈的海区,为渤海海峡潮流沙脊区的一部分。海底出现多列大型的波状起伏地形,凸起区的宽度一般在 5~10 km 之间,相对高度在 10~18 m 之间。波峰波谷之间的地形变化平缓,坡度 2‰~3.8‰,波形大部分不对称,北坡一般比南坡陡。峰谷相间,基本上以老铁山渤海海峡

老铁山水道为中心呈指状或放射状向西和西北方向展布,非常有规则,组成了调查区南部独特的地形形态。整个辽东湾测区最大水深即出现在该区东南部老铁山水道内,达 60 m 以上。

3.2 辽东湾典型地形剖面分析

辽东湾地域广大,地形单元类型丰富,在典型剖面的选取上首先要能控制辽东湾水下地形的总体面貌和各地的地形单元,为了对辽东湾地形特征有一个详细直观的了解,我们在调查区选取了 5 条典型地形剖面进行分析,剖面位置见图 2。

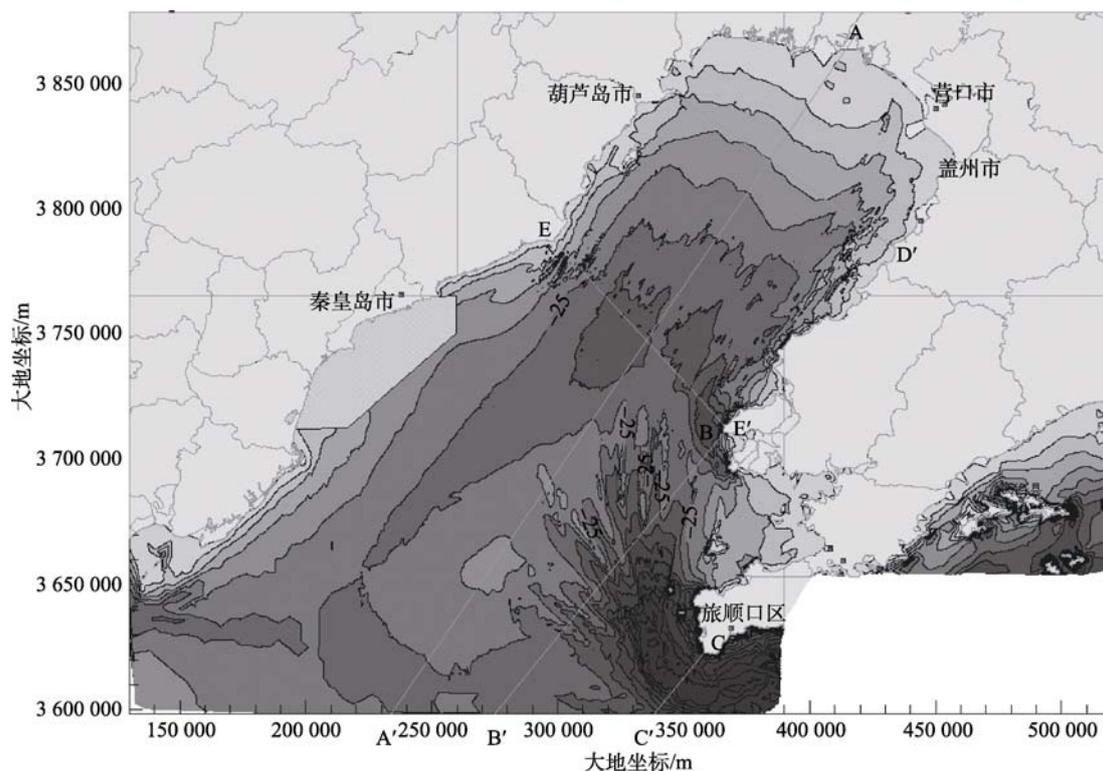


图 2 辽东湾测区海底地形典型剖面位置图

Fig. 2 The location of typical profiles of the survey area in Liaodong Bay

水深变化的基本特征是由岸向湾的中部区、由湾顶向湾口区逐渐加深,地形的变化特征还可以从下述 5 个实测剖面表述(图 3)。这 5 个地形剖面,基本上代表了海湾的海底地形特征。

