

# 东海北部和黄海南部海底沉积物孢粉组合的初步研究\*

中国科学院海洋研究所 孟广兰

本文为东海大陆架海区浅层沉积物孢粉分析的阶段小结。通过孢粉组合的分析研究，试图对我国东海大陆架北部海区更新世末期以来古地理环境演变过程作初步探讨，并提出我们在做海洋孢粉工作中的粗浅看法。

## 一、沉积剖面的孢粉组合特征

在东海北部和黄海南部共分析三个沉积剖面(图1)的17块样品,除个别样品外,绝大多数样品都含有丰富的孢粉。现将各剖面的孢粉组合分述如下:

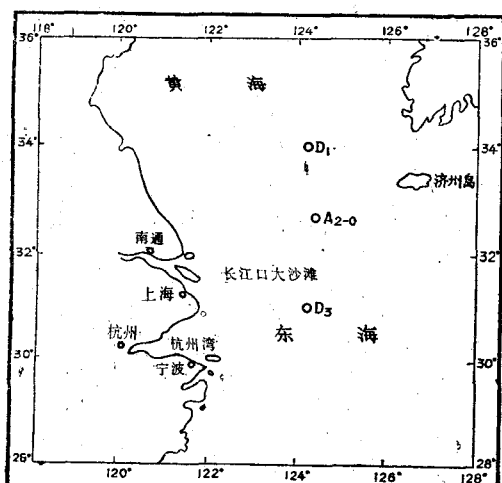


图1 站位图

## (一) D<sub>1</sub>站沉积剖面的孢粉组合

D<sub>1</sub>站位于东径124°15', 北纬34°00', 水深79米。沉积剖面长125厘米,其岩性特征自下而上是:115厘米以下为深灰色粉砂质软泥;60—115厘米以青灰色细砂为主,另有少量粉砂夹贝壳碎屑;0—60厘米为灰色粉砂质软泥,靠近60厘米处含有少量贝壳碎屑。本剖面共取6个孢粉样品,皆含有丰富的孢粉。垂直剖面的孢粉组合具有明显的差异,根据孢粉组合特征,可分为上、下两层:

上层(0—60厘米)为蕨类-松(*Pinus*)-栎(*Quercus*)孢粉组合。

组合中蕨类孢子数量最多,其含量最高可达60%,木本花粉略低于蕨类,草本花粉较少。孢子中以鳞盖蕨属(*Microlepia*)居多,其次为水龙骨科(*Polypodiaceae*)和里白科

\* 本文所分析的样品由我室二组提供,王绍鸿同志提供有孔虫资料,并参考国家海洋局一所耿秀山、丛友滋同志部分地质资料;王少青同志帮助进行样品分析处理;附图由蒋孟荣、李清、张弘和严理同志清绘;在此一并致谢。

生态习性:海栖生活,卵胎生。  
地理分布:产于山东、江苏、浙江、福建、台湾、广东、广西等省沿海。国外由波斯湾经印度半岛沿海至日本及印澳沿海均有分布。  
此外,蜥蜴类也并不完全生活在树上、草地和沙丘一带。在加拉

巴哥岛上,生活着体长3尺、尾扁平长约5尺、从头至尾沿背中线长着大小不同的较软鬣鳞的一种海蜥。这种海蜥栖居于海岸上,涨潮时能长时间潜入海中,退潮时,则常徘徊于海岸的礁石上,以海藻为食。  
海洋两栖动物一般不为人们所

