

渤海古沙漠之推测

夏东兴 刘振夏 李培英 赵松龄

(国家海洋局第一海洋研究所, 青岛)

(中国科学院海洋研究所, 青岛)

摘 要

笔者认为, 在更新世末期Würm冰期的盛期, 渤海陆架是一片沙漠地区, 气候干寒, 沙丘广布。强劲的西北风从沙丘分布区吹扬起大量沙尘, 这些沙尘沿渤海之东南缘山坡前降落, 从而形成了大连、庙岛列岛和蓬莱沿岸的沙漠衍生沉积——黄土。

一、问题的提出

1932年Shepard在“大陆架沉积物”一文中提出: 陆架外侧的粗颗粒沉积物, 可能是低海面时期由更大的河流供给, 也可能部分为底岩侵蚀而来。在这里, 他第一个提出了陆架残留沉积的概念。后来, 埃默里对东亚陆架残留沉积的特征和分布进行了较详细的研究, 认为陆架面积的百分之七十被残留沉积物覆盖 (Emery, 1968) [1]。但是, 关于残留沉积以及全新世海侵以来被泥质沉积覆盖的残留沉积和它们在冰期低海面时期的存在状态却研究甚少。一般认为, 残留沉积物主要是在低海面时, 由波浪和河流作用所形成。虽然也提到风成沉积, 但被放到了极次要的地位。让人不解的是, 在干寒的冰期时代, 陆架上广泛分布的粗粒残留沉积物及被埋藏的残留沉积物到底处于怎样的自然状态。当时的陆架自然景观果真如同人们想象的那样——河流纵横、湖泊成群、水草丰茂、猛犸成群吗?

随着陆架研究的深入, 我国陆架和海岸带的某些地貌与沉积现象常常使人困惑, 例如渤海东南部大连、庙岛列岛和蓬莱的黄土堆积, 山东半岛沿北黄海沿岸分布的“柳芥红层”, 陆架残留沉积物中孢粉、有孔虫复杂的组合特征, 被薄层全新世沉积覆盖的砂层具有大倾角之斜层理等, 以上这些令人费解的现象动摇了我们以往对陆架沉积的认识。我们设想, 如果冰期时代在渤海陆架上发育了沙漠, 或者说发生了沙漠化过程, 则这些问题便可迎刃而解。

近年来, 世界上一些第四纪研究者已开始对冰期时代环境再认识。同济大学海洋地质系编著的《古海洋学概论》一书中指出: 在距今18 000年前, 大陆上草原、沙漠有所扩展 [2]。是否扩展到陆架区没有提及。Berger (1981) 认为冰期时沙丘广布 [3]。Sharnthein (1980) 认为低海面时代, 西非陆架上发育有沙丘, 沙丘向海推移, 在海底形成了

沙丘浊流沉积^[4]。Bowler (1976) 报道在澳大利亚西北岸外有淹没在水下的晚更新世沙丘，指出当时沙丘的分布较现代远为广泛^[5]。应当指出，上述观点均未突破埃默里的提法，只是认为冰期时沙漠有所扩展，陆架上发育有沙丘。还未曾有人提出冰期陆架的沙漠化。但无论如何，他们的研究成果对中国陆架在冰期时代沙漠的研究有重要的参考价值。

二、古沙漠发育的若干证据

关于18 000年前渤海陆架盆地发育古沙漠的论点，目前尚难以拿出直接而确凿的证据，因为对沙漠体的专项研究尚未开展，我们只能将从事其他课题研究中得到的一些心得托出，从几个方面来论证它的客观存在。由于工作的深度有限，本文仅讨论玉木冰期盛期渤海地区的沙漠问题。

1. 渤海东南缘周围黄土堆积

在现代渤海之东南，北起辽东半岛南部的盖县、大连，经渤海海峡中的庙岛列岛，南至山东半岛北部的蓬莱，广泛分布着厚层黄土(图1)。本区黄土呈北北东至南南西方向展布，并且从陆地一百多米的山坡谷地至海底均有分布。本文不详述这些黄土堆积的沉积特征，只对它的独有特点加以讨论。

