

黄海、渤海大陆架的浅地层剖面仪测量 与浅地层结构的研究*

于 洪 军

(中国科学院海洋研究所)

自本世纪 60 年代以来,浅地层剖面仪测量技术在世界各大陆架海都得到了广泛的应用,专家们取得了大量实际资料,并发表了多篇调查报告和研究成果(赵松龄,1991;秦蕴珊、赵松龄,1991;赵松龄、于洪军,1993),为查明世界各大陆架海的形成过程、地层结构、环境变迁、海面变化、岸线变迁、河道跟踪、以及地貌类型的划分等提供了新的信息,推动了世界大陆架地质学的发展。在应用浅地层剖面仪测量技术所取得的多种成果中,最为突出的研究,莫过于在世界上的若干大陆架区发现了古河道及其沉积,通过古河道的追踪又可以了解大陆架环境的变迁和海面变化的过程。所以,这项大陆架勘察技术问世以来,一直是大陆架地质勘察中不可缺少的手段之一。

我国大约在 70 年代初期开始研制浅地层剖面仪,并制成了第一批产品,进入 80 年代以来,又逐渐引进了国外的新产品用于中国大陆架的勘察。近年来中国科学院海洋研究所利用这种勘察仪器,在南黄海和渤海海域已经获得了数千公里的测量记录。浅地层剖面仪测量资料中大量信息的提取是运用这项技术的关键。本文根据作者所获得的测量资料,对晚更新世末期以来的浅地层结构及古环境进行了探讨。

一、世界大陆架环境的一般特征

在晚更新世期间,北美洲发育了巨大的劳伦泰德冰原,其面积超过 $1.0 \times 10^7 \text{km}^2$,厚度达 3000m;欧洲出现了斯堪的纳维亚冰原,覆盖着北欧和西北欧的大部分地区,其规模可能比北美冰原略小。上述大冰原的形成和若干山地冰川和其它较小冰原的相继出现,造成世界洋面至少普降了 130m,致使大部分大陆架出露,而成为大陆的一部分。由于世界洋面的降低而出露了大陆架,北美和欧洲又重新为冰川所覆盖。最后冰期结束后,北美和欧洲的大陆冰盖逐渐融化,给北美和欧洲的大陆架提供了足够的水源,当地地壳的“回弹”又加大了河流的冲刷能力,而一旦大陆冰原的冰完全消失以后,增加了的水量又引起世界洋面的回升,再度淹没大陆架,原先通过和流入大陆架的河流又失去了径流。因此,在那里的大陆架区,自然会留下许多埋藏古河道的遗迹。于是,许多研究者认为,大陆架上的最重要的埋藏地貌是古河道沉积。位于南美洲的亚马孙河处于热带雨林环境,不论冰期还是间

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 2350 号。
本课题为国家自然科学基金重大项目,49291100 号。
收稿日期:1994 年 3 月 10 日。

冰期,都可以有较充足的径流,同样有古河道的遗迹。中国大陆架沉积环境(特别是北方大陆架区)则以干旱和寒冷为特征。在冰期最盛时的中国大陆架不仅得不到大陆冰盖的保护,出露了的大陆架还要遭受风暴的吹蚀作用,这是与北美和欧洲大陆架明显的差异。

