

# 全球变化与陆架沉积

秦蕴珊

(中国科学院海洋研究所青岛)

**提要** 晚更新世末期中国陆架的古环境与北美洲和欧洲都不相同,前者发育了劳伦泰德冰原,后者出现了斯堪狄纳维亚冰原;亚洲大陆不但未生成大陆冰源,反而出现规模更大、范围更广的沙漠和黄土分布区(也包括中国陆架的大部分地区)。最后冰期结束以后,北美和欧洲的大陆冰盖逐渐融化,给北美和欧洲的陆架提供足够的水源,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融以后,这些通过和流入陆架的河流,又失去了径流。全新世海侵发生以后,在那里的陆架区,自然会留下许多埋藏古河道的遗迹。中国陆架沉积环境(特别是北方陆架区)则以干旱和寒冷为特征。在冰期最盛时的中国陆架不仅得不到大陆冰盖的保护,出露了的陆架反而要遭受风暴的吹蚀作用。所以风力吹蚀作用是晚更新世末期中国陆架的基本动力。因此,最后冰期最盛时的中国陆架区发生沙漠化沉积及其衍生沉积是其最重要特征,据目前所知:陆架沙漠化的主要沉积类型有(1)漫长的风蚀基面;(2)大面积的混杂堆积;(3)“休止角型”沉积结构;和(4)典型的埋藏沙丘沉积。

**关键词** 陆架沙漠化 衍生沉积 全球变化 休止角结构

**作者简介** 秦蕴珊 男 58岁 研究员 海洋沉积

全球变化研究的重要课题之一是过去的全球变化,即所谓的 PAGES (past global changes)。由于海底沉积物是地质过程的产物,同时保存着大量的科学信息,因而把海底沉积的研究做为全球变化研究的重要组成部分,并将两者有机的结合起来是当前海洋沉积学研究的前沿课题。

在广大海洋地质工作者的共同努力下,我国陆架沉积的研究有了长足发展,通过对大量海上调查资料的积累和分析研究,提出了一些在国际上有相当影响的学术观点;发表了大量有价值的学术论文;出版了一系列陆架地质与陆架沉积的专著。标志着中国陆架沉积学的研究已经进入新的阶段,并为今后的深入研究打下了良好的基础。

概括地说,中国陆架沉积,基本上是由两个不同时期的沉积物组成:其一为现代沉积,即全新世海侵以来的海底沉积,主要包括长江、黄河、珠江等众多入海河流带来的泥砂沉积、沿岸流沉积、风成沉积、生物沉积、化学沉积和其他陆源沉积等;其二为所谓残留沉积,即晚更新世末期时的“陆架沉积”。两者成叠加的关系,共同构成了中国陆架的基本沉积格局。有的学者从水动力学的观点对陆架沉积进行了新的分类,也是一种积极的探索(刘锡清,1990)。根据目前的研究,中国陆架沉积模式的阐述虽然清楚地解释了陆架沉积的分布特征,并在形成时代上进行了新、老区分,但未能全面说明残留沉积形成的原因、机制和动力,进而探讨中国陆架在晚更新世

末期的自然地理环境及其背景。中国陆架地区存在着残留沉积,这是基本事实。当 K.O.Emery 最初提出“残留沉积”这一概念时,确实推动了世界陆架沉积学的研究,也促进了中国陆架沉积学的发展。然而随着探测技术的发展,在运用浅层地球物理方法进行大面积测量,获得数千公里记录、发现若干新的沉积结构、展示若干沉积地貌体的空间结构及其分布特征与时间上的变化规律以后,简单沿用过去的“残留沉积”一词,已经无法解释新发现的一些地质现象,也无法阐明若干沉积体的形成原因。于是,晚更新世末期“中国陆架曾经发生过沙漠化并且还产生一系列衍生沉积”这一新概念,近年来开始出现在中国陆架地质学的研究中(赵松龄,1991;秦蕴珊等,1991;李培英等,1991),以做为残留沉积概念的补充和发展。