(1) 特殊的分布格局：本区黄土仅仅分布在渤海之东南边缘陆地和庙岛列岛，同为岸边山地，渤海西北沿岸却无黄土发育。而且在本区黄土发育地区是面向渤海一侧发育程度好，厚度大；而远离渤海海岸，黄土发育逐渐变薄以至消失。

(2) 粒度组成比西北黄土粗：本区黄土粒度组成远比西北黄土为粗。陕西洛川马兰黄土中的细砂含量为6%，而大连地区的黄土中却为57.9%，庙岛列岛为34.7%，蓬莱为11.7%。可以看出，渤海东南缘周围黄土堆积的粒度组成，较洛川黄土要粗得多，甚至不少黄土样品中还含有少量中砂粒级，这在西北黄土中是绝少见到的。另外，本区黄土粒度组成有自北向南变细的趋势。上述特点说明本区黄土的近源性，其母质为渤海盆地沙漠，而不是中亚细亚的飘尘。

(3) 矿物成分特征：本区黄土不稳定矿物含量远多于西北黄土，一般为西北黄土的5—6倍。另外，尚含有当地特有的岩石碎屑，如千枚岩岩屑等。

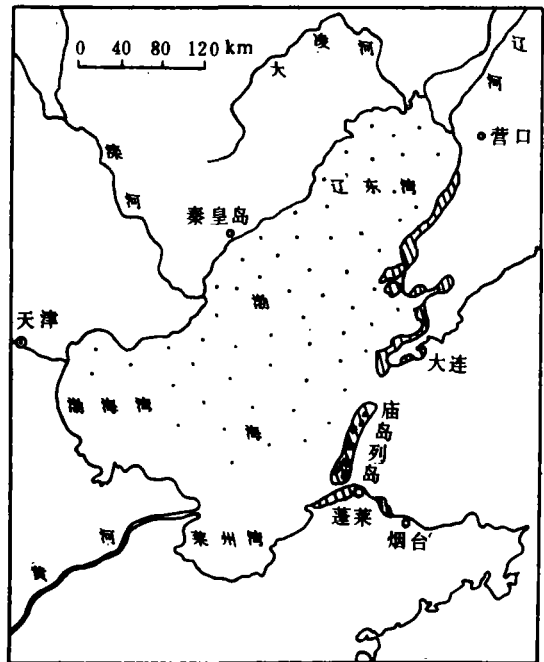


图1 渤海古沙漠及其衍生黄土分布区

(4) 化石特点: 庙岛黄土中含有有孔虫化石^[6]。

(5) 形成时代: 通过对黄土钙质结核的¹⁴C测年, 本区大连黄土(与马兰期黄土同期)主要形成于12ka—25ka B. P.^[6], 即更新世末期玉木冰期盛期。

综上可知, 本区黄土形成于更新世末之冰期时代, 系由邻近的沙漠地区吹扬而来的衍生沉积, 而作为本区黄土母体的沙漠又曾经被海水淹没过, 如此看来, 此地区只能是位于黄土分布区西北侧的渤海陆架。

2. 具高倾角层理的砂质沉积

在3—5 m具水平层理的全新世海相层之下, 普遍发育了被埋藏的砂质沉积, 厚几米或十几米不等。这层砂质沉积与上覆之全新世海相沉积成不整合接触, 砂质沉积顶部具有明显的不整合面。砂层本身普遍发育中尺度高倾角层理, 其层理呈积分号“∫”形, 有时呈“丘”状, 丘状剖面系由两组方向相反的“∫”形层理对生组成, 其丘顶多被侵蚀, 上覆具水平层理的全新世沉积, “∫”层理最大倾角一般为 10° — 23° , 垂向距离为5—15 m, 水平距离为50—100 m。众所周知, 除风成沙丘之外, 其他营力均难以在大范围内形成如此规模的大角度的沉积层理, 风成沙丘的背风坡可形成 25° — 34° 的砂质沉积层理的自然休止角。我们在渤海陆架进行了上千公里的浅地层剖面测量, 发现在渤海中部和整个辽东湾地区这种休止角砂层最为发育, 渤海湾次之, 而莱州湾则少见。本文不讨论砂的来源, 但可以肯定, 在末次冰期时代, 这些沙丘裸露于地表, 在残留沉积区, 因海侵以来潮流作用加强, 原来的沙丘已被改造成潮流沙脊, 其沉积层理则显得平缓得多。