二、中国大陆架环境的基本特征

晚更新世期间中国大陆架沉积具有以下特征:(1)晚更新世末期亚洲大陆不但未生成大陆冰原,反而出现规模更大、范围更广的沙漠和黄土(赵松龄,1991;赵松龄等,1991;秦蕴珊等,1991;赵松龄等,1993);(2)据目前所知,渤海海域的部分海底、山东蓬莱附近的黄土海岸、庙岛列岛、辽东半岛西岸和大连一带均有黄土沉积,上述黄土中,含有丰富的有孔虫(表明该处黄土与渤海大陆架环境的关系)(曹家欣,1987;李培英等,1992),黄海大陆架海域也发现有黄土沉积;(3)风力吹蚀作用是晚更新世末期时中国大陆架区的基本动力,强大的蒙古高压带来了冷而干的气流,使中国北方大陆架区的大陆度增加;(4)中国大陆架海域共发生四次海侵,海面发生多次升降变动,每次海退都可以形成局部沙漠化环境;(5)寒冷的冰期气候使亚寒带的南界向南推移,有可能占据我国北方大陆架的大部分海域;(6)随着全球性气候的变冷,西北太平洋的水温也相继降低了 $2-3^{\circ}\text{C}$,使那里不再成为台风的“摇篮”; (7)台风的消失使中国大部分季节性河流失去了较多的径流,从而改变了水文网的分布格局;(8)由于河流径流量的减少,致使外流河转化成内流河,有利于大陆架沙漠化环境的形成;(9)中国大陆架环境的最显著特点是寒冷而干燥,影响大陆架环境变化的动力因素是蒙古高压带来的季风环流,形成大陆架上的主要沉积类型是沙丘和黄土类沉积,并构成多种风沙类地貌组合。晚更新世末期中国大陆架的沙漠化,以及产生了一系列衍生沉积(黄土沉积)是其最重要的特征。

三、黄海、渤海大陆架区的浅地层结构

1. 风成沉积

(1)漫长的风蚀界基面:在南黄海数千公里的测量线中,大多数记录图谱上具有明显的风蚀基面,这种可进行长距离追踪的、起伏不平的、连绵不断的侵蚀面是风蚀作用的结果(图1)。通过风蚀基面的追踪,可了解大陆架区各地风蚀作用的强弱,同时也为寻找古风口的位置提供了可靠的依据。

(2)大面积的混杂堆积:风蚀基面上还有厚层混杂堆积,据目前所知(赵松龄,1991;赵松龄等,1993),这大面积的混杂堆积主要分布于南黄海的中部,靠近黄海槽的槽口到苏北浅滩一带;渤海海域主要分布在辽东湾内东北-西北向的中间线以东和辽东浅滩等地区(图2)。

在渤海海域内的上部地层中,至少可以找到两层混杂堆积,一层位于献县海侵层以下,形成期属于亚间冰期海退时期,相当于距今53500—39000年的渤海海退时期,当时的渤海也出现了沙漠化,形成厚层混杂堆积(图2中的A处);距今39000—23000年为献县海侵时期,海侵规模较大,在渤海海域内普遍发育了一套海相地层(图2中B处)。献县海