3.2.1 A-A'地形剖面

位于辽东湾顶至测区东南端。剖面呈北西—南东走向,其东北端从双台子河口起,向西南方向渤中洼地平缓倾斜,在剖面上坡度约 2‰。在渤中洼地水深达 35 m 水深,然后水深变浅,进入潮流泥沙席和潮流沙脊区,同时伴随海底剧烈的起伏。该剖面代

表了辽东湾湾顶至湾口的总体地形特征。

3.2.2 B-B'地形剖面

该剖面呈北东-南西走向,东北端位于长兴岛西南侧。该剖面海底起伏剧烈,穿越强潮流作用控制的侵蚀-冲刷区,凸起部分为潮流沙脊,凹陷部分为潮流冲刷槽,脊槽高差最大达 14 m。该处潮流沙脊和潮流冲刷槽相间排列,为我国著名潮流沙脊分布区。

3.2.3 C-C'地形剖面

该剖面呈北东-南西走向,东北端为辽东半岛西南端。该剖面表现为一谷状负地形,谷深大于 30 m,

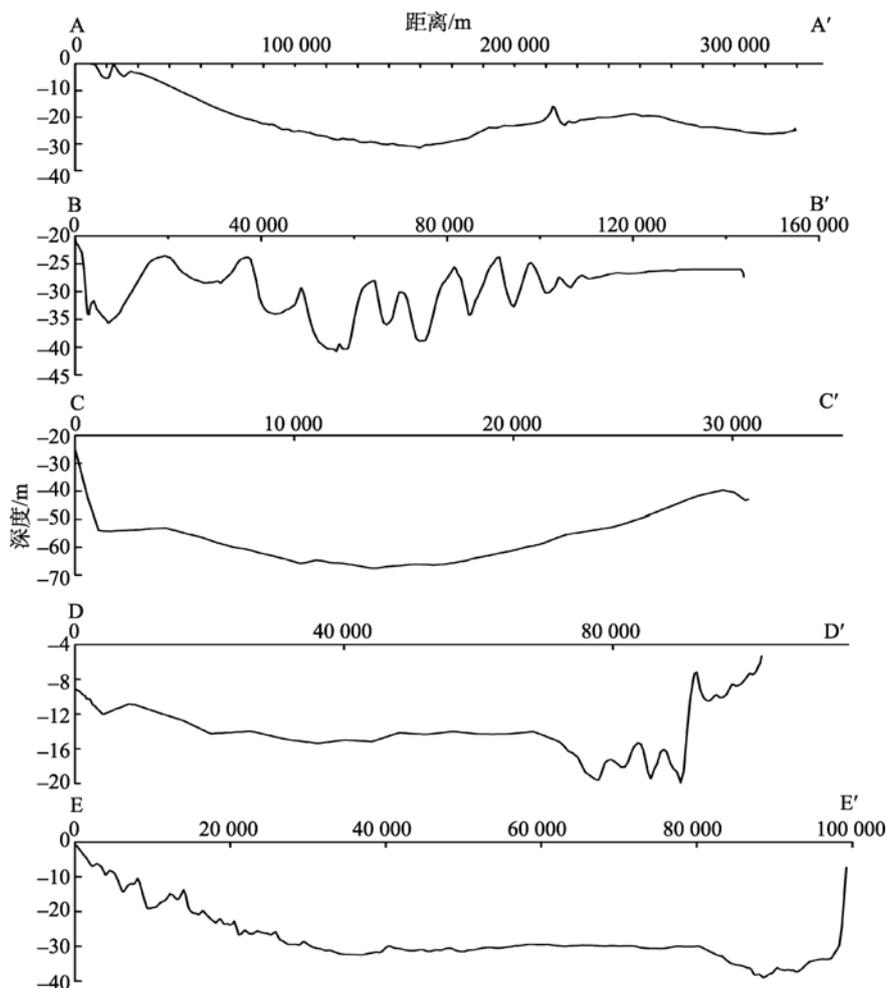


图3 辽东湾测区典型地形剖面

Fig. 3 Typical profiles of the survey area in Liaodong Bay

为潮流进出渤海的主要通道，又称为老铁山水道，老铁山水道长度大约 45 km，沟通渤海与黄海。

3.2.4 D-D'地形剖面

连接葫芦岛和熊岳之间，呈北西—南东走向。从剖面上看，该段绝大部分起伏平缓，只有靠近辽东湾东部沿海的地方出现数列谷状形态，起伏幅度均小于 10 m，为历史上辽河河系为主要的古河谷洼地遗存，目前仍是辽东湾内潮流的主要通道。

3.2.5 E-E'地形剖面

连接六股河口和长兴岛，呈北西—南东走向。该剖面穿越现代河口三角洲、辽中洼地以及潮流冲刷槽等起伏剧烈的地区，而且本区海底局部也伴随着小幅度的起伏。说明本剖面经过海区受辽东湾内现代潮流作用的影响非常大。从地形图上也可以看到，剖面经过海区海底有近乎平行排列的呈北东—南西走向的地形形态分布。

3.3 辽东湾地貌类型

辽东湾系大陆边缘被海水淹没的水下自然延伸部分。因此，沿海陆地构造单元对海底地貌具有继承性控制作用。此外，地貌发育还受到海平面变化、入海河流输沙、潮流、波浪、海底沉积物组成、海岸类型等诸多因素控制，形成复杂的地貌组合形态。总体上，辽东湾调查区以堆积地貌为主，表现为总体堆积、局部侵蚀的特征。