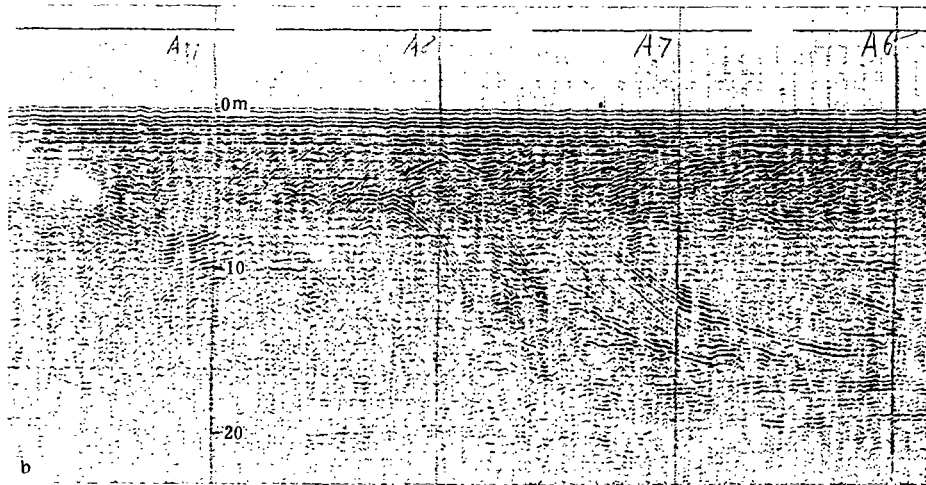
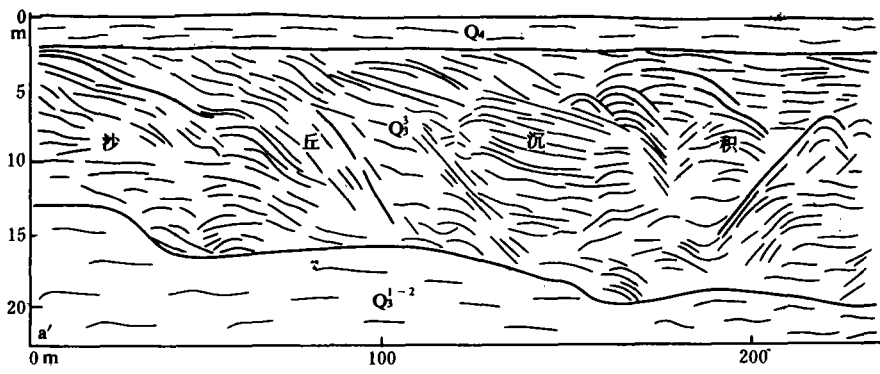
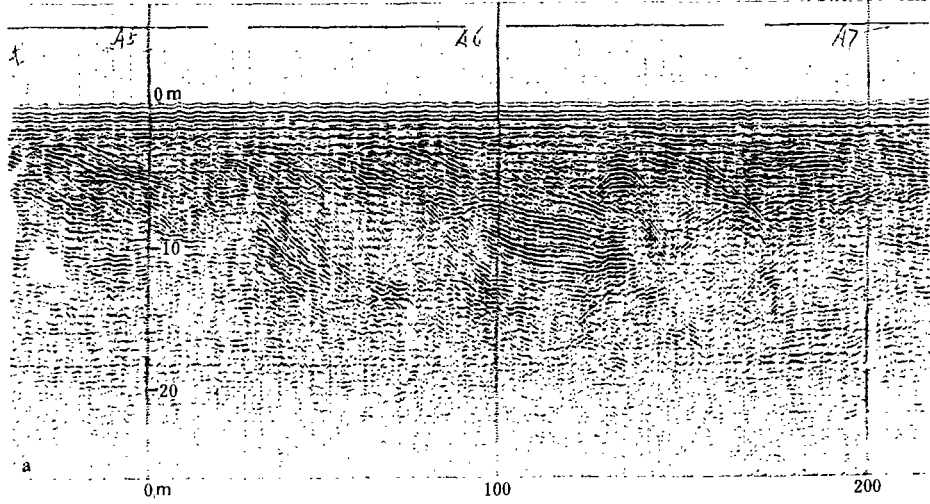
从浅地层记录图像可看出, 这种“∫”形层理仅仅发育在全新世海相地层以下不超过20 m的范围内, 再向下沉积物层理倾角则大大变小, 可见当时风的作用只是扰动了沉积物的上层, 而下层保持了末次冰期盛期以前其他动力成因的特点。

