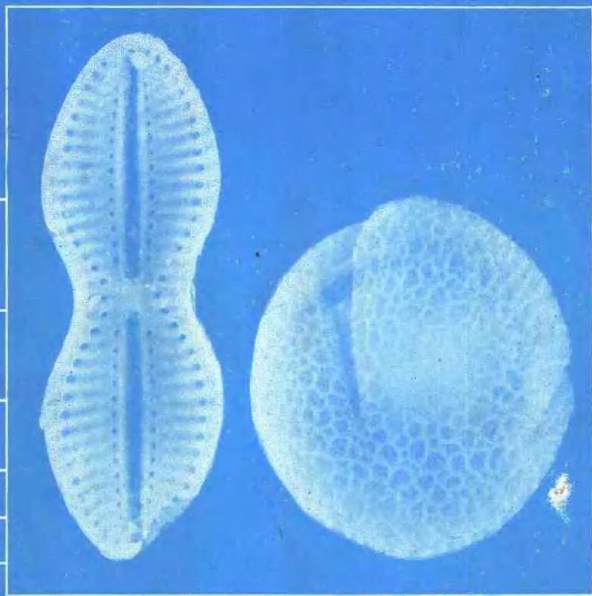


王开发 等著
孙煜华

东海沉积抱粉藻类组合



海洋出版社

东海沉积孢粉藻类组合

王开发、孙树华等著

海 洋 出 版 社

①1987·北京

内 容 简 介

本书是我国第一部关于海洋沉积孢粉、藻类研究的学术专著。书中系统介绍东海表层沉积中孢粉、藻类的分布规律,并把东海划分为八个孢粉、藻类区。通过大量柱状剖面样品的研究,建立东海晚更新世以来的八个孢粉、藻类组合系列,并确定其地质时代,进行地层划分和对比,同时构造了各沉积时期的东海古地理景观,还对海洋孢粉研究中几个值得注意的问题进行了深入的探讨。

书中详细描述了孢粉、藻类化石(孢粉、菌类、硅藻、硅鞭藻、叠层藻、双星藻、环纹藻等)132属种,其中不少是我国首次描述的藻类化石。本书附有孢粉、藻类照片34幅图版,其中3幅图版为扫描照片。

可供海洋地质、孢粉分析、化石藻类、地层古生物、第四纪地质、古气候、古地理等有关方面的科研、生产、教学人员参考。

作者名单: 王开发、孙煜华、张玉兰、蒋辉、章永昌

东 海 沉 积 孢 粉 藻 类 组 合

王开发 孙煜华 等著

*

责任编辑 李夫真

*

海 洋 出 版 社 出 版

(北京复兴门外大街1号)

同济印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 16开本 9 1/8印张 34图版 226.2千字 1—1000册

1987年12月第1版 1987年12月第1次印刷

书号 13193·1001

ISBN 7-50027-0070-6/P·9

定价: 8.50元(精)

目 录

序 言	1
一、东海概况	2
二、东海表层沉积的孢粉、藻类组合	10
三、东海晚更新世晚期以来沉积物的粉孢、藻类组合	28
四、东海海底沉积物孢粉、藻类组合所反映的古地理环境和地质时代	51
五、东海孢粉研究中几个问题的探讨	62
1. 孢粉组合和陆缘植被的关系	62
2. 孢粉浓度和底质类型的关系	63
3. 孢粉组合和海面变化幅度	65
4. 三角洲沉积的孢粉、藻类组合与三角洲相带划分	69
5. 海洋沉积中的水生植物花粉和三角洲扩散范围	72
6. 海洋孢粉与海流	75
7. 海洋沉积中再沉积化石与物质来源	76
8. 海洋孢粉与物质迁移	78
六、东海海洋沉积主要孢粉、藻类属种描述	
(一) 菌 类 Fungi	81
(二) 藻 类 Algae	82
1. 绿藻门 Chlorophyta	82
双星藻科 Zygnemataceae	82
水网藻科 Hydrodictyaceae	83
2. 甲藻门 Pyrrophyta	85
旋沟藻科 Gonyaulaxaceae	85
多甲藻科 Peridiniaceae	85
3. 硅藻门 Bacillariophyta	86
直链藻科 Melosiraceae	86
圆筛藻科 Coscinodiscaceae	86
海链藻科 Thalassiosiraceae	89
盒形藻科 Biddulphiaceae	89
舟形藻科 Naviculaceae	89
菱形藻科 Nitzschiaceae	90
◆双菱藻科 Surirellaceae	91
4. 金藻门 Chrysephyto	91
硅鞭藻科 Silioflagellate	91
5. 系统地位未明的藻类	91