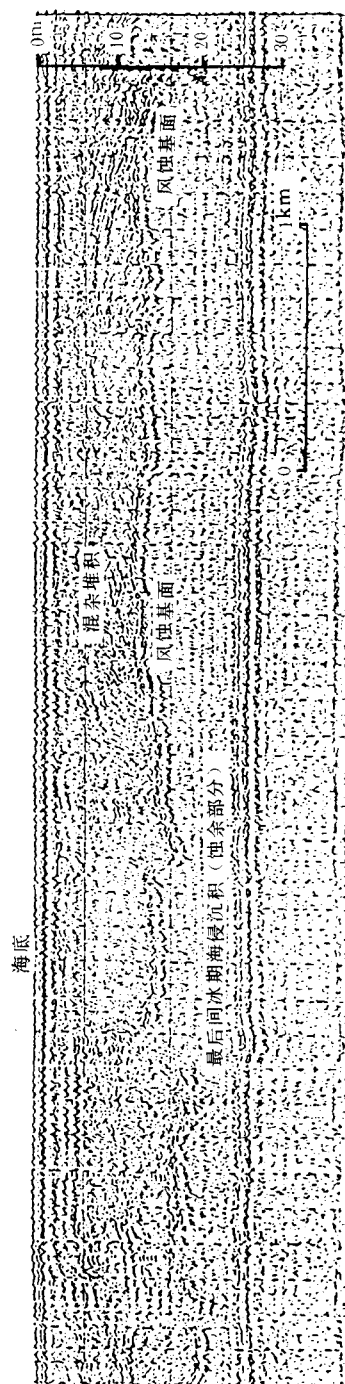


图 1 南黄海的风蚀基面

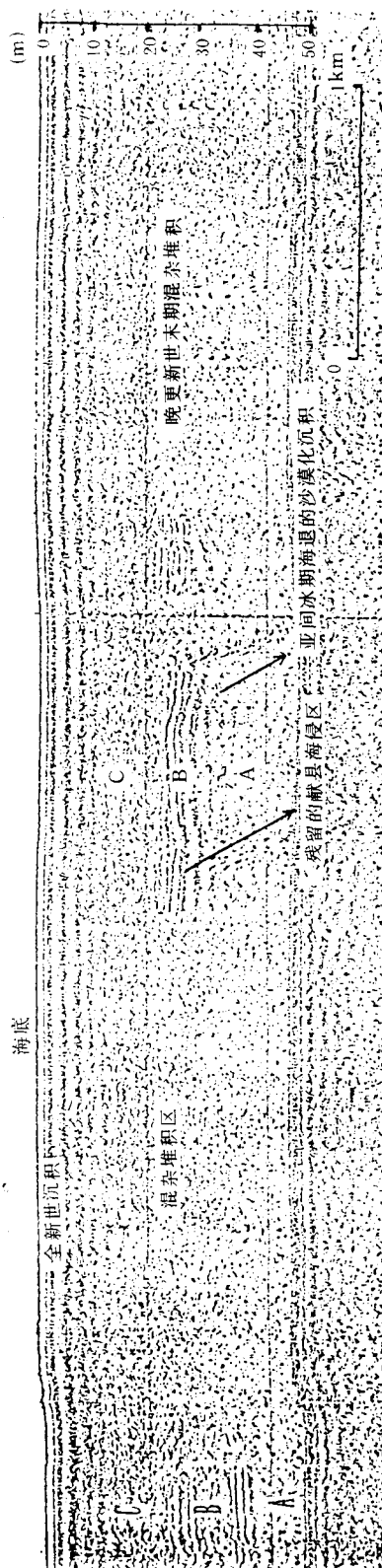


图 2 辽东湾内的混杂堆积

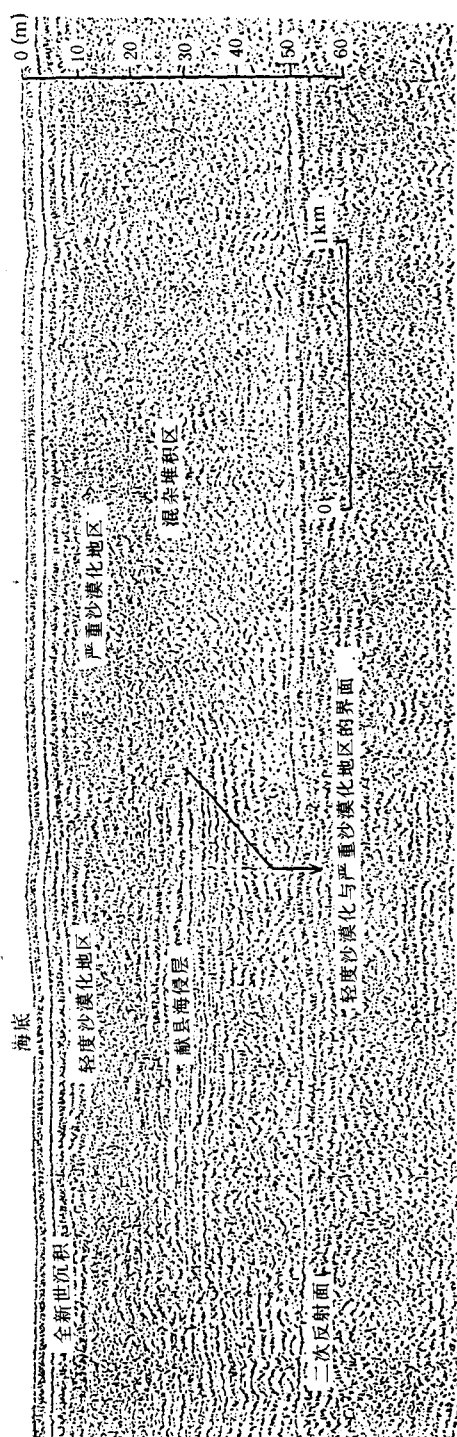


图3 辽东湾内的强沙漠化与轻度沙漠化界面

侵结束以后,全球气候逐渐进入最后冰期最盛时期,海面降低,大陆架出露,又形成新的沙漠环境,其年代大约在距今23000—12000年之间。这次大陆架沙漠化程度较高,献县海侵形成的地层大部分被风蚀作用所破坏,形成了另一厚层混杂堆积(图2中的C处)。在某些地方有时还可找到献县海侵时残留的地层,这些残留地层的发现,可以为当地地层的划分和对比提供依据。

(3) 普遍出现休止角型沉积结构:在我国北方大陆架区,大面积混杂堆积中还普遍出现了具有休止角的沉积结构,进一步表明风蚀作用确实是中国大陆架区的主要外应力。