3. 残留沉积特征

渤海砂质残留沉积约占渤海总面积的四分之一, 主要分布在辽东浅滩、渤中浅滩、渤海海峡北侧、滦河口外及六股河口外等地区, 其共同特点是磨圆好、分选好, 质纯而均匀, 重矿物含量高。在辽东浅滩, 最高值达32.2%, 其中钛铁矿、石榴子石、锆石等稳定矿物含量占重矿物含量的68%^[7]。渤海残留砂的成熟度很高, 砂粒有褐色铁质污染, 而且分布在渤海西北部的残留砂为比较粗的中砂和中细砂, 而东南部为比较细的细砂和极细砂。比较沙丘砂与海滩砂的粒度参数可知, 沙丘砂大多为正偏态分布, 海滩砂为负偏态分布, 本区残留砂均具有正负两组偏态分布, 这是因为这些冰期时代的沙丘砂在全新世海侵时受到海洋动力作用的改造。

4. 生物化石特点

无论是残留沉积, 还是“埋藏的残留沉积”, 在这层砂层中常形成有孔虫与陆相介形虫“共生”的现象, 这些生物壳体上的纹饰多受到磨损, 壳体残破, 可以认为这是风沙作用的结果。孢粉组合也常呈混杂现象, 常见异地或“前朝”种属, 被称为再沉积孢粉化石, 在黄海陆架相同层位的地层中发现, 一些孢粉化石来源于山东半岛第三纪地层, 在末次冰期时代再沉积孢粉有明显增多的趋势(刘敏厚等, 1987)^[8], 把这些再沉积孢粉看成由风力搬来, 是合乎逻辑的。