要查明晚更新世末期的“陆架沉积”环境,必须对当时陆架沉积环境的自然地理特征进行研究。根据最近对黄海陆架具有高分辨率浅地层记录和沉积岩心的分析,现已发现晚更新世末期的“陆架沉积”曾发生过沙漠化,并且还相应地产生了一系列衍生沉积,即陆架区的黄土沉积。按照最近的认识,晚更新世末期的陆架沙漠化及其衍生沉积,可以比较完善地解释当时陆架沉积的原因、机制和动力,即可以解释“为什么”会产生和出现残留沉积的问题。

## 二

研究中国陆架的沉积环境特征时,必须运用全球变化的观点进行综合对比。晚更新世末期,中国陆架的古环境与北美洲和欧洲都不相同,北美洲发育了劳伦泰德冰原,欧洲出现了斯堪狄纳维亚冰原;而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分布区,包括中国陆架的大部分地区(杨怀仁,1987)。最后冰期结束以后,大陆冰盖逐渐融化,给北美和欧洲的陆架提供足够的水源,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融以后,这些通过和流入陆架的河流,又失去了径流。全新世海侵发生以后,在当地的陆架区,自然会留下许多埋藏古河道的遗迹。中国陆架沉积环境(特别是北方陆架区)则以干旱和寒冷为特征,风力吹扬作用是晚更新世末期中国陆架区的基本动力。本文着重讨论最后冰期时中国陆架区的环境特征以及与这种环境变化相适应的沉积结构的特征。

### 1.晚更新世末期中国陆架的古环境

研究中国陆架古环境,必须对影响陆架环境变化的因子进行综合性研究,以获得正确的结论,下文首先讨论晚更新世末期中国陆架的古环境:

最后冰期最盛时期,全球气温平均下降 8—13℃,大洋水温平均下降 6℃,西北太平洋表层水温下降 2—3℃。蒙古高压得到进一步增强,冬季时间加长,风力加强,风速增大(以现代渤海为例,渤海海峡的最大风速达到 40m/s(中国科学院海洋研究所地质室,1985),冰期时出现这种风速的频度应当更大)。寒冷的冰期气候,使亚洲北部亚寒带界限南移,渤海和北黄海地区出现斑块状“永冻层”,而当气温回升以后,由于融化作用又易产生塌陷沉积和沼泽沉积。冰期时期西北太平洋降低了的水温,使台风的形成失去了源地,亚洲大陆失去了大量降水。随着气温的降低,使全年的降水形式以固态为主,河流得不到足够的径流,使陆架区的大陆度增加。由于世界洋面的降低,原先流入海洋的河流,因径流量的减少,不能维持与海洋同步下降,而转化为内流河系。黑潮路径的南移的亲潮的南下,使陆架的大部分地区温度进一步降低。河床冰封时间的加长,不利于河道的稳定。风力吹扬作用不仅仅是了后冰期时期亚洲大陆的主要外营力,也是当时中国陆架区的主要外营力。晚更新世末期,中国内陆地区的主要沉积特点是沙漠化的范围得到进一步的扩展,黄土沉积的厚度逐渐加大。与此同时,陆架区也出现沙漠化的环境,并且还相应

地产生一系列衍生沉积, 这些沉积特征至今仍然埋藏于陆架地层中。

## 2. 陆架沙漠化沉积及其衍生沉积

目前的研究表明: 晚更新世末期, 由蒙古高压产生的强大的风力吹扬作用, 不仅使中国内陆出现大面积的沙漠和厚层黄土沉积, 而且在黄、东海陆架区同样生成沙漠和黄土沉积。从目前所能掌握的资料来看, 中国陆架沙漠化沉积及其衍生沉积具有下述特征:

### (1) 中国陆架沙漠化地区的沉积特点

①漫长的风蚀基面 海退后的陆架成为亚洲大陆的一部分, 厚层的松散沉积, 极易为风力所吹扬, 出现沉积分异作用, 形成漫长的风蚀基面, 保存在风积沉积之下。这种清晰可见的风蚀基面, 在南黄海数千公里的记录中, 随外可见。十分明显, 分布于黄海和渤海陆架区的高低起伏而又连绵不断的侵蚀面, 显然为风蚀作用的结果。这种风蚀基面是目前中国陆架区进行环境对比、沉积结构对比的重要依据之一(图1)。