辽东湾是一个大陆架浅盆地，受构造、海洋动力和入海径流的共同作用，地貌类型齐全繁多。陆架地貌主要包括现代潮流沙脊群、现代潮流沙席、海湾堆积平原、陆架堆积平原、古湖沼洼地、陆架堆积-侵蚀平原等三级地貌单元和侵蚀沟槽、古河道、潮流沙脊、浅洼地、海釜等四级地貌单元。

3.3.1 现代潮流沙脊群

辽东湾调查区内有一片大型潮流沙脊群，即渤

海东部的辽东浅滩。

辽东浅滩地区的潮流沙脊群北面接辽中洼地(古湖沼洼地),东南面接渤海海峡北段的潮流冲刷槽谷(侵蚀洼地),西侧为辽东浅滩潮流沙席区。辽东浅滩由分选良好、稳定矿物富积的细沙沉积,组成规模巨大的水下沙脊与潮沟相间的呈扇形分布的潮流堆积地貌。这些指状潮流沙脊,长达数公里至数十公里,脊、沟高差可达 30 m,一般宽约 2~10 m。沙脊向海峡辐聚,水深剧增而坡度变陡,向辽东湾呈辐射状展开,坡缓变浅。沙脊断面结构表明,脊、沟具有相同的表层沉积盖层。通过旁扫声纳图像发现,在潮流沙脊之上还有与沙脊走向垂直的沙波存在。这些现象说明,潮流不仅控制了潮流沙脊大型地貌的发育,也控制了叠加其上的微地貌特征的发育和演化。辽东浅滩表层沉积物主要为细砂,其粒度和矿物特征均说明遭受潮流长期淘洗、筛选和分异,具有典型的潮流砂特征。另外,辽东浅滩潮流沙脊底质分布为脊粗槽细,与西欧陆架潮流沙脊底质分布规律相反。这是晚更新世以来中国陆架独特的环境决定的。

另外,在测区部分河口现代水下三角洲海域,如滦河口水下三角洲,由于沉积物来源充足,加之强潮流作用,也形成一系列与岸线平行的潮流沙脊地貌特征。

此外在辽东湾东西两侧,水深小于 20 m 的近河口浅水区,常见有与岸线平行的垄状潮流沙脊裙或斑块状沙丘分布,诸如熊岳外侧有水下沙脊,高 5~10 m,长数十公里。在强劲潮流作用下,脊间凹地成为冲刷槽,底质以粗砂、砂砾为主,重矿物鉴定表明,这些沙脊是冰后期被淹没的古滨海堆积地貌残体,并经潮流改造形成目前状态。