环纹藻 <i>Concentricytes</i>	91
(三) 蕨类植物 Pteridophyta.....	92
石松科 Lycopodiaceae.....	92
卷柏科 Selaginellaceae.....	92
蚌壳蕨科 Dicksoniaceae.....	93
水蕨科 Parkeriaceae.....	93
凤尾蕨科 Pteridaceae.....	93
(四) 裸子植物 Gynospermae.....	94
罗汉松科 Podocarpaceae.....	94
松科 Pinaceae.....	94
杉科 Taxodiaceae.....	97
麻黄科 Ephedraceae.....	97
(五) 被子植物 Angiospermae.....	98
杨柳科 Salicaceae.....	98
胡桃科 Juglandaceae.....	98
桦科 Betulaceae.....	99
山毛榉科 Fagaceae.....	100
榆科 Ulmaceae.....	102
忍冬科 Caprifoliaceae.....	102
金缕梅科 Hamamelidaceae.....	103
冬青科 Aquifoliaceae.....	103
漆树科 Anacardiaceae.....	103
楝科 Meliaceae.....	104
木兰科 Magnoliaceae.....	104
椴树科 Tiliaceae.....	104
山茶科 Theaceae.....	104
胡颓子科 Elaeagnaceae.....	105
山茱萸科 Cornaceae.....	105
木犀科 Oleaceae.....	105
红树科 Rhizophoraceae.....	105
桃金娘科 Myrtaceae.....	106
香蒲科 Typhaceae.....	106
眼子菜科 Potamogetonaceae.....	107
泽泻科 Alismataceae.....	107
禾本科 Gramineae.....	107
莎草科 Cyperaceae.....	108
百合科 Liliaceae.....	108
睡莲科 Nymphaeaceae.....	108
藜科 Chenopodiaceae.....	108

小二仙草科 Haloragidaceae.....	109
蓼科 Polygonaceae.....	109
龙胆科 Gentianaceae.....	109
菊科 Compositae.....	109
参考文献.....	111
The Spore-Pollen and Algal Assemblage in the East China Sea Sediments (Abstract).....	117
图版及图版说明.....	119

序 言

孢粉分析已广泛地应用于陆相沉积的地层年代、地层对比和再造古地理。至于海洋沉积的孢粉研究,近些年来也迅速地开展起来;在地中海、北海、亚速尔海、鄂霍次克海、白令海、日本海、智利海盆、太平洋西部、大西洋西北部等海区都进行了孢粉研究。我国海洋孢粉研究开展较迟,1970年以前仅对江苏、上海等地的第四系滨海相沉积和近代海滩样品进行过某些研究,其后才开始我国海区的海洋孢粉研究。

海洋沉积的孢粉研究表明,沉积物中含有丰富的孢粉,它不仅能为海洋沉积物的地层时代、地层对比、恢复古地理环境提供依据,而且能为海面变化、构造运动、陆缘侵蚀强度、海盆的物质来源和物质运移提供有益的资料,还为海、陆相地层对比研究开辟了途径,是孢粉学研究中迅速发展的一個領域。

东海是举世瞩目的石油蕴藏潜力丰富的海域,中外学者多次进行过地球物理、地质、古生物等领域的研究,但有关海洋孢粉研究的专著,至今尚未见及。国家海洋局、中国科学院和地质部等对东海进行的大面积、系统的调查研究,为海底资源、渔业捕捞及海洋地质基础理论研究提供了大量资料。1975年以来,我们对东湖北纬 $26^{\circ}30'-33^{\circ}25'$ 、冲绳海槽以西的广大海域的沉积物进行了系统的孢粉、藻类研究,共分析表层和柱状样品600多个、鉴定统计孢粉、藻类86科、119属、284种,共78,880粒。