图1 南黄海部分风蚀基面的记录

Fig. 1 Some records of eolian surface in South Yellow Sea

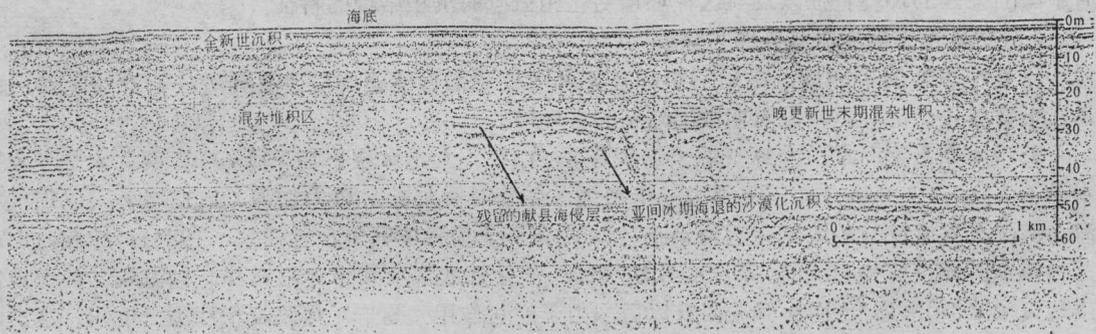


图2 辽江湾东侧典型的混杂堆积

Fig. 2 Typical profile of mixing accumulation in the east-side of Liaodong Bay

②大面积的混杂堆积 在漫长的风蚀基面以上, 堆积了厚层混杂堆积。这种大面积的混杂沉积, 是在晚更新世末期逐渐堆积而成的。通过对中国陆架区大面积混杂堆积的厚度和范围的研究, 可以使我们对古风暴的强度和方向有进一步的了解, 从而为古环境的恢复, 提供更为可靠的依据。在浅地层剖面仪的记录上, 混杂堆积区显示没有层理、没有层次的特征。但是这种混杂堆积具有一定的分布规律, 往往集中分布于某一特定地区, 展示了与河流沉积完全不同的特征

(图 2)。

③强沙漠化地区经常出现“休止角型”沉积结构 在大面积的混杂堆积中，往往还发育着“休止角型”沉积结构。通常认为休止角型沉积是风沙沉积的特征，其堆积角度一般在  $28^{\circ}$ — $32^{\circ}$  之间，陆架区能大量出现这种沉积结构，应当是风成沉积的又一证明。在中国北方陆架地区发现的休止角结构，其方向比较固定，往往形成平行的斜层理，集中分布于某些特定的地区 (图 3)。

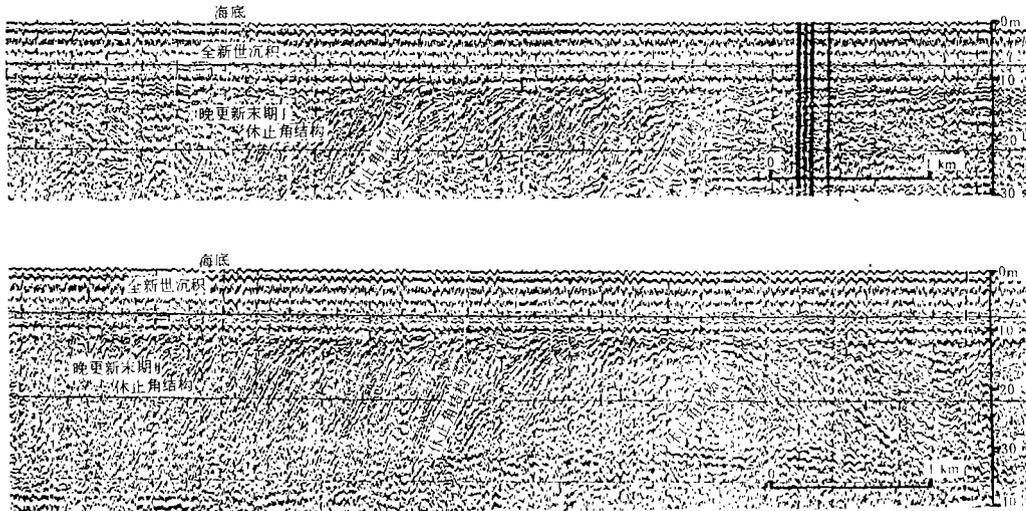


图 3 位于南黄海地区的休止角型沉积结构

Fig. 3 Sedimentary structure of repose-angle type in South Yellow Sea

④典型的埋藏沙丘 现代中国海岸的某些岸段，还发育有正在活动的风成沙丘，如山东半岛北部的烟台附近、南部的石岛附近、河北省的昌黎地区等。晚更新世末期中国陆架在古季风的作用之下产生更多的沙丘沉积，应当是自然的事情。所以在某些具有混杂堆积的地区，还可以找到保存完好的沙丘状沉积结构，为中国陆架地区在晚更新世末期曾发生过沙漠化，又提供了新的论据 (图 4)。

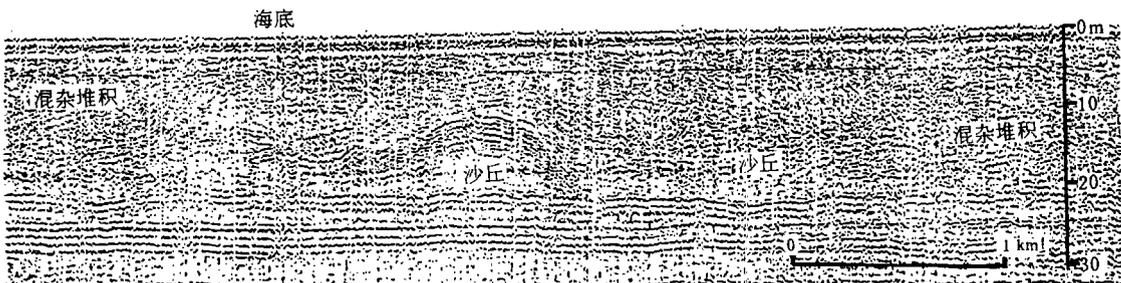


图 4 位于南黄海的典型的沙丘活动记录

Fig. 4 Typical records of dune movement in South Yellow Sea

(2) 中国陆架沙漠沉积的分布

渤海地区 主要分布于辽东湾的中轴线以东、辽东浅滩，以及河北省的昌黎以东的海域。

黄海地区 分布于苏北浅滩及其以东、黄海槽口附近 (赵松龄, 1991)。

东海地区 外陆架均有分布 (东海外陆架地区, 由于最后冰期时海退较晚, 海侵又早, 沙漠化程度偏低)。位于长江三角洲及其附近的钻井中, 相当于晚更新世末期的地层, 基本上由黄色沙所组成; 位于舟山群岛的泗礁岛上厚达 10 余米的风成黄沙沉积, 是当时环境特征的记录; 位于东海外陆架的大面积所谓“残留沉积”区的沙丘群, 也经历了风力的搬运、改造和沉积。

南海地区 台湾浅滩附近的海底沙丘, 可作为南海东北部曾发生过沙漠化的典型地区。

(3) 中国陆架的衍生沉积区

渤海地区 由于渤海陆架的出露, 又在风力吹扬作用之下而衍生出一系列新的沉积类型, 有的堆积于陆架区, 后来又被全新世海侵所淹没; 有的仍旧出露于沿海附近的山丘上, 如大连附近的黄土沉积、庙岛列岛附近的黄土沉积。值得注意的是, 在这些黄土中, 含有丰富的源于渤海陆架上的有孔虫化石群。

黄海地区 主要分布在海州湾、成山头以东海域、长江口大沙滩附近。目前, 在上述海域中, 可以用拖网法拖到大量“钙核”, 它们过去在黄土中形成, 全新世海侵以后, 黄土中的细粒组分被带走, 结果较重的钙核被留在海底。所以, 陆架区大面积钙核的发现是海底存在衍生沉积的又一证明。

东海和南海地区 由于原来陆架沉积中, 含有的细粒组分较少, 所以衍生沉积不甚发育。

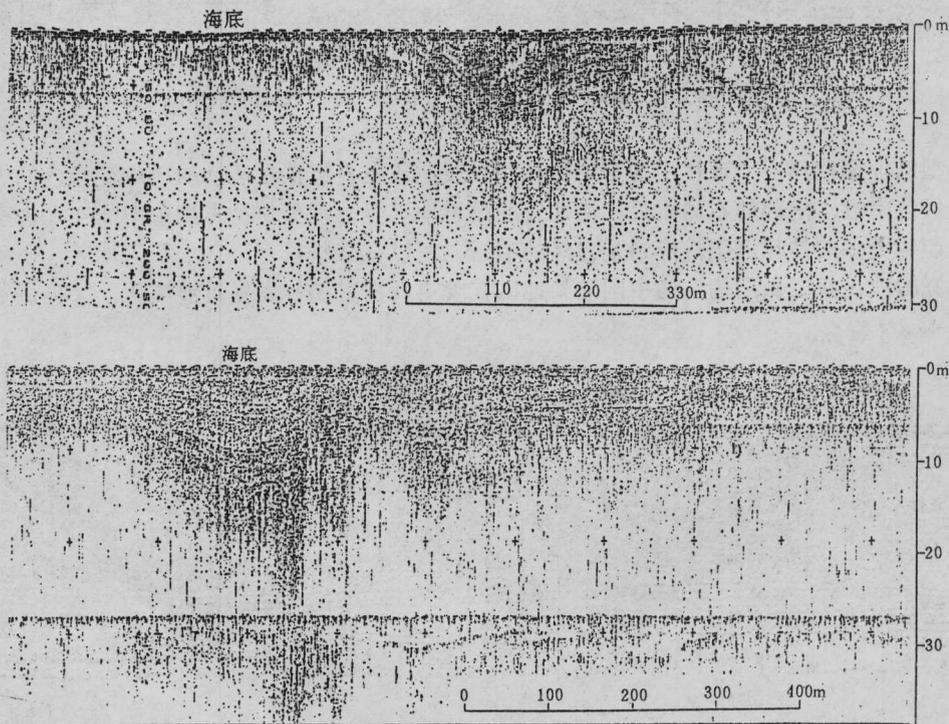


图 5 辽东湾的塌陷沉积剖面

Fig. 5 Profile of collapse sedimentation in Liaodong Bay

### 3. 北方陆架区的塌陷沉积

随着全球性的气候变冷, 北方冻土带南移, 有可能占据着渤海和北黄海的大部分地区, 形成斑块状冻土分布区; 一旦气候变暖, 埋藏冰体融化, 形成部分空隙, 然后又在上层压力之下产生塌陷沉积 (图 5)。从图 5 可以看出, 具有类似同心弧状的弯曲型沉积结构, 展示了原始沉积未被破坏的特征, 是塌陷沉积的典型剖面。其他与北方寒冷环境有关的沉积类型, 还有“肿胀”结构等。由于冰冻作用而产生“肿胀结构”是冰期时期中国北方陆架区的重要沉积结构之一, 它在浅地层的记录中, 显示为连绵不断的微波状起伏, 相互平行排列, 而原始层面未被破坏。目前, 这项研究正在进行中。

### 4. 粉尘沉积

在晚更新世时期, 中国大陆北部一直为黄土沉积时期, 自然也要影响到中国陆架沉积的组分。据目前所知, 渤海和黄海陆架沉积中的细粒组分, 远远高于东海和南海地区, 展示了大陆环境对陆架环境的影响。最近, 我们在西北太平洋的菲律宾海沟。水深 2000 多米处取得的岩心中发现了粉尘性黄土沉积, 表明冰期时来自亚洲大陆的风力作用及其沉积对中国陆架及其邻近海域的影响是十分明显的。

### 5. 陆架沉积与灾害地质关系的研究

根据浅地层剖面仪的记录, 发现有下述沉积类型与陆架灾害地质有关, 值得进一步研究: (1) 正常的陆架沉积与混杂堆积的交界地带, 如辽东湾中轴线附近; (2) 陆架上发生部分沙漠化的地区, 如辽东湾中轴线以西; (3) 曾经发生过塌陷沉积的地区, 如辽东湾及辽东浅滩一带; (4) 发育旧冰楔沉积和肿胀沉积的地区, 主要出现在渤海海域; (5) 存在大型休止角结构的地区, 如辽东浅滩、黄海槽槽口; (6) 衍生沉积与混杂沉积的交界地带; (7) 古河道的分布; (8) 埋藏湖岸附近等。这些沉积类型的划分和分布位置的确定, 都具有十分重要的地质意义。

## 三

1. 用全球变化的观点去分析陆架区多种环境因子的变化与及其相互关系。如: 晚更新世以来的气温变化、水温变化、冻土带的变动、气候带的移动、风暴作用与沉积、降水变化、径流变化、河流状况、湖岸位置、沉积类型变化、地貌特征变化等。

2. 用全球变化的观点去分析中国陆架环境与欧洲、北美洲陆架环境发育过程的异同, 以进一步阐明中国陆架环境的沉积规律。

3. 晚更新世末期的冰期最盛时期, 中国北方的干旱化环境扩大到陆架地区。因此, 要用海、陆对比方法查明中国陆架沉积的基本规律, 如陆架上的黄土沉积与内陆黄土沉积的关系等。

4. 查明陆架区的粉尘型黄土沉积在空间上的分布特征与时间上的变化规律。

5. 阐明中国陆架沉积环境与沉积类型的变化, 对陆架工程地质问题的影响。

赵松龄研究员和翟世奎研究员为本文提供了宝贵资料和帮助, 表示感谢。

## 参 考 文 献

- (1) 刘锡清, 1990, 海洋地质与第四纪地质, 10卷1期, 13-24页。
- (2) 赵松龄, 1991, 海洋与湖沼, 22卷3期, 285-293页。

- (3) 秦蕴珊, 赵松龄, 1991. 中国陆架沉积模式研究的新进展, 中国海陆第四纪对比研究, 科学出版社, 23-37页。
- (4) 李培英, 夏东兴, 1991. 中国东部海岸带黄土成因及冰期渤海沙漠化之探讨, 中国海陆第四纪对比研究, 科学出版社, 50-69页。
- (5) 杨怀仁, 1987. 第四纪地质, 高等教育出版社, 64-243页。
- (6) 中国科学院海洋研究所地质室, 1985. 渤海地质, 科学出版社, 21页。

## Global Changes and Sedimentation on Continental Shelf

Qin Yunshan

(Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao)

### Abstract

Based on the systematic analysis and study made recently of several sedimentary cores and high resolution geophysical records from the Yellow Sea Shelf, the writer believes that the global-change view must be taken to carry out comprehensive analysis and comparisons in the study of sedimentary characteristics of China Shelf. In the later stage of Late Pleistocene, the palaeoenvironment of China Shelf was different from both North America in which Laurentide Ice Sheet developed and Europe with Scandinavia Ice Sheet occurred. Instead of ice sheet, a large range of desert and loess distribution area (including most area of China's shelf) occurred in the Asian Continent. At the end of the last glacial period, the ice sheets in North America and Europe Continent began to melt, providing the North American shelf and Europe shelf with sufficient water sources. Local crust oscillations further enhanced the washing power of rivers. When the continental ice sheets melted over, the rivers passing or entering the continental shelf lost their runoff. After the transgression of the Holocene, many traces of buried palaeochannels have naturally been left over on the continental shelf areas. As the sedimentary environment of China Continental Shelf was characterized by dry and cold, the shelf was not only bare and without the protection of ice sheet but also eroded by storms in the most prevailing of the ice age. Therefore, eolation was the basic effect on the China Shelf area in the later stage of Late Pleistocene. As known up to now, major sedimentary types of the shelf desertization are (1) long scale eolation surface, (2) mixing accumulation of large area, (3) sedimentary structure of reposeangle type and (4) typical sediments of buried sand-dunes.