熟知,有关海洋书刊又很少介绍。然而它是祖国海洋资源的重要组成部分,与海洋工作者的关系亦十分密切。为此,根据我在沿海考察中所掌握的资料及文献加以综述。

注:本文插图承中国科学院动物研究所王菊同志清绘,特此致谢。

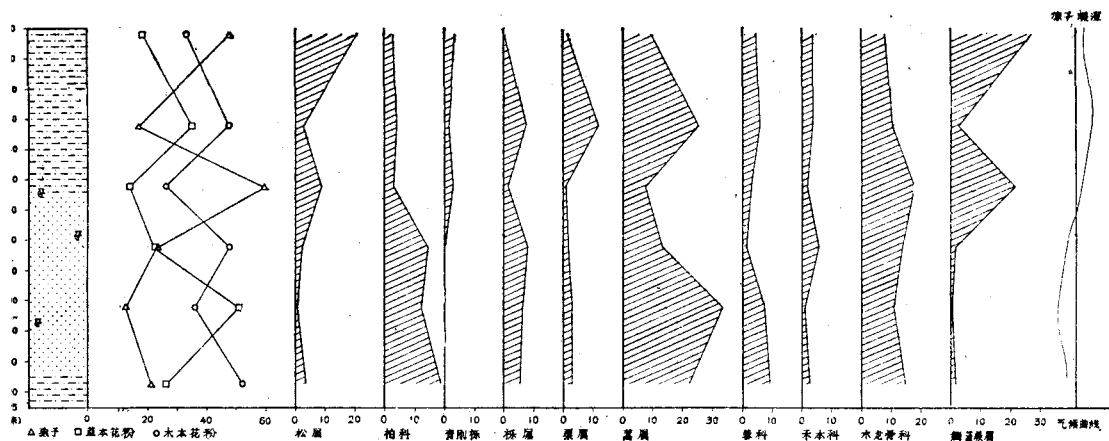


图2 黄海南部海区D<sub>1</sub>站柱状样孢粉图式

*Rhizophoraceae*)等。木本花粉以松属、栎属为主,次为桦属(*Betula*)、栗属(*Castanea*)、胡桃(*Juglans*)和青刚栎(*Quercus glauca*)等。根据孢粉图式(图2)又可分为三段:中下段木本花粉居首位,占孢粉总量的47%,以栎属、栗属和桦属为主,其次有胡桃、椴属(*Tilia*)、漆属(*Rhus*)、青刚栎和栲属(*Castanopsis*)等。针叶树花粉主要有柏科(*Cupressaceae*)、杉科(*Taxodiaceae*)和松属等。草本花粉较少,以蒿属(*Artemisia*)为主,其次有藜科(*Chenopodiaceae*)和禾本科(*Gramineae*)花粉。下段木本花粉大量减少,仅占孢粉总量的26%,草本花粉也有减少趋势。木本花粉以喜凉的松属占优势,其次为柏科、落叶松属(*Larix*)等,阔叶树花粉显著减少,主要有栎属,还有少量桦属、栗属和鹅耳枥(*Carpinus*)等。上段木本花粉中也有减少,占孢粉总量的33%,以松属为主,栎属、栗属和胡桃等次之,还有少量青刚栎和杨梅(*Myrica*)等。蕨类孢子以鳞盖蕨为主,草本花粉较少。所反映的气候下段冷湿,中段温暖湿润,上段温暖凉爽。

下层(60—115厘米)为柏科(*Cupressaceae*)—蒿属(*Artemisia*)孢粉组合。

组合中草本花粉较上层有大幅度增加,其含量最高可占孢粉总量的51%,木本花粉也不少,数量最多的是柏科花粉,占木本花粉的

30%以上,还有数量不多的松属、落叶松属和云杉(*Picea*)等;阔叶树花粉显著减少,主要是栎属、桦属和栗属等。草本花粉中蒿属占绝对优势,最高可占孢粉总量的33%;其次有藜科、禾本科和菊科(*Compositae*)等。在其底部还见有数量不多的刺球藻。反映当时气候较为干燥寒冷。

## (二)A<sub>2-0</sub>沉积剖面的孢粉组合

A<sub>2-0</sub>站位于东经124°27',北纬32°44',水深54米。剖面长约50—60厘米,其岩性上下无明显变化,均为深灰色粉砂,夹少量贝壳碎屑。于剖面的上、中、下各取一个孢粉样品,经分析,中、上两个样品孢粉极其丰富,而下段孢粉贫乏。