(4) 典型的埋藏沙丘沉积:在具有休止角型的沉积结构中,还可能发现典型的埋藏沙丘沉积,沙丘是风成沉积的典型代表。在现代中国北方海岸上,还有多处活动沙丘,位于山东半岛北部的烟台附近、南部的石岛附近、河北省的昌黎一带。所以,在最后冰期期间,裸露了的大陆架经过风力吹扬作用,会自然形成沙丘堆积。

(5) 可进行长距离跟踪的强沙漠化与轻度沙漠化的界面:南黄海的中部和辽东湾内的东部海域都分布着强沙漠化与轻度沙漠化的界面(界线),可以进行长距离跟踪,确定发生强沙漠化地区的范围。图3为辽东湾内的强沙漠化与轻度沙漠化的界面($39^{\circ}51'N$, $120^{\circ}45'E$)。从该界面向东为强沙漠化地区,那里亦为厚层混杂堆积区;向西为轻度沙漠化地区,原始沉积基本保存。该界面含有双重内容,其一为水平方向,其二为垂直方向。所以该界面的发现具有十分重要的工程地质意义。

(6) 相反风向引起的“W”型断面:

大陆架沙漠化出现的早期,由于受相反风向的影响,往往会出现“W”型断面,这种情况在南黄海和渤海的记录中都有发现(图4)。随着沙漠化程度的加剧,这种暂时性的“W”型断面会逐渐消失,而转化为混杂堆积区。