本书根据多年来的研究,得出东海表层孢粉、藻类分布规律,划分了八个孢粉、藻类区,建立了东海晚更新世以来的八个孢粉、藻类组合带,反映出气候冷湿—温暖—冷干—凉略干—温凉—热暖潮湿—温略干—温暖湿润的多次冷暖波动和海侵海退历程。由于气候寒冷,海面大幅度下降,东海陆架曾两次出露,成为“东海平原”。孢粉、藻类组合带中,1-3带(B层)时代为更新世晚期,4-8带(A层)为全新世,并有丰富的 ^{14}C 年代资料佐证。

书中还对海洋孢粉研究中值得注意的几个问题作了详细的探讨,并着重描述孢粉、藻类132属种,其中菌类8种、藻类40种。附有34幅孢粉、藻类图版,其中3幅图版为电子扫描照片。

本项研究承蒙国家海洋局第二海洋研究所海洋地质室沉积组、地貌组、测量组同志提供不少宝贵资料,上海昆虫所、第一医学院电镜室协助拍摄扫描照片,同济大学海洋地质系绘图室绘书中插图。叶志华同志负责样品分析,王永吉同志参加部分鉴定工作,卞玉清同志进行电子计算机因子分析计算,王永元同志协助拍摄照片,特此表示谢意。

一、东 海 概 况

一 位 置

东海是太平洋西北部的一个边缘海。位于中国大陆与日本九州岛、琉球群岛、中国台湾岛之间。西接大陆，西北以长江口的启东角至济州岛西南端连线与黄海毗邻，东北以济州岛经五岛列岛至长崎南端连线为界，并经对马海峡与日本海相通，东面与太平洋之间隔以日本的九州岛、琉球群岛以及我国台湾岛，南面通过福建东山岛南端，沿台湾浅滩南侧至台湾南端的鹅鑾鼻一线与南海相接。总面积为77万平方公里，平均深度为370米。

二 海底地形地貌

东海海底地形的总趋势是自西北向东南倾斜，依次为陆架、陆坡、海槽(图1)。

陆架约占东海总面积的三分之二，北宽南窄，地势平坦，由西北向东南缓慢倾斜，平均坡度 $1'17''$ ，其外缘水深150-160米，平均水深为72米。

大陆架的地貌，虽然经受现代的水动力作用与泥沙运动的塑造影响，但仍清晰地保存着昔日的沿海平原与古海滨地貌特征。主要地貌类型为长江复式三角州、水下阶地及古河谷等。

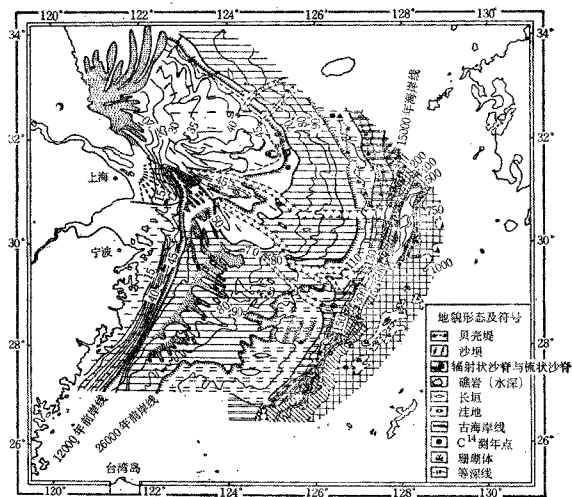
长江复式三角州：位于苏北沿岸至长江口外，其东端在东经 $125^{\circ}30'$ 附近。三角州体系的基础是古长江三角州，西侧迭置着现代长江三角州及受来自黄河三角州的泥沙影响的苏北弥港辐射状沙脊。古长江三角州分布在北纬 30° 以北的北部陆架，外缘水深为60米。现代长江水下三角州分布于长江口区域，三角州前缘一般水深为15-20米，其扩展最远处水深达40米左右。

水下阶地：东海陆架从近岸到陆架边缘，可粗略地分为五级水下阶地，水深分别为小于60米(一级水下阶地)、60-100米(二级水下阶地)、100-120米(三级水下阶地)、120-140米(四级水下阶地)、140-160米(五级水下阶地)。此外，在浙江外海60-80米水深区域分布着梳状沙脊。陆架东北部有10厘米至1米厚度不等的三列贝壳堤。

古河谷：根据地表形态和物质特征，陆架上现已发现两条古河谷遗迹。一条始于北纬 $30^{\circ}40'$ 、东经 124° ，现水深60米，向东延伸，于北纬 $29^{\circ}30'$ 、东经 $125^{\circ}30'$ 和北纬 $29^{\circ}30'$ 、东经 126° 之间，河道分支注入海槽。另一条始于北纬 $31^{\circ}20'$ 、东经 $123^{\circ}30'$ 附近，亦向东南延伸，至北纬 $30^{\circ}30'$ 、东经 $125^{\circ}40'$ 附近，呈东西向，大致沿北纬 $30^{\circ}30'$ 向东，在东经 $127^{\circ}50'$ 附近入冲海绳槽。

陆坡是界于陆架和海槽的过渡带。位于东海大陆架的明显转折点之下，呈北东—南西向带状分布，陆坡北宽南窄，北缓南陡。

陆坡上分布着边缘沟、地垒式隆脊、峡谷等地貌形态。边缘沟在东海大陆架外缘坡折地带，沿着陆架坡折线平行分布，所处水深大部分为180-200米。地垒式隆脊主要分布在北纬 $29^{\circ}50'$ 至北纬 31° 、东经 120° 附近，呈北东—南南西方向延伸，其物质由沉积岩组成。峡



图例

- | | | | |
|------------------|---------|-------|-----|
| 一级地貌界线 | 现代水下三角洲 | 陆架谷 | 峡谷 |
| 二级地貌界线 | 一级水下阶地 | 古河谷 | 海槽区 |
| 三级地貌界线 | 二级水下阶地 | 陆坡区 | 槽底 |
| 地貌单元 | 三级水下阶地 | 陆架斜坡 | 海丘 |
| 陆架区 | 四级水下阶地 | 张裂沟 | 孤峰 |
| 古长江三角洲
(平原斜坡) | 五级水下阶地 | 地垒式隆脊 | 断裂谷 |

图 1 东海海底地貌图

谷分布于北纬 29° 以南的陆坡区，峡谷方向垂直于陆坡走向，这是大陆坡受到侵蚀改造的证据。

海槽是由东北向西南倾斜的舟状海盆，北浅南深，北部水深一般为 600-800 米，南部水深为 2,500 米左右，最大水深达 2,719 米。

海槽以构造地貌为主，由于近期构造运动很强烈，海槽内明显地发育着海丘、孤峰和断裂谷等构造地貌。海丘的相对高度不超过 1,000 米，延伸方向与海槽的走向平行。孤峰在海

槽内呈零星分布, 组成物质均为火山岩类。断裂谷位于西侧槽坡和槽底交界处, 谷地呈北北东向延伸, 与北北东向延伸的断层相吻合。

三 海 底 沉 积 物

东海沉积物类型大致可分为十种: 细中砂、中细砂、细砂、粉砂质细砂、泥质细砂、细砂质粉砂、泥-粉砂-细砂、泥质粉砂、粉砂质泥及有孔虫-泥-粉砂。柱状样中尚有一些特殊沉积层, 如黄褐色或灰绿色硬粘土、黄褐色砂、泥炭层及有机质富集层、牡蛎层、贝壳砂砾层及贝壳层等。

东海表层沉积物分布具有一定的规律性(图2)。大陆架上, 细砂等粗粒物质占了三分之二以上, 泥质粉砂、粉砂质泥等细粒沉积物, 仅分布在长江口以南的浙、闽沿岸、虎皮礁以东区域, 而粗、细沉积物之间则分布了泥-粉砂-细砂等混杂沉积物(包括粉砂质细砂、泥质细砂等)。大陆坡主要是有孔虫-泥-粉砂沉积, 海槽中分布了含有孔虫的泥质粉砂和粉砂质泥。

柱状沉积物无论从其颜色、粒度组成、结构构造等都具有明显的垂向变化。现分北部和南部(约以北纬30°为界)两剖面叙述如下(图3、图4)。

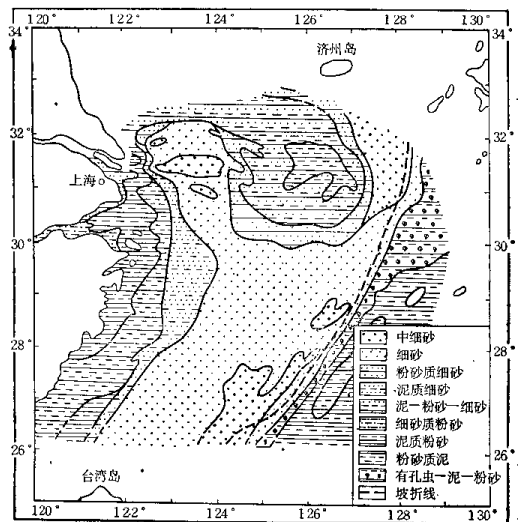


图2 东海沉积物类型图

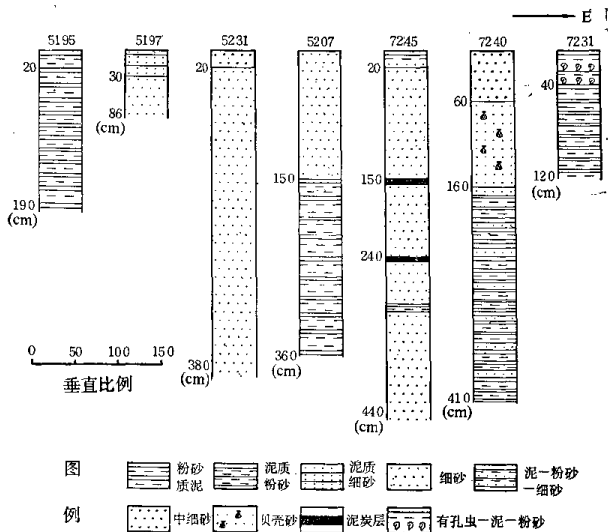


图3 东海北部剖面沉积物柱状图

北部剖面的柱状沉积 剖面由西向东，柱状沉积物组成的总趋势为细-粗-细。在2—4米的柱状样中，近岸长江口区的沉积物主要为泥质粉砂、粉砂质泥，由表向下，沉积物颜色由浅变深，由软变硬。至长江口外区，柱状样上下为质纯、分选好的细砂、中细砂。个别站可见到如硬粘土、泥炭层等特殊沉积层。向东至虎皮礁以东海域，柱状样可分为上下两层，上层以粉砂质泥或泥-粉砂-细砂及粉砂质细砂等沉积为主，下层以细砂为主，并有一些像泥炭层、贝壳层等特殊沉积层。陆架边缘区，柱状样由上往下可分为细砂、中细砂-贝壳砂-细砂或泥质粉砂、粉砂质泥的三层结构，不少站见到60—100厘米厚的贝壳砂砾层及纯贝壳层。陆坡和海槽区域，柱状样一般分为上下两层，上层为有孔虫-泥-粉砂，下层为泥质粉砂或粉砂质泥。

南部剖面的柱状沉积 剖面由西向东，柱状沉积物组成的总趋向亦是细-粗-细。2—4米的柱状样中，近岸主要是泥质粉砂和粉砂质泥呈互层沉积，在50—60米水深区域，沉积物为混合沉积，向东则出现大面积较纯的细砂沉积。陆架边缘部分，柱状样明显地呈现出上粗(细砂、中细砂)下细(粉砂质泥、泥质粉砂)的两层结构，部分柱状样上下一致，均为细砂沉积。至陆坡区域，柱状样上部为有孔虫-泥-粉砂，下部为泥质粉砂或粉砂质泥。海槽区一般为泥质粉砂或粉砂质泥沉积。

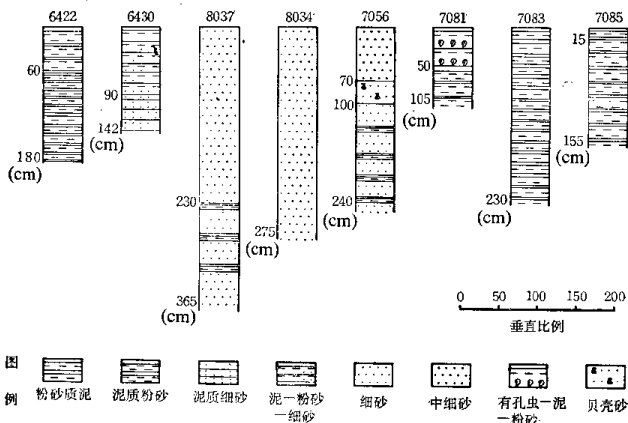


图 4 东海南部剖面沉积物柱状图

四 海流系统与水团

1. 海流系统

东海流系可大体以我国的台湾岛北端与朝鲜半岛的济州岛连线为界，分为两部分。东侧为黑潮主干及其分支，西侧为台湾暖流及其左侧的东海沿岸流(图 5、图 6)。

黑潮是由台湾东北方流入东海的高温高盐水系，流速很大，但流幅狭窄。由于深受地形的影响，其途径、流向及流幅均较稳定。

台湾暖流是一支出现在长江口以南、闽浙近海上层，终年具有高温高盐水舌的海流。流幅和强度有显著的季节变化。其西侧紧邻东海沿岸流，两者构成了明显的锋面。

东海沿岸流由江河入海的径流汇集而成的低盐度水系。夏季贴岸自西南流向东北，冬季相反。夏季流幅较宽，流速较强，冬季流幅大减，流速亦弱。

2. 水团

东海之水团由东海外海水团、东海沿岸水团及黄海水团组成。

东海外海水团：主要为一高温高盐水体。

东海沿岸水团：含有长江及闽浙沿岸诸河流的大量径流，还含有一些来自南黄海西部沿岸和通过台湾海峡来自南海的盐度较低的水体，成分比较复杂。

黄海水团：主要是东海表层水团进入陆架浅海与沿岸水团混合后，受到当地气候条件剧烈作用而生成。它分布于渤海、黄海和东海北部水深30—150米以浅的海区，是与其他水团交汇最广的水团，具有明显的季节变化，它的消长变化直接影响到渤海、黄海、东海的海况变化。

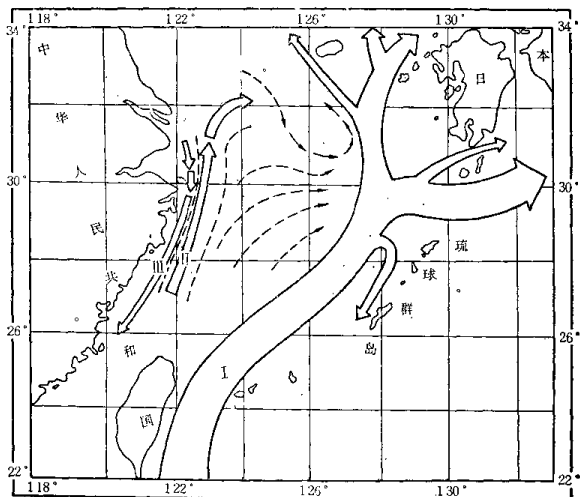


图5 东海冬半年海流示意图
I黑潮 II台湾暖流 III东海沿岸流

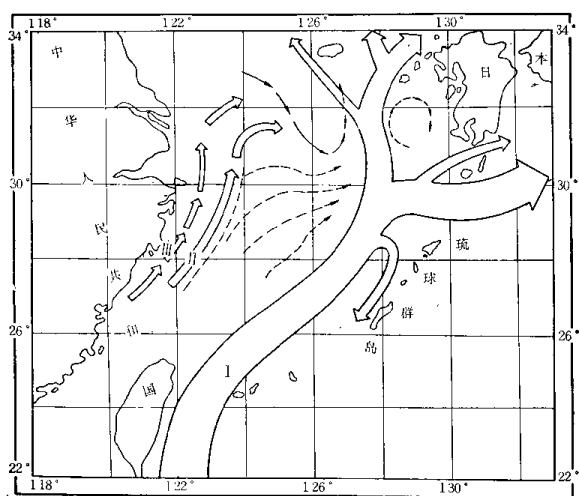


图6 东海夏半年海流示意图
I 黑潮 II 台湾暖流 III 东海沿岸流

(五) 陆 缘 气 候

东海陆缘地区属于亚热带潮湿气候。年平均气温 13°C — 21°C ，年降水量 1,000—1,800 毫米，年平均绝对湿度多在 10—15 毫米，平均相对湿度一般为 70—80%。

陆缘地区处于东南季风区域里，有明显的季节变化。一般冬季以风速大的北、西北风为主，夏季盛行较弱的东、东南风。详见陆缘地区的杭州、温州全年风向频率图(图7、图8)。

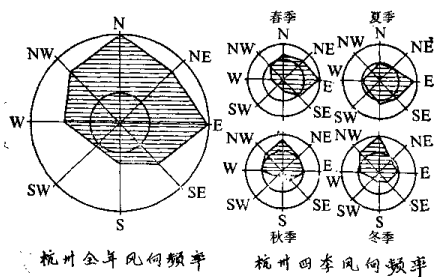


图7 杭州全年风何频率和杭州四季风何频率图

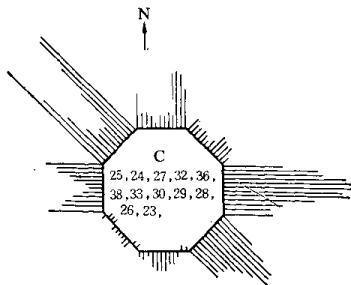


图8 温州全年风何频率图

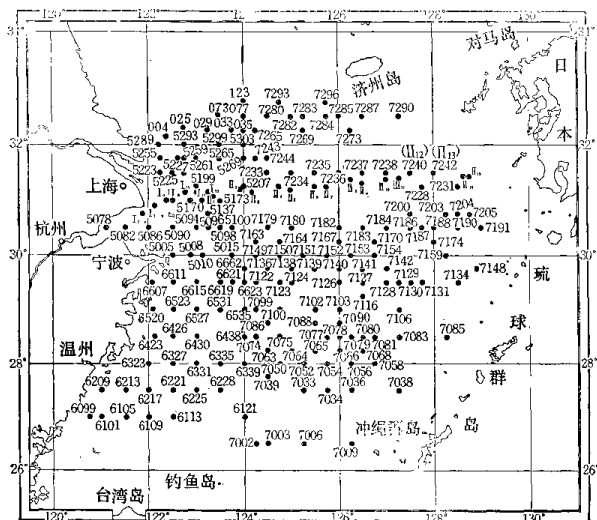
说明：累年各月风何频率以正八边形表示八个方位，每一方位均为1—12月（12根玫瑰杆从左至右以顺时针方向排列），玫瑰杆所在方位及长度表示风向及其频率（自八边形外圈算起，每1厘米表示频率为10%，八边形内侧杆，表示无该方位风）。八边形内数字依次表示1—12月静风出现的频率（%）。

二、表层沉积物孢粉组合特征和分区

(一) 表层沉积物孢粉分布规律

在 198 个站(图 9)的表层沉积物中,绝大多数都含有丰富的孢粉和藻类,少数粗粒沉积物中含量较少,有些甚至不含孢粉。

表层沉积物孢粉组合的成份复杂。花粉有松(*Pinus*)、云杉(*Picea*)、冷杉(*Abies*)、铁杉(*Tsuga*)、落叶松(*Larix*)、雪松(*Cedrus*)、罗汉松(*Podocarpus*)、泪杉(*Dacrydium*)、紫杉(*Taxus*)、杉科(*Taxodiaceae*)、杉木(*Cunninghamia*)、柳杉(*Cryptomeria*)、水松(*Glyptostrobus*)、柏科(*Cupressaceae*)、麻黄(*Ephedra*)、柳(*Salix*)、杨梅(*Myrica*)、胡桃(*Juglans*)、山核桃(*Carya*)、枫杨(*Pterocarya*)、化香(*Platycarya*)、桦(*Betula*)、鹅耳枥(*Carpinus*)、榛(*Corylus*)、槭木(*Alnus*)、青冈栎(*Quercus glauca*)、麻栎(*Quercus acutissima*)、柞栎(*Quercus de-*