本剖面的孢粉组合垂直差异不大,木本花粉占绝对优势,占孢粉总量的50—58%;蕨类孢子其次;草本花粉最少。木本花粉以阔叶树种属最多,占木本花粉的67—78%。上段以栎属为主,胡桃、槭树(*Acer*)和榆属(*Ulmus*)也有一定数量。中段桦属多于栎属,除具有上段的一些种属外,还有栎属、鹅耳枥、桑科(*Morus*)、青刚栎和忍冬(*Lonicera*)等。针叶树花粉上段主要有松和铁杉(*Tsuga*)等;中段有松、柏和杉等。草本花粉含量不多,以蒿属为主。蕨类孢子上段较多,往下减少,主要有水龙骨科等。下段孢粉贫乏,仅有数量较

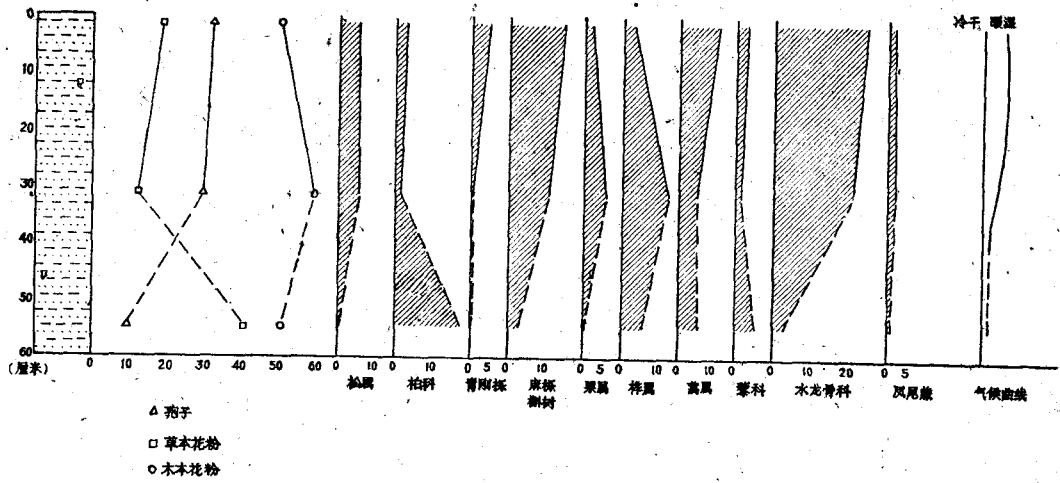


图3 东海北部海区 A<sub>2-0</sub>站柱状样孢粉图式

少的草本花粉和木本花粉中的桦属和柏科等。草本花粉除蒿属和藜科外，还出现了水生植物花粉香蒲属 (*Typha*)。从孢粉图式 (图3) 看出，自下而上气候由温凉偏干逐渐变得温暖潮湿。

深41米。剖面长200厘米，岩性上下一致，均为青灰色细砂；顶部含少量粗砂粒，整个剖面均含贝壳碎屑，尤以表层和底部含量较多。经取8个孢粉样品分析，都含有丰富的孢粉。根据垂直剖面孢粉组合特征，可明显分为三段 (图4)。