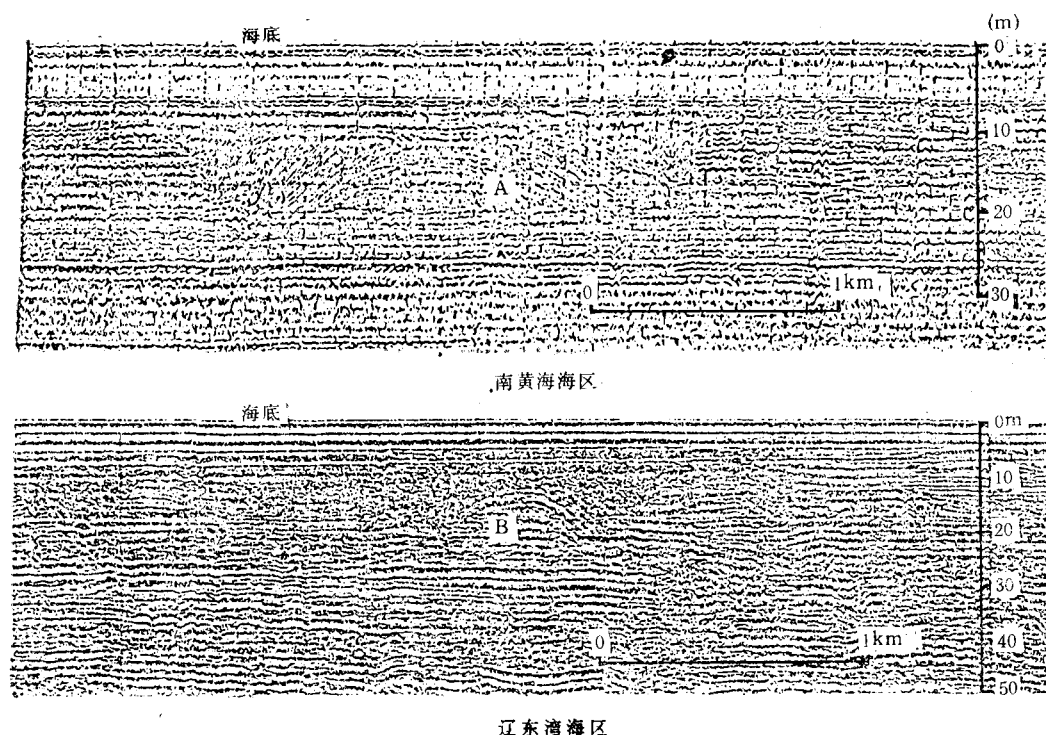


图4 南黄海和辽东湾海域的“W”型断面

2. 与冰期环境有关的堆积类型

随着全球性气候的变冷,位于我国北方的斑块状“永冻层”分布区向南推移,占据着北黄海和渤海的大部分海域,一旦冰体融化就会形成若干种新的沉积类型。

(1) 塌陷沉积: 形成塌陷沉积的最主要因素是大陆架区必须具备埋藏冰体。随着全球性气候的变暖,冰体消融,极易形成塌陷沉积(图5)。塌陷沉积的最重要特征是出现同心弧型结构。

(2) 冰楔状沉积结构: 除了塌陷沉积以外,还发育有冰楔状沉积结构,这是沿着地裂缝隙或者冲沟内的早期积冰,经冻胀作用和后来的冰体融化而形成,其外部形态往往显示“V”型,易被误认为是河道沉积。

3. 埋藏海岸剖面

(1) 南黄海海域内的埋藏海岸剖面: 在南黄海的84-4剖面的南部,发现有两个彼此相邻的埋藏海岸剖面,它们是晚更新世末期海面升起过程中,海面又发生一次升降变化的记录。通过对该埋藏海岸剖面的分析与研究,可确定古海岸的位置和古海面的高度(图6)。