ntata)、榲桲(*Quercus aliena*)、栎属(*Quercus*)、山毛榉(*Fagus*)、栗(*Castanea*)、榆(*Ulmus*)、朴(*Celtis*)、栲(*Castanopsis*)、桑(*Morus*)、木兰(*Magnolia*)、防己科(*Menispermaceae*)、樟科(*Lauraceae*)、忍冬(*Lonicera*)、枫香(*Litsea*)、漆树(*Rhus*)、冬青(*Ilex*)、槭树(*Acer*)、楝(*Melia*)、椴树(*Tilia*)、紫树(*Nyssa*)、桃金娘科(*Myrtaceae*)、桉木(*Eurya*)、云香科(*Rutaceae*)、山茱萸科(*Cornaceae*)、梣(*Fraxinus*)、卫矛科(*Celastraceae*)、大戟科(*Euphorbiaceae*)、红树(*Rhizophora*)、桐花树(*Aegiceras corniculatum*)、黑三棱科(*Sparganiaceae*)、眼子菜科(*Potamogetonaceae*)、禾本科(*Gramineae*)、莎草科(*Cyperaceae*)、香蒲科(*Typhaceae*)、百合科(*Liliaceae*)、蓼(*Polygonum*)、藜科(*Chenopodiaceae*)、石竹科(*Caryophyllaceae*)、十字花科(*Cruciferae*)、睡莲科(*Nymphaeaceae*)、胡颓子科(*Elaeagnaceae*)、合欢(*Albizia*)、苕菜(*Nymphoides peltatum*)、泽泻属(*Alisma*)、繖形花科(*Umbelliferae*)、车前科(*Plantaginaceae*)、茜草科(*Rubiaceae*)、唐松草(*Thalictrum*)、菊科(*Compositae*)、蒿属(*Artemisia*)、以及再沉积的内环粉(*Classopolls*)、皱球粉(*Psophosphaera*)、雏囊粉(*Parcisporites*)、银杏(*Ginkgo*)等。

孢子有卷柏(*Selaginella*)、石松(*Lycopodium*)、膜蕨科(*Hymenophyllaceae*)、水龙骨科(*Polypodiaceae*)、蕨属(*Pteridium*)、铁线蕨(*Adiantum*)、凤尾蕨(*Pteris*)、水蕨(*Ceratopteris*)、里白科(*Gleicheniaceae*)、海金砂(*Lygodium*)、金毛狗(*Cibotium*)、金粉蕨(*Onychium*)、紫萁(*Osmunda*)、槐叶草(*Salvinia*)、再沉积的希指蕨孢(*Schizaeosporites*)等。

藻类有绿藻类的双星藻(*Zygnema*)、盘星藻(*Pediastrum*)；甲藻类的多甲藻(*Prorocentrum*)、旋沟藻(*Gongaulax*)；硅藻类的细弱明盘藻(*Hyalodiscus subtilis*)、星形明盘藻(*Hyalodiscus stelliger*)、线形圆筛藻(*Coscinodiscus lineatus*)、偏心圆筛藻(*Coscinodiscus excentricus*)、多束圆筛藻(*Coscinodiscus divisus*)、细弱圆筛藻(*Coscinodiscus subtilis*)、辐射圆筛藻(*Coscinodiscus radiatus*)、蛇目圆筛藻(*Coscinodiscus argus*)、具边圆筛藻(*Coscinodiscus marginatus*)、亚凹陷圆筛藻(*Coscinodiscus sub-concavus*)、小眼圆筛藻(*Coscinodiscus ocellatus*)、中心圆筛藻(*Coscinodiscus centralis*)、非洲圆筛藻(*Coscinodiscus africanus*)、虹彩圆筛藻(*Coscinodiscus oculus-iridis*)、星形圆筛藻(*Coscinodiscus asteromphalus*)、弓束圆筛藻(*Coscinodiscus curvatus*)、格氏圆筛藻(*Coscinodiscus granii*)、柱状小环藻(*Cyclotella stylonum*)、条纹小环藻(*Cyclotella striata*)、波形辐刺藻(*Actinocyclus undulatus*)、环状辐刺藻(*Actinocyclus annulatus*)、美丽辐刺藻(*Actinocyclus splendens*)、三舌辐刺藻(*Actinocyclus trilingulatus*)、爱氏辐刺藻(*Actinocyclus ehrenbergi*)、蜂腰双壁藻(*Diploneis bombus*)、美丽双壁藻(*Diploneis splendida*)、黄蜂双壁藻(*Diploneis crabro*)、施氏双壁藻(*Diploneis smithii*)、盆形藻(*Biddulphia*)、佛氏海毛藻(*Thalassiothrix frauenfeldii*)、太平洋海链藻(*Thalassiosira pacifica*)、美丽曲舟藻(*Pleurosigma formosum*)、蜂窝三角藻(*Triceratium*)、尤氏斑盘藻(*Stictodiscus eulensteinii*)、楔形半盘藻(*Hemidiscus cuneiformis*)、粗纹藻(*Trachynoeis aspera*)、盾状卵形藻(*Cocconeis scutellum*)、琴式菱形藻(*Nitzschia pandurina*)。