### (三) D<sub>3</sub>站沉积剖面的孢粉组合

D<sub>3</sub>站位于东径124°15′，北纬31°00′，水

上段 (0—30厘米)，孢粉组合中以木本花粉为主，占孢粉总量的40—51%，草本花粉

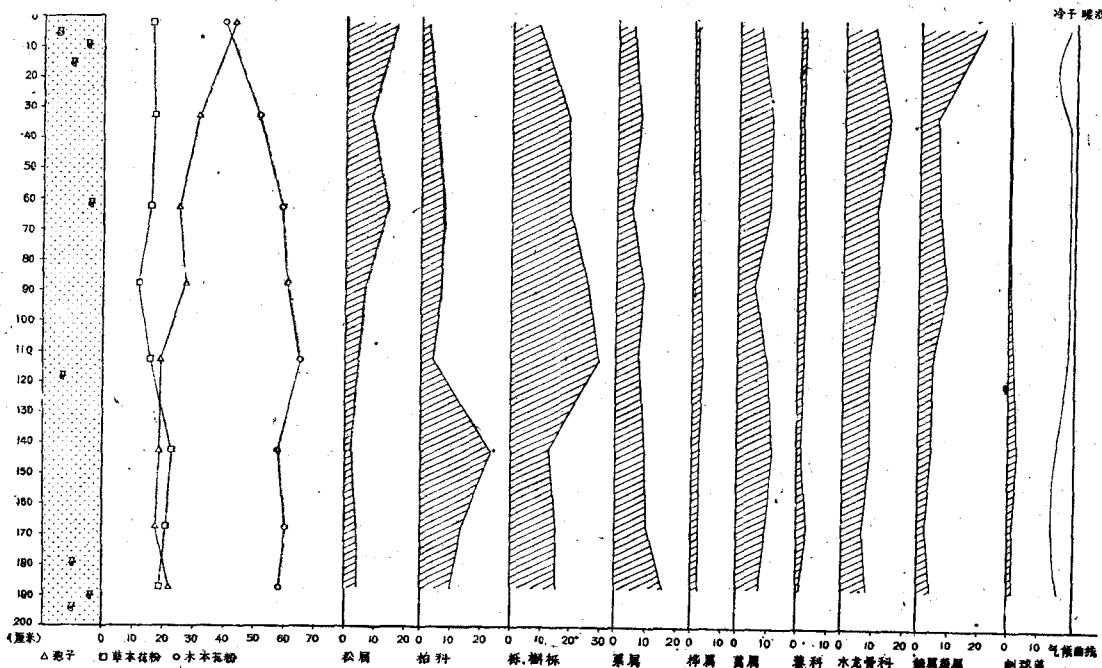


图4 东海北部海区D<sub>3</sub>站柱状样孢粉图式

蕨类孢子次之。木本花粉中以松属的含量较，占木本花粉的42%；其次有落叶松、柏和松(*Cedrus*)等。阔叶树花粉主要有栎属、栗、桦属、漆属和椴属等。草本花粉中以蒿属、禾科和藜科为主，蕨类孢子主要是鳞盖蕨属。

中段(30—125厘米)，木本花粉比上段显增加，占孢粉总量的59—65%，以落叶阔叶树花粉占优势，在木本花粉中占82%。其中属花粉含量最高，占木本花粉的45%，栗属桦属也有一定数量。此外，还有山毛榉(*Fagus*)、榆属和槭属等。草本花粉比上段显减少，主要有蒿属和藜科等。

下段(125厘米以下)，木本花粉比中段有减少，占孢粉总量的58—60%，而草本花粉增多。木本花粉中以柏科居多，占木本花粉40%；松属、落叶松属和铁杉花粉也占一定例；阔叶树花粉成分与中段相似，但数量却大减少了。草本花粉中蒿属最多，藜科、豆(*Leguminosae*)和菊科其次。

剖面中还有一定数量的刺球藻。

本剖面孢粉组合反映出上段为凉干偏冷，段较为温暖湿润和下段干燥冷凉的气候。

面的下层和D<sub>3</sub>剖面)由灰色、青灰色细砂和粉砂质软泥组成的沉积层，其中含较多的滨海相或浅海相贝壳碎屑和完整贝壳成分，还夹有少量的植物残体碎屑，一般认为这是属于晚更新世时期，同今日海洋环境不相适应的滨海相残留沉积物<sup>[1,2]</sup>；上层(D<sub>1</sub>剖面上层及A<sub>2-0</sub>剖面)由灰色、深灰色粉砂质软泥和粉砂组成，A<sub>2-0</sub>剖面的有孔虫分析结果，为一套含有较多数量有孔虫化石的近岸浅海相沉积层，该层应属于全新世时期的沉积(图5)。

## (二) 植被演替和气候变化

上述沉积剖面的孢粉组合比较清楚地反映出晚更新世末期以来陆缘植被演替和气候变化的概况。晚更新世末期的孢粉组合反映出当时以柏科为主的针阔叶混交林和有相当数量草本植物的森林草原植被，并出现反映寒冷气候的云杉等，说明气候较为干冷；进入全新世时期，气候变得较为温暖湿润，草原面积逐渐缩小，森林中阔叶树种属增多，特别是出现了常绿乔木青刚栎、栲属和忍冬以及喜暖湿的

## 二、关于晚更新世末期以来自然环境演变的初步探讨

根据以上几个沉积剖面的孢粉组合特征，结合我国东部海区大陆海洋地质地貌调查研究成果，现东海北部及黄海南部海区晚更新世末期以来的古地理环境作初步探讨。

### (一) 沉积剖面的地层划分

根据D<sub>1</sub>、A<sub>2-0</sub>、D<sub>3</sub>等剖面的沉积物特征，可大致将其划分为两较大的不同层段：下层(D<sub>1</sub>剖

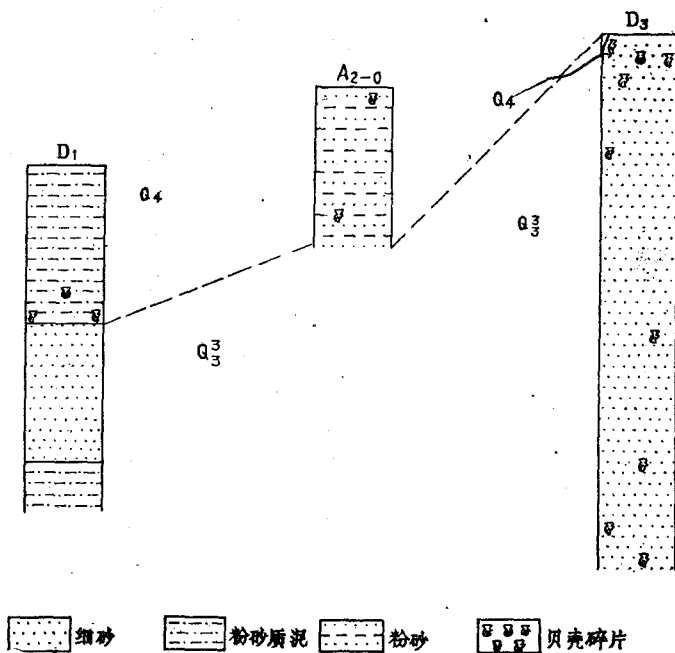


图5 东海北部海区地层对比图

蕨类植物如鳞盖蕨属和水龙骨科等。

从孢粉图式可以清楚地看出，晚更新世末期与全新世时期，气候曲线分别又出现了两次较明显的波动。晚更新世末期出现了下段和上段的较冷阶段，中段较为温暖。其中上段针叶树种属最多，气候表现得更加干冷些，中段落叶阔叶树成分增加，形成含针叶林成分的落叶阔叶林植被群落，说明此时曾出现一次暖期。全新世时期，气候逐渐变得温暖了，但其早期较中期和晚期还是较为干凉，以致针叶林以及草原群落仍然存在；全新世中期，落叶阔叶和常绿阔叶树的大量出现，反映气候显然较前更加温暖湿润，它可与中全新世的大西洋期相对比；全新世晚期较中期再度变得温凉些，同目前陆缘植被与气候无多大差异。

### (三) 晚更新世末期以来的自然环境演变

本文所分析的剖面处于东海北部与黄海南部相交接的、比较复杂的海区。调查研究表明，东海大陆架海底绝大部分为晚更新世末期

的残留砂沉积所复盖；而南黄海海底现代海相沉积物则广泛分布，很少有“基底”直接裸露。上述D<sub>3</sub>及D<sub>1</sub>两剖面明显地反映了这种沉积特征。然而，从孢粉分析研究表明，本区晚更新世末期以来的自然环境演变过程又是颇为相似的。综合上述几个沉积剖面的孢粉组合所反映的自然环境演变过程，可初步归纳为如下认识：