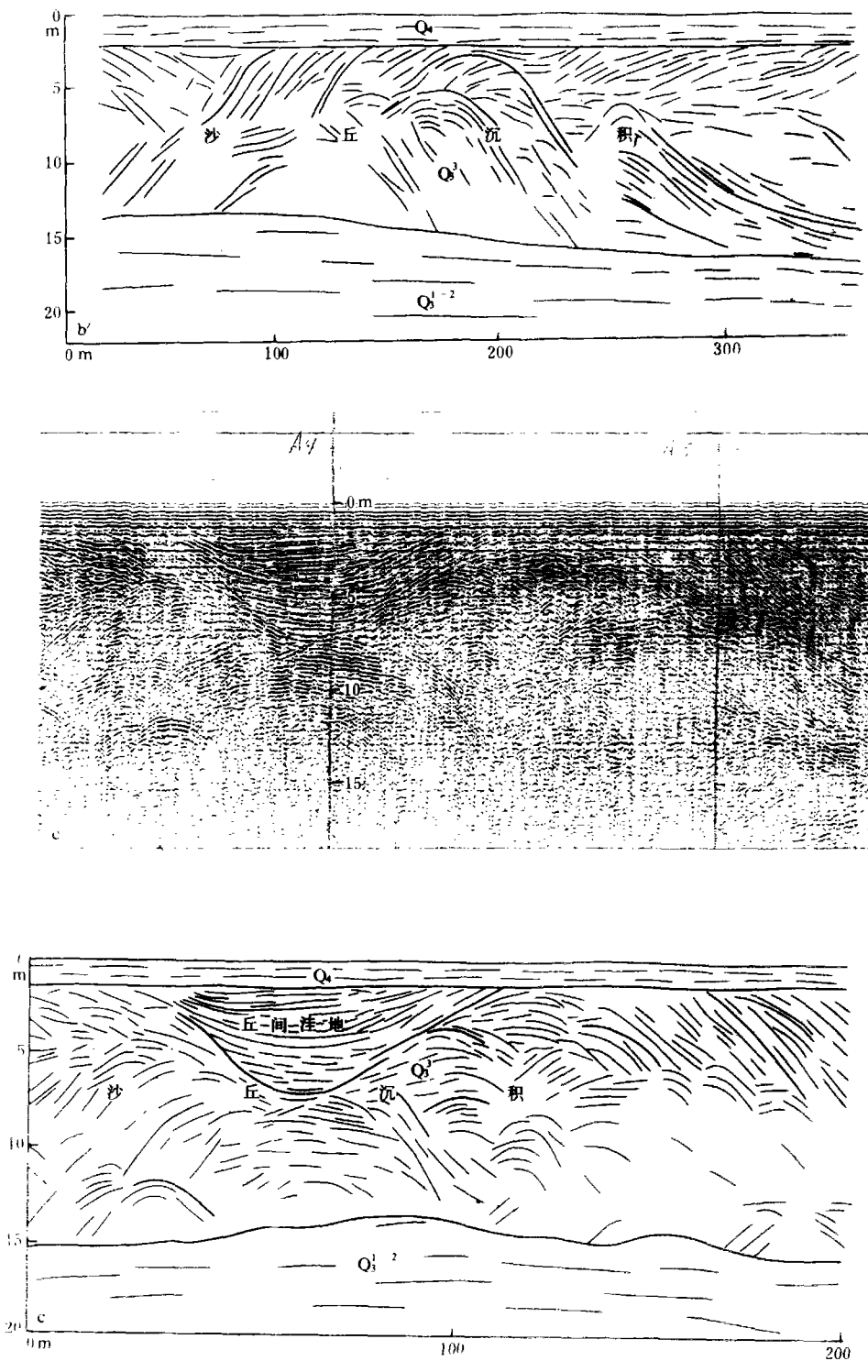


图2 渤海浅地层剖面图像及解译图

5. 石英砂特征

陆架沉积物中的粗粒石英砂具有磨圆好、显 V 形撞击坑、有刻蚀的沟槽、稳定矿物含量高及凹坑内填硅质沉淀物等特点。这些特征与风成石英砂特征一致。

上述各项是以往观点难以解释的。假设末次冰期时渤海陆架有沙漠发育, 这些现象将非常容易被理解: 渤海东南隅之黄土不是由高空从中亚飘来, 而是从邻近的渤海古沙漠中被西北风短距离吹扬而至, 故而粒度粗且不稳定矿物含量高。黄土发育的地域性特点和厚度与距离渤海古沙漠体的远近密切相关。无疑本区黄土是渤海古沙漠的衍生沉积, 而大角度砂层理是当时古沙丘的坡面。具这种层理特征的沉积物的大量遗存, 说明当时沙丘曾广泛分布于渤海陆架地区。

三、渤海古沙漠体形成条件分析

以上从具体的方面分析了渤海古沙漠体的存在, 下面再从东亚以至全球的自然环境变化方面对渤海古沙漠的发育条件进行初步的探讨。我们知道, 沙漠形成的首要条件是气候干旱少雨, 蒸发量远远大于降水量。此外, 活跃的风力作用是沙漠形成的动力条件。我们讨论的沙漠仅限于砂质沙漠。

1. 末次冰期时的干冷气候

过去普遍认为全球冰期时代的气候是冷而湿。目前看来, 东亚季风区未遵循这种规律。洛川黄土成土期平均粒径粗, CaCO_3 含量高和 $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ 比值低等特征, 指示了当时气候干冷, 风力强, 为沙漠、草原环境^[9]。世界其他地区情况则更为复杂。Bowler (1976) 指出, 末次冰期时澳大利亚气候比现在更干燥^[5]。Berger (1981) 认为, 末次冰期时, 从大洋输往大陆的水分明减少, 气候十分干燥^[3]。Moore (1980) 等人认为当时的陆地变得非常干燥^[10]。总之, 末次冰期时具有干冷的气候, 而不是冷湿气候, 这已为许多学者的研究成果所证实, 这种冷而干燥的气候环境, 为渤海古沙漠的形成提供了基础条件。

2. 亲潮寒流的强化

Moore (1980) 等认为, 末次冰期时代, 亚北极地区明显变冷, 伴随着亲潮寒流的强化, 寒流一直可影响到台湾附近, 这可能与北极冷空气汇集于西伯利亚和太平洋上空有关。可以想见, 亲潮寒流的增强给渤海陆架乃至整个黄海、东海陆架区带来寒冷而干燥气候及强劲的西北风, 为沙丘的发育及其衍生沉积的形成提供了动力。