3.3.2 陆架平原

辽东湾陆架平原分为陆架堆积平原和海湾堆积平原。

以堆积作用为主的现代堆积陆架平原,常以全新世沉积厚度小(数米)、沉积物较细和沉积速率低为特征,主要分布于辽东湾测区西南部海域。在辽东湾海域,陆架堆积平原主要分布于渤海中央盆地,呈三角形延伸并与辽、渤、莱三湾相接,并通过渤海海峡南部与北黄海相接。除渤海海峡附近之外,海底极为平坦,沉积物以细砂为主,受黄河物质扩散影响显著。本区水深 20~25 m,是一个近北东—南西走向的盆地,盆地中部低洼。从地貌上讲,渤海中央盆地是一个浅海堆积平原,中央盆地虽然处于渤海环境

的宁静区,但是它介于海峡与渤海湾之间,潮流的选运作用使得入海物质沉淀后不断粗化,使得较细物质被冲刷带走,而留下细砂,这也是渤海中央盆地中心分布着细砂而周围分布着粉砂的主要原因。下伏古地貌面的起伏影响着现代海相沉积的厚薄。在个别地方,存在一些规模较小的浅洼地地貌,其形成可能与埋藏古地貌或沉积物的不均匀沉降有关。

海湾堆积平原仅见于辽东湾的中部大部分地区。海湾堆积平原区海底平坦,坡度约为 0.2‰,表层物质系泥质粉砂、粉砂质黏土及黏土质软泥,它们主要来源于沿岸入海河流所携带的细粒物质。辽东湾海湾堆积平原位于滦河口至长兴岛西角以北海域,向北东延伸。海底地形平缓,向海湾中央微微倾斜。区内水深小于 30 m,海底起伏小。本区北部与辽河三角洲相连,水下地形平缓,沉积了由辽河等带入海中的泥沙。

3.3.3 陆架洼地

3.3.3.1 古湖沼洼地

渤海中部为辽中洼地占据,该洼地位于辽东浅滩北部,平坦开阔,水下有一个 30 m 等深线圈闭,面积约 1 790 km²。沉积物主要为粉砂,两侧较粗,杂以砾石、贝壳等,分选较差。据研究,辽中洼地曾经一度位于河口或滨岸环境,后来为薄层现代沉积物所覆盖,其地貌形态基本保留晚更新世底海面时期的原貌。在全新世海相沉积层之下,为晚更新世末期或全新世早期的埋藏湖沼沉积,因此在地貌类型上称之为古湖沼洼地。

3.3.3.2 古河谷洼地

陆架区分布有许多古河谷。一类是现代沉积作用缓慢或埋藏较浅,海底仍时明时暗显现河谷形态,源头指向现代河口。辽东湾内有数条古河道,其中以大凌河—辽河口外的水下河谷最为明显。该古河道由大凌河口外水下谷地向东南延伸到辽河口三角洲外缘,会同辽河水下谷地,两者并行。据调查,大约在 40°30'N,以 10 m 等深线计,每条河谷的宽度可达 2~3 km。大凌河水下谷地长约 112 km,辽河水下谷地长约 100 km,均汇入辽中洼地(古湖沼洼地)。若将上述水下谷地视为同一条古河道,则其河谷宽度可达 16~18 km。目前,这条水下河谷仍为辽河入海径流及潮流的通道,未被沉积物所充填,保持了明显的谷地形态。河谷以不对称 U 型谷为主,常见埋藏碟形河间洼地,发育湖沼沉积。河道沉积物以砂砾或