由大陆架海洋地质的研究已知，在晚更新世末期，整个大陆架海区曾发生过大规模的海面下降，海水自北向南逐渐退出<sup>(3)</sup>。本区曾经较长期的处于滨海平原环境，因而出现了森林草原或低湿沼泽植物群落。一些海洋工作者在虎皮礁附近曾采集到北方原始牛及其它哺乳动物化石<sup>(4,5)</sup>；还在一些地段于全新世海相沉积层下面，取得陆相或海陆过渡相的泥炭层或富含植物残体的有机质沉积物。为此，可以认为，当时这里的古地理环境曾经是比较干冷或温凉的滨海平原稀树草原环境，邻近陆缘地带带有较大面积的以针叶树为主的针阔混交林或森林草原分布。

进入全新世时期，随着气候的不断转暖，

东海北部及黄海南部海区晚更新世末期以来孢粉综合表

时 代	岩 性	孢 粉 组 合	植被与气候	古地理环境	海面变化
全 新 世	晚全新世 灰色粉砂质泥	木本花粉较多，以松属为主。其次有栎、栗等，混有少量的青刚栎，含有一定量的草本花粉。	针阔混交林 (松较多) 温 凉	浅 海	海面下降
	中全新世 深灰色粉砂质泥和粉砂	木本花粉占绝对优势，以栎为主，含一定数量的青刚栎、栲属和忍冬，草本花粉较少。	落叶阔叶、常绿阔叶混交林 温暖湿润	浅 海	海 侵 海域扩大
	早全新世 深灰色粉砂、青灰色细砂	木本花粉较少，以松为主，混有少量的栎、桦、栗等，草本花粉有一定数量，主要有蒿属。	针阔混交林 (以松为主) 凉 干	浅 海 (近岸)	海 侵 海面迅速回升
晚更新世末期	灰色、青灰色细砂和粉砂质泥	以柏科为主，含有松、落叶松、冷杉、云杉等，杂有落叶阔叶的栎、栗、桦等，草本花粉有相当数量，以蒿属为主，其次有藜科、禾本科、菊科等。并有一定数量的刺球藻。	以柏科为主的针阔混交林及森林草原 干 冷	滨海平原 近岸浅海	海 退 海面下降 海盆面积缩小

平面迅速回升，全新世海侵逐渐侵入本区，除D<sub>3</sub>站尚未被覆盖的晚更新世末期的残沉积表层曾受到部分改造外，大致还保留了来的面貌。A<sub>2-0</sub>和D<sub>1</sub>站却接受了较薄的全世海相沉积。A<sub>2-0</sub>剖面有孔虫分析表明，下有孔虫不大丰富，其主要的种是粒突原企虫 *Protelphidium granosum* (dorbigny)、温转轮虫 (*Ammonia tepida* (Cushman)) 缝裂企虫 (*Elphidium magellanicum* eron-Allen and Earland)。上段有孔虫数多，种属也由下段的32个增加到51个，最主要的种是嗜温转轮虫、缝裂企虫和粒突原企，反映出从下段至顶部盐度和水深是逐步加的，这说明海平面逐渐升高，在整个全新世期，由近岸浅海转变为浅海环境（见表）。