(2) 渤海海域内的埋藏海岸剖面: 当海水进入渤海以后,海面不是直线上升的,也曾

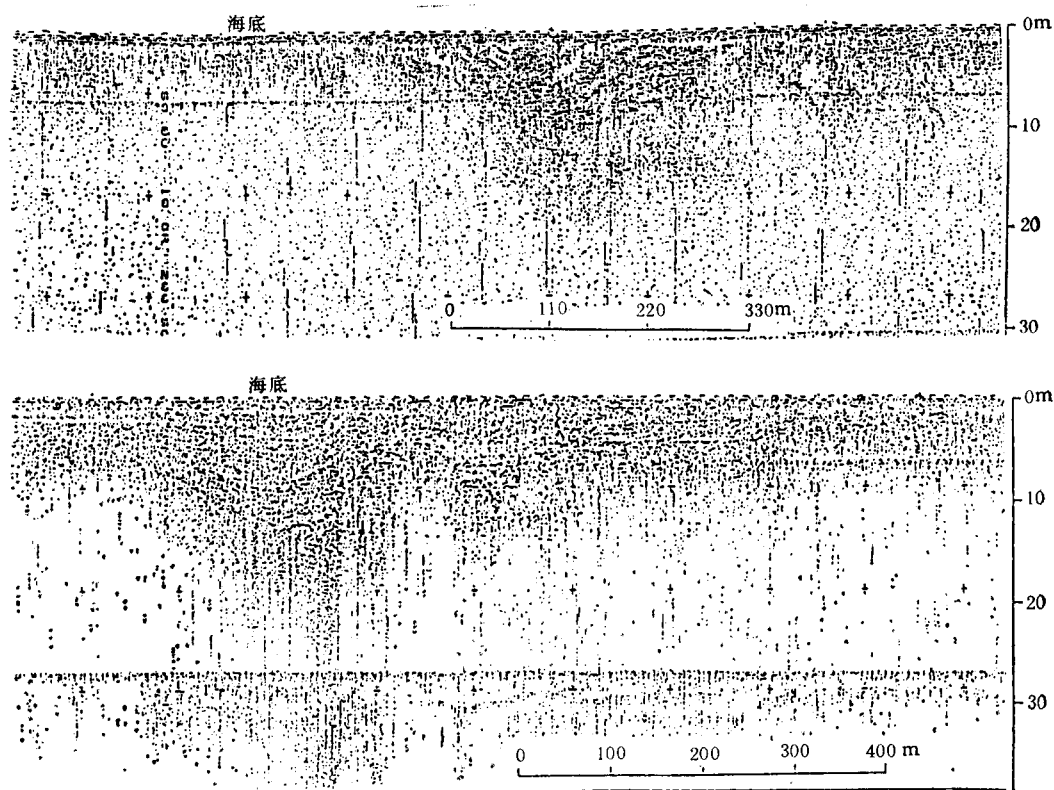


图5 辽东湾的塌陷型沉积剖面

发生过短期停顿,留下了埋藏海岸剖面(图7)。

4. 埋藏古河道

南黄海和渤海的埋藏古河道断面可划分为两种类型。

(1) 堆积型河道: 河流含沙量高,入海后立即形成三角洲堆积,但不一定留下侵蚀型河道;此外,含沙量高的河流,在大陆架平原区还可形成地上河,最后形成漫流,消失于大陆架平原区,也不一定会出现侵蚀谷,例如,在南黄海海域至今尚未找到属于黄河的侵蚀谷地,仅在苏北浅滩北部有堆积型的水下黄河三角洲沉积(图8)。

(2) 局部发育的侵蚀型河道断面: 在最后冰期时期,出露了的大陆架在冷而干的环境下,众多的河流变干,河道消失。一旦全球气候变暖,河流复苏,自然大陆架上又重新出现河流。全新世海侵的发生,又将新出现的河流覆盖起来,留下了今日所见的所谓古河道。不过,这种类型的河流,一般长度不大,很快与海面相遇而消失,仅能留下不长的一段河道遗迹。