3. 远离海洋的地理位置

中亚(包括我国西北)地区现代沙漠的发育与其地处欧亚大陆中心、距海洋遥远、大洋水气难以到达有关。我国的西北干旱地区, 具有距海愈远、降水量愈少、气候愈干旱、沙漠愈发育的特点。现代我国西北地区的沙漠离海岸距离约 600km, 内蒙古的科尔沁沙漠离辽东湾仅 200km 左右。而末次冰期时, 海水曾退到东海陆架边缘附近, 当时的渤海距海可达上千公里, 类似于现今的西北沙漠地区, 完全具有内陆干旱的气候条件。

4. 冰盖发育的特点

末次冰期时, 欧洲、北美大陆均发育了大陆冰川, 连续的大冰盖向南扩展到 40°N 以南,

唯独在东亚的北部未发育冰盖, 因为冰川的扩展不仅要有寒冷的气候, 尚需要充足的水分。当时东亚的气候比西欧、北美更为干燥, 不利于冰盖的发育, 但却有利于沙漠的形成。

5. 地形条件

纵观世界的现代沙漠, 多形成在内陆的构造盆地之中, 渤海陆架恰是一个新生代构造盆地, 具有发育沙漠的构造和地形条件。河北平原与渤海同处于一个统一的构造盆地, 更新世末期有无沙漠发育尚不得而知, 但从河北平原第四系地层分析, 更新世末渤海湾西岸的平原区很可能也有沙漠出现, 因为在全新世海相地层和全新世早期的沼泽相沉积之下, 普遍有砂层下伏, 粒度从粗砂到细砂均有, 过去几乎均把它们定为河流沉积, 而当时气候干冷, 河流水量大减, 难以在广阔平原区形成如此广泛的河床沉积, 从粒度特征看, 它们均有良好的分选, 可能为风成砂, 另外, 更新世末的盛冰期时代, 河北平原沉积物缺乏以粉砂为主的黄河物质, 这点与渤海陆架是一致的, 因为在更加干旱的气候条件下, 黄河中上游之水可能无力冲出三门峡就消亡了, 即便可以流到平原区, 也比现代要少得多, 使其不能像今天这样, 从陆架到华北平原到处覆盖着厚厚的黄河淤沙。

四、结 语

1. 末次冰期时, 渤海地区气候寒冷而干燥, 亲潮寒流强化, 干燥的西北风控制了整个黄海、东海陆架区;

2. 18ka B. P. 低海面时期, 渤海地区风沙肆虐, 沙丘广布, 河流多为季节性水流, 沙漠发育程度以辽东湾、渤海中部地区最甚, 渤海湾次之, 莱州湾最轻;

3. 大连、庙岛列岛和蓬莱等地的黄土为渤海古沙漠的衍生沉积。

参 考 文 献

1. Emery, K. O., Relict sediments on continental shelves of world, *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists* (U.S.A.), 4, P. G., 52 (1968), 3: 445—461.
2. 同济大学海洋地质系, 古海洋学概论, 同济大学出版社, 1989.
3. Berger, W. H., Paleooceanography: the deep sea record, *The Sea*, 7, C. Emilian (ed.), A Wiley-Interscience Publication, 1981, 1437—1519.
4. Sarnthein, M., 从深海沉积看2500万年来北非的古气候, 海洋地质译丛, 1983, 2.
5. Bowler, J. M., Aridity in Australia: age, origins and expression in aeolian landforms and sediments, *Earth Sci. Rev.*, 12 (1976), 279—310.
6. 李培英, 庙岛群岛的晚新生界与环境变迁, 海洋地质与第四纪地质, 7 (1987), 4: 111—142.
7. 中国科学院海洋研究所地质研究室, 渤海地质, 科学出版社, 1985.
8. 刘敏厚、吴世迎、王永吉, 黄海晚第四纪沉积, 海洋出版社, 1987.
9. 刘东生等, 黄土与环境, 科学出版社, 1985.
10. Moore, T. C. et al., The reconstruction of sea surface temperature in the Pacific Ocean of 18 000 B. P., *Mar. Micropaleontol.*, 1980, 5: 215—247.