### 三、海洋沉积物中孢粉的来源及其与海流的关系

关于海洋沉积物中的孢粉来源问题，中外者已有不少论述<sup>(6)</sup>。我们在工作中也体会到，海洋沉积物中的孢粉来源是多方面的。大量

的陆源物质通过江河汇入海洋，成为海洋沉积物的主要来源。因而，大量的陆源植物孢粉随着水流进入海洋，同沉积物一起沉积埋藏。其次，活跃的海洋因素（主要是海流）也会把泥沙连同孢粉一起搬运到较远的海区沉积下来，如黑潮及其分支台湾暖流系统<sup>(7)</sup>，源长流大，可能会把热带的东西运到北方海域（图6）。还有易飘扬的花粉，如具有气囊的针叶树花粉和部分阔叶树花粉，可以随风吹扬较远距离，飘落在海洋里，再随海流搬运至适当海区沉积下来。因而，在分析孢粉组合与环境的关系时往往出现一些矛盾的现象。例如，在我们分析的剖面中，发现在干凉气候条件下，出现了少量的或个别的热带种属，如红树花粉和海金砂 (*Lygodium*) 孢子等，当时陆缘地区一般不会生长这类植物，可能是被海流从南方热带携带而来；而在最为湿热的气候条件下，却出现一定数量的柏科花粉，表明这些花粉也是通过海流从较远的北部海域搬运而来等。

再者，海洋孢粉学在古海洋学研究中的应用问题，引起了许多海洋研究者的注意。从上述可初步认为，海流在孢粉的搬运营力中起着

一定的作用。反过来，海洋沉积物中孢粉来源的分析也有可能对恢复古海流系统发挥应有的作用，为古海洋学的研究提供一个新的手段。通过东、黄海海洋沉积物中孢粉学的研究，初步推论，黑潮和台湾暖流的存在远非早在公元前四世纪由我国人民所发现之时<sup>(8)</sup>，而是在五、六千年以前就已经出现在我国东  
(下转第61页)

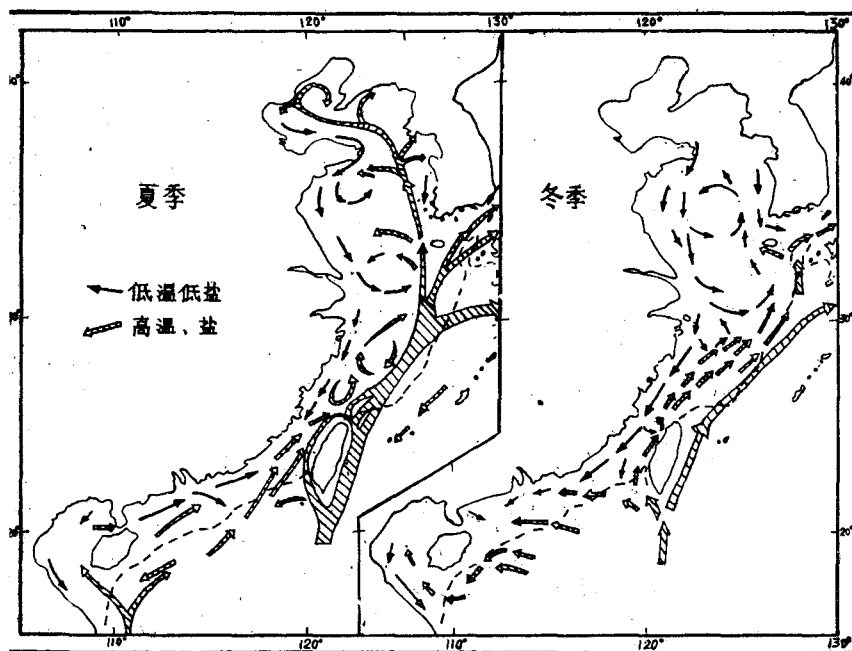


图6 夏季和冬季表层流图（根据H. Niino等）



## 板块构造理论

板块构造理论是当代国际海洋地质学和海洋地球物理学研究成果的一项最新的理论综合，是六十年代以来最活跃的地质学思潮之一（Le Pichon, Morgan, Mckenzie和Parker等几乎是同时提出了这一理论），它用一个统一的动力学模式解释了全球规模的构造运动内生过程以及它们之间的关系，开辟了探讨和理解一些基本地质作用的新途径。这种理论认为，地壳和上地幔的最上部大约70—150公里深度是具有一定刚性和脆性的岩石圈，在它下面是带有塑性的软流层。地球表面的岩石圈由许多板块组成（每个板块均可由一块大陆和部分洋盆组成），最基本的有六大板块，就是太平洋板块、亚欧板块、印度洋板块、非洲板块、美洲板块和南极洲板块。这些岩石圈板块沿着中央脊这个扩张中心向两边分离生长并向外移动；同时，板块之间沿着水平方向彼此相对移动，相互滑过或错动。板块边缘成为地震活动和构造活动的主要源地。横向移动的边界是转换断层所在地（转换断层应产生同表面的错动方向相反的对运动），而在压缩运动的边界处生成岛弧、地槽和褶皱山区。

板块构造理论认为，海底是不断扩张的。这种海底扩张，是由于大洋中脊裂缝处不断生出新的地壳物质所致。也就是说，地球内部存在着一种极其缓慢的圆环形热对流体，当这种来自地幔的高温物质上升到近地表处然后分向两侧流动时，乃驱使洋脊地壳破裂并向两侧作侧向漂移，而破裂带乃被地幔物质及内部喷出的熔石流所填充。这个过程继续下去。随着地球软流层不断涌出新的物质并随着岩层向外不断扩张或水平推移，这样，由于新地壳不断增添，老地壳不断向外推移扩张，逐渐乃在其间拓出大洋形成新的洋底。

由于地幔物质对流的曳应力作用于岩石圈底部，带动并促使洋壳沿着切断洋脊的转换断层徐徐向洋脊两侧移动，于是，对流体乃载着新形成的洋壳板块慢慢移向消失带——海沟区，并在那里俯冲插入地下，返回软流层（这种俯冲下沉就是深源地震和广义的弧状列岛活动的原动力），并再缓慢向大洋中脊根部运

动，这样，就完成一个对流的物质循环。因此，这种理论认为，海岭或所谓洋脊，是对流上升区。海沟是对流下降区。海底由洋脊处产生，在海沟处消亡。

由于海底沿大洋中脊裂缝向两侧扩张的速率每年达到1—10厘米，这样，就使得洋底每三、四亿年就要更新一次。

关于驱动力问题，板块构造理论认为推动大洋板块漂移的动力是地幔对流作用（地幔对流说的基础是Rayleigh, Chardrasekhar等提出的粘性流体的热对流理论，近来又提出粘性不同时的地幔对流说），全世界原来划分为六大块，后来新划分的板块一个个在增加，每个板块之下都有一个对流圈。于是随着板块划分的缩小，对流圈也就缩小，对流圈缩小，由对流所产生的力量也就小了。原假说对流产生于软流层，如何能推动上千公里的板块也就成问题了。最近有人引入了“地幔柱”（Plume）或孤立的“热点”概念，认为地幔层存在着向上冒的“热点”，如果很大就可能推动上面板块活动。例如，非洲裂谷的形成被认为是由于热点活动而产生的大陆破裂体（Burke和Dewey, 1973.）。“热点”概念并被用来再造板块运动的方向，据认为，由于板块越过地幔柱而运动，所以死火山链的年代和方向记录着板块的径迹。此外又认为地幔柱本身多少也在运动，甚至逆着板块运动方向运动。1972年，摩根（Morgan）曾根据夏威夷的“热点”轨迹推论了太平洋板块运动方向。而Middlemost（1973）还推断存在着“浅热柱”。

（范时清）

（上接第40页）

部海域与太平洋上了。

### 主要参考文献

- (1) Emery, O. K., 1968. *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*. 52 (3).
- (2) 秦蕴珊, 1963. 海洋与湖沼 5 (1).
- (3) Emery, O. K. et al., 1968. *Late Cenozoic Glacial Ages*.
- (4) 新野弘, 1970. *Ocean Age*. №11.
- (5) 早川正己, 星野一男, 1969. 地质 = 地質 = 地質 №2.
- (6) 王开发, 1977. 地质资料汇编, №6.
- (7) Niino, N. et al. *Bulletin of the Geological Society of America*. 75 (5).
- (8) 管秉贤, 1978. 海洋科学, №2.