砂为主,富含碳酸钙沉积物,常有淡水螺蚌和河口半咸水牡蛎遗壳。

3.3.4 陆架潮流冲刷槽

测区范围内,有大量因潮流冲蚀作用而形成的侵蚀沟谷地貌。主要分布在辽东湾测区东南部(渤海海峡北部的老铁山水道)、成山头东部水下岸坡的外侧(测区仅见到其西部边缘),其中老铁山水道是海流由黄海进入渤海的通道,成山头东部是我国著名的强潮流通道。

这些海区都具有很大的潮流流速,例如老铁山水道区,最大潮流流速可达 100 cm/s。流速大于 30 cm/s 的时间,每天长达 9 h 以上。由于受强潮流的长期冲刷,海底表面大面积出露晚更新世至全新世初期低海面时期形成的硬黏土层,并夹有来自毗邻陆地或岛屿的砾石、石块等。由于受强潮流侵蚀作用差异性影响,潮流冲刷槽海底往往出现一系列无规则排列、串珠状出现的岗丘和海釜地貌以及沿流向延伸的潮流冲刷槽。

此外,在各潮流沙脊分布区,也往往伴随着大量与沙脊平行的潮流冲刷槽沟。

3.3.5 水下冲刷槽

多见于潮流沙脊之间、岛屿之间因潮流冲刷掘蚀所形成的现行海底侵蚀地形。冲刷槽以窄、深为其特征,边坡陡急,呈“V”形剖面。底部因潮流流速大,细粒物质难以淤积。

4 影响辽东湾海底地形地貌发育的主要因素

区域地质构造条件、沉积物供应的多寡以及水动力条件影响着海底地形的发育,从而形成了海底复杂的地形特征,海底地形的是诸多影响因素的反映。

4.1 区域地质构造条件对海底地形发育的影响

辽东湾在构造上处于辽河断陷—渤海拗陷,属于新华夏系第二巨型沉降带^[4]。NE 向的郯庐大断裂带贯穿本区,其间还穿插有数条规模较小的断裂,这些断裂组成了基底的断陷型构造。该区为新生代隆起和拗陷产生的渤海断陷盆地边缘地带。自第三纪以来辽河平原随着基底整体持续下降,构造的沉陷为河流充填作用提供了有利条件,致使该区堆积了巨厚的新生代沉积物。

渤海是新生代的隆起和拗陷运动产生的沉降盆地,从中生代末期,渤海四周大部分地层上升隆起,而渤海已开始断陷下沉。自新生代以来,受北东向郯城-庐江大断裂控制的影响,并于早第三纪断线下沉,形成一系列狭长湖泊和低洼湿地,至晚第三纪,经大规模剧烈下沉之后始具雏形,晚第四纪海面上升,渤海与黄海沟通,形成现今海域形式。

上述不同基底构造是影响海底地貌发育的基础,并导致当今海域地貌的差异。进而还控制区域地貌类型的外动力过程和它们的存在形式。诸如与新生代拗陷部位相当的辽河堆积平原和水下三角洲平原,与深大断裂相吻合的辽河溺谷多以沿断裂带发育的老铁山水道冲刷槽等皆与基底构造有成因上的联系。

4.2 沉积物来源对海底地形发育的影响

辽东湾测区有众多河流流入,主要的较大型的河流有辽河、大凌河、小凌河、滦河、六股河等,以及一些季节性小型河流。除此之外,汇入渤海的黄河、海河等带来的物质对测区的海底地形发育有重要影响。入海河流每年为测区带来大量陆源物质沉积,多达数亿吨。其中大部分用于河口尾闾、三角洲建造、平原海岸的下沉补偿。由此表明,河流对辽东湾的地形塑造具有重要作用,它直接改变着辽东湾地形地貌的轮廓和规模。

辽河为我国东北地区南部的最大入海河流,流经河北、吉林和辽宁三省,全长 1 430 km,流域面积 219 000 km²,年径流量 86.98 亿 km³^[2],年输沙量高达 2 000 万 ~ 5 000 万 t;滦河全长 877 km,年径流量 48.69 亿 km³,年平均输沙量 2 670 万 t,为季节性河流。

对本区有重要影响的黄河,为中国第二大河,也是世界含沙量最高的河流,历史上曾经多次改道入海,南到淮河,北到天津。现在的黄河三角洲是 1855 年在河南决口后,夺大清河故道入海后堆积而成的。黄河年平均流量为 484 亿 km³,平均含沙量达 37.6kg /km³,年平均输沙量约 12 亿 t,因此深刻影响了附近海底的地形地貌发育。黄河入海的泥沙,除在口门堆积外,大部分是悬浮状态,黄河口外主要余流方向是北东,黄河大部分泥沙随流东去,向南转入莱州湾海湾堆积平原沉积下来;另一部分泥沙随河口射流直接冲入渤海深水区;较少部分泥沙则随较弱余流向西北方向运移,成为渤海湾和辽东湾的重要泥沙来源。黄河巨量的入海泥沙对本区海底地

貌的塑造有很重要的影响。

4.3 水动力条件对海底地形发育的影响

现代浅海动力也是建造或控制海底地形地貌发育的重要因素,塑造辽东湾海底地形的水动力条件主要有潮流和环流,其中以潮流为主,环流为辅。

4.3.1 潮流

辽东湾是一个较为狭小的半封闭的海域,潮波在该海的传播具有明显的驻波性质。转流时间一般发生在高、低潮时刻附近,此刻流速达到最小;在高、低潮中间时刻流速达到最大。辽东湾的潮流属于不正规半日潮性质,湾顶有一小区块为正规半日潮,仅秦皇岛附近海域为全日潮。涨潮流速大于落潮流速。受狭长地形影响,该海域的潮流呈往复流形式,即涨潮时流向东北,落潮时流向西南,主流为北东—西南向。潮流的旋转为反时针方向旋转。半日潮的潮差自西南向东北递增。大潮和小潮的平均潮差,其值小于最大可能潮差;潮差在湾口为2 m左右,渤海中部不超过1 m,辽东湾顶部潮差可达5 m。大部分海区的最大潮流流速2~3 kn,东南部最强,老铁山水道的最大潮流流速达5 kn,刘振夏^[6]等在研究渤海东部全新世潮流动力体系时,已研究证实老铁山水道为侵蚀区,海底地貌为冲刷槽和残留隆起带。强流速为老铁山水道深槽地貌的形成提供了动力条件。

4.3.2 环流

辽东湾内有弱环流系统存在。这一环流主要是由黄海暖流余脉和渤海沿岸流所组成。程鹏等^[7]认为,渤海海峡区的环流结构的基本特征是“北进南出”,即黄海暖流及辽南沿岸流从海峡北部进入渤海,分别形成各自的环流后,再由海峡南部流向黄海。除夏季个别月份外,从渤海海峡北部以高盐水入侵的黄海暖流余脉,进入渤海中央并延伸到渤海西岸,受海岸阻挡而分为南北两支,北至沿辽东湾西岸北上,并与自辽河口沿辽东湾南下的低盐水相接,组成顺时针向的流动;南支进入渤海湾后南下,与自黄河口及莱州湾外向东流动的低盐水相汇,形成反时针向流动,并从海峡南部流出渤海。这一环流模式,在一年中的多数月份是稳定的,但到了夏季,特别是8月份,辽河入海径流激增,这时辽东湾东岸盛行东南风,而西岸盛行东北风,使得辽东湾顶部的沿岸低盐水沿西岸南下,流速可达0.3 kn。而黄海暖流余脉的北支沿辽东湾东岸北上,构成逆时针环流,

并具有密度流性质;南支及渤海沿岸流所组成的渤南海流,则经年沿逆时针向流动。逆时针方向流动的环流推动沉积物向西南运动,但由于其流速较小,可以起动的泥沙粒径较小,对泥沙输运和海底冲刷作用较小,相对于潮流而言,对海底地形的形成影响也较小。

综上所述,基底构造、沉积物来源和现代浅海动力是控制海底地貌发育的主导因素。但前者的构造痕迹又往往被后期松散该层所覆盖而未表露,只是间接扼制和继承地形的发生发展,而河流、潮流、波浪、沿岸流则是塑造现代海底地貌的活跃的环境动力。

5 结论

通过以上对辽东湾海底地形特征的分析,得出结论如下:(1)辽东湾沿海水深20 m以浅的海域,为近岸的半封闭浅海海域,系大陆边缘被海水淹没的水下自然延伸部分。因此,辽东半岛、下辽河平原和辽西丘陵以及河北平原等构造单元对其水下地形具有继承性的控制作用。大部分海域海底地形平坦,向渤海中部缓倾,平均坡度在1/2000~1/25000。在其东南部受潮流影响地形起伏大。(2)全海区水深较浅,辽东湾调查区最大水深出现在南部老铁山水道附近。水深变化的基本趋势是由湾顶向湾口逐渐加深,平均坡度小于0.2‰,辽东湾中部存在深达30 m以上的深水盆地,即辽中洼地,由于那里地形下凹和形态近于封闭,被认为是古湖。而深度变化最大区在调查区的南部,接近渤海海峡。由于受潮流堆积影响,地形频繁起伏,水深从近20 m到40 m的范围内急剧变化,形成了大范围的波状起伏,即潮流沙脊群,为海峡区一种独特的地形形态。海湾西部地形起伏一般较小,而东侧有明显的起伏,坡度变化也较大,局部达到1‰~4‰,导致这种现象的原因是由于辽东半岛山地的影响。(3)渤海辽东湾区海底地形是在区域构造地质条件、沉积物来源和水动力条件综合作用下的产物,构造沉降为河流充填作用提供了有利条件,沿岸诸多河流输运而来的泥沙对本现代海底地貌的塑造有很重要的影响,潮流是塑造海底地形的主要水动力来源。

参考文献:

- [1] 龚旭东,魏宏伟,元发庆.辽东湾北部浅海区海洋工程地质特征[J].海岸工程 2006, 25(2): 47-54.

- [2] 王兵, 张晓红, 何宝珠. 辽河流域水文特性浅析[J]. 东北水利水电, 2002, 20(2): 22-24.
- [3] 中国科学院海洋地质与环境重点实验室. 渤海工程地质研究报告 [R]. 青岛: 中国科学院海洋研究所, 1992.
- [4] 中国科学院海洋地质与环境重点实验室. 辽东湾海底地形地貌研究报告 [R]. 青岛: 中国科学院海洋研究所, 2008.
- [5] 中国科学院海洋研究所海洋地质研究室. 渤海地质 [M]. 北京: 科学出版社, 1985.
- [6] Liu Zhenxia, Xia Dongxing, Berne S, et al. Tidal-depositional systems of China's continental shelf, with special reference to the eastern Bohai Sea[J]. Marine Geology, 1998, 145(3-4): 225-253.
- [7] 程鹏, 高抒. 北黄海西部海底沉积物的粒度特征和净输运趋势 [J]. 海洋与湖沼, 2000, 31(6): 605-609.

The characteristics and formation of the submarine topography in the Liaodong Bay, the Bohai Sea

LUAN Zhen-dong¹, LI Ze-wen^{1,2}, FAN Feng-xin¹, YAN Jun¹, ZHUANG Li-hua¹

(1. Key Laboratory of Marine Geology and Environment, the Chinese Academy of Sciences; Institute of Oceanology, the Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China; 2. Huaneng Renewables Corporation Limited, Beijing 100036, China)

Received: Mar., 5, 2010

Key words: topography; the Liaodong Bay; zoning

Abstract: The Liaodong Bay of the Bohai, rich in oil, has been investigated by a large number of geologists, but most of research was focus on structural geology. Through the survey by single beam echo-sounder system, the submarine topography of the Liaodong Bay was studied. Topographical features of the seabed topography in the Liaodong Bay were divided into five sub-zones, and factors affecting the development of terrain in the Liaodong Bay were also discussed. The formation of topography in the Liaodong Bay is affected by structural geology condition, hydrodynamic condition, and sediment supply.

(本文编辑: 刘珊珊)