5. 埋藏的湖泊

南黄海大陆架的西部还发现有埋藏的湖泊,原始的湖岸剖面清晰可见(图8)。

6. 埋藏的断层线

南黄海的北部和辽东湾的中部分布有埋藏的断层,形态清晰,容易辨认(图9)。

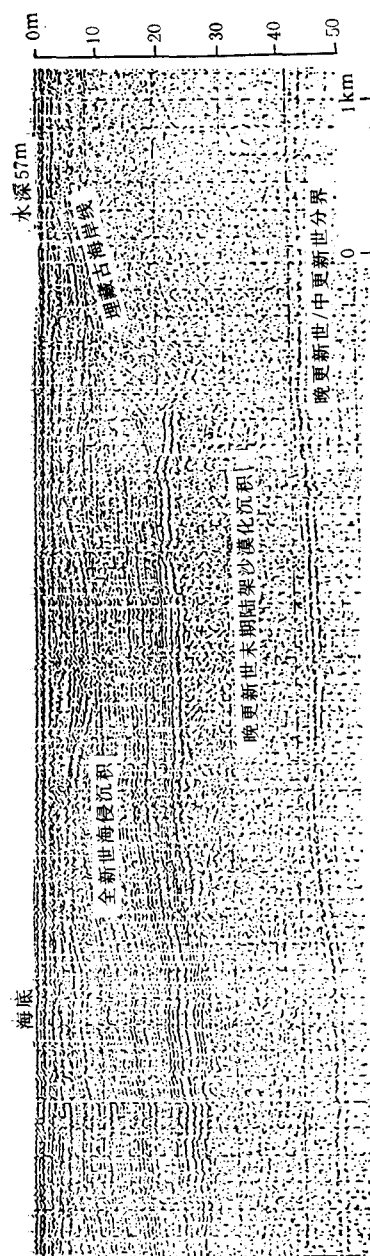


图 6 南黄海埋藏海岸剖面

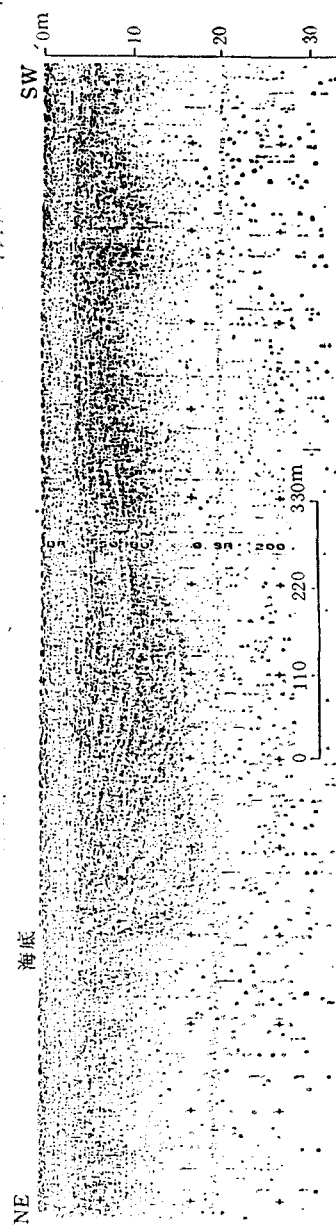


图 7 渤海埋藏海岸剖面

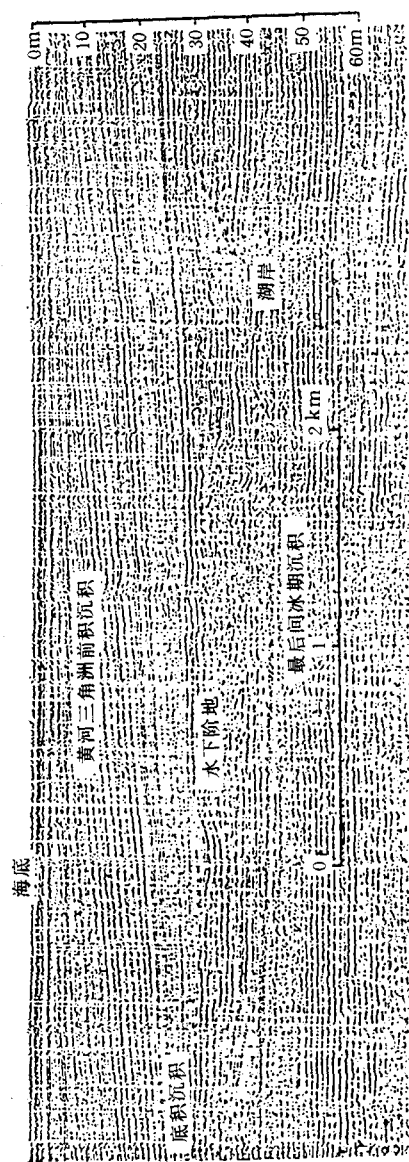


图 8 堆积型的水下黄河三角洲纵断面沉积结构

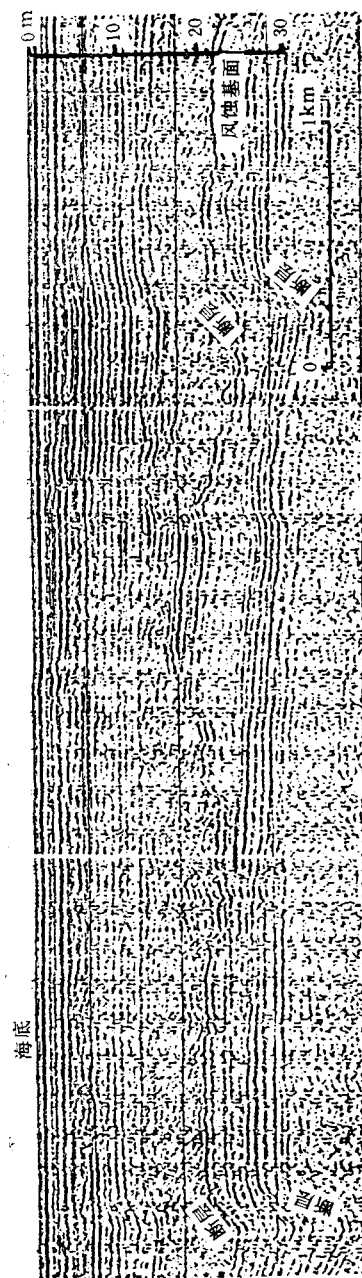


图 9 南黄海埋藏的断层线

四、中国北方大陆架灾害地质现象的类型

根据长距离的浅地层剖面仪的测量记录,可获得多种灾害地质的信息,归纳起来主要有下述几种类型(值得注意的是,下述的沉积类型本身并不一定构成灾害性地质现象,而它们与其它类型的边界处往往会构成灾害性地质问题)。

(1) 构造类: 断裂带的下沉,断层线的走向与分布等;(2) 风积类: 混杂堆积、休止角结构、沙丘、衍生沉积等;(3) 冰冻类: 塌陷沉积、冰楔沉积等;(4) 河湖类: 河道沉积、三角洲沉积、冲积平原、湖岸沉积等;(5) 水动类: 海面变化、埋藏古岸线等;(6) 岛礁类。

五、结 语

研究浅地层结构,实际上是讨论晚更新世以来的环境地质问题。由于自然界中各种因子之间彼此联系、互相制约、互相影响,因此在讨论中国大陆架的环境特征时,必须应用全球变化的观点去阐明古气候的变化对于世界大陆架环境的影响,进而查明中国大陆架环境变化的特征,找出其中的共性和差异性。从综合研究中国大陆架上多种环境因子之间的关系可看出,晚更新世末期中国大陆架发生沙漠化和产生一系列衍生沉积是当时大陆架环境的基本特征,形成这种特征的动力是古季风活动。

参 考 文 献

- 李培英等,1992,辽东海岸带黄土,地质学报,66(1): 82—93。
赵松龄,1991,晚更新世末期中国陆架沙漠化及其衍生沉积的研究,海洋与湖沼,22(3): 285—293。
赵松龄,1991,苏北浅滩成因的最新研究,海洋地质与第四纪地质,11(3): 105—112。
赵松龄,于洪军,1993,陆架沉积环境研究的若干新进展,中国沙漠,13(4): 1—5。
赵松龄,李国刚,1991,黄海南部黄海槽沉积的成因及其浅地层结构,海洋学报,13(5): 672—678。
秦蕴珊,赵松龄,1991,中国海陆第四纪对比研究,科学出版社,23—37。
曹家欣,1987,山东庙岛群岛的黄土,中国科学,B 辑(10): 1116—1123。

STUDY ON THE SHALLOW LAYER PROFILER AND SHALLOW LAYER STRUCTURE IN CONTINENTAL SHELVES OF THE BOHAI SEA AND YELLOW SEA*

Yu Hongjun

(Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences)

ABSTRACT

In the last stage of Late Pleistocene, the sedimentary environment in the China continental shelf region was mainly cold and dry. The environment changes were due to monsoonal circulation brought about by the Mongolian High Pressure. Dunes and loess deposits and several sandy geomorphologic types comprised the sedimentary environment. The primary characteristics of sedimentation was desertization and occurrence of its derivative deposits.

The main evidences of desertization deposits are: endless erosion surface, large range of mixed deposits, universal "angle of repose" texture, dune type deposits, long distance interface of the most intense desertization and slightly intense desertization.

* Contribution No. 2350 from the Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences