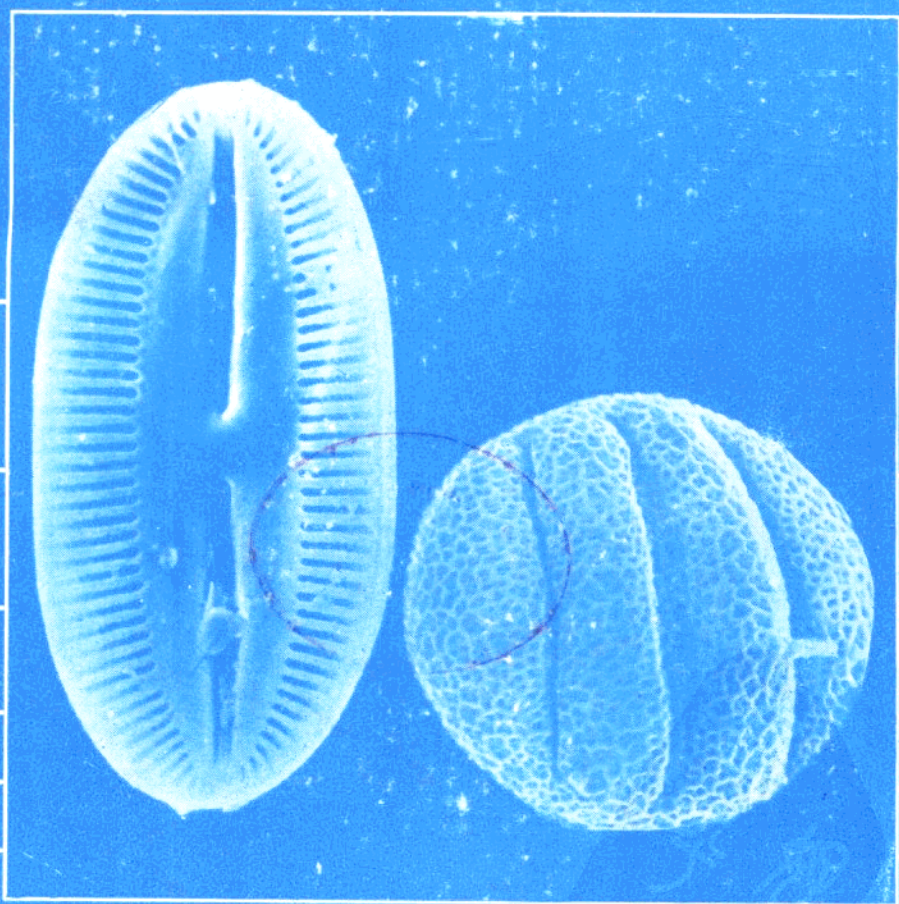


王开发 等著
王永吉

黄海沉积孢粉藻类组合



海洋出版社

黄海沉积孢粉藻类组合

王开发 王永吉 等著

海洋出版社

1987、北京

内 容 简 介

本书为“东海沉积孢粉、藻类组合”一书的姐妹篇。通过对黄海沉积孢粉组合与陆缘植被的关系、硅藻分布规律的控制因素详细的探讨,划分了4个孢粉区、三个硅藻区。同时建立了黄海晚更新世以来的8个孢粉组合序列和7个藻类带,阐述黄海自晚更新世以来的古环境演变历程。根据所发现的孢粉、藻类化石确定沉积物的地质时代,进行地层划分和对比。本书尚对再沉积孢粉化石与海盆物质来源等问题进行深入的讨论。

书中详细描述了孢粉、菌类、硅藻、硅鞭藻、甲藻、盘星藻、双星藻、环纹藻、刺球藻162属种,附有34幅孢粉、藻类图版,其中4幅为扫描照片。

本书可供海洋地质、孢粉、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 王永吉 徐家声 张玉兰 蒋 辉

黄 海 沉 积 孢 粉 藻 类 组 合

王开发 王永吉等著

*

责任编辑 李夫真

*

海 洋 出 版 社 出 版

(北京复兴门外大街1号)

同济大学印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 16开本 12 1/4印张 34图版 304千字 1—1000册

1987年12月第1版 1987年12月第1次印刷

书号: 13193·1002

ISBN 7-5027-0071-4/P·10

定价: 9.80元(精)

目 录

前言	IV
一、黄海概况	1
二、黄海表层沉积的孢粉、藻类组合研究	9
三、黄海表层沉积硅藻的分布规律及其控制因素	24
四、黄海晚更新世以来沉积的孢粉组合	33
五、黄海晚更新世以来沉积的硅藻组合	85
六、黄海晚更新世以来的孢粉、藻类组合所反映的古地理和地质时代	92
七、黄海孢粉研究中几个问题的探讨	108
(一) 黄海沉积中的再沉积孢粉	108
(二) 黄海反常孢粉组合点的特征及其成因探讨	111
(三) 黄海表层沉积的孢粉浓度	113
(四) 海洋孢粉组合中草本花粉含量与离岸远度	117
(五) 黄海沉积中蕨属孢子和红树花粉分布及其水动力分析	119
(六) 黄海沉积中刺球藻、椭球藻的分布及其生态环境探讨	120
(七) 黄海沉积中双星藻科化石与古环境分析	121
八、孢粉、藻类属种描述	123
(一) 菌类 Fungi	123
无孔双胞孢属 <i>Dicellaesporites</i>	123
无孔多胞孢属 <i>Multicellaesporites</i>	123
单孔多胞孢属 <i>Pluricellaesporites</i>	124
双孔孢属 <i>Diporisorites</i>	124
双孔多胞孢属 <i>Diporicellaesporites</i>	124
葡萄孢属 <i>Staphlosporonites</i>	125
(二) 藻类 Algae	126
绿藻门 Chlorophyta	126
水网藻科 Hydrodictyaceae	126
双星藻科 Zygnemataceae	127
甲藻门 Pyrrophyta	128
多甲藻科 Peridiniaceae	128
旋沟藻科 Gonyaulaxaceae	128
硅藻门 Bacillariophyta	128
直链藻科 Melosiraceae	128
圆筛藻科 Coscinodiscaceae	129
盒形藻科 Biddulphiaceae	131

脆杆藻科	Fragilariaceae	132
舟形藻科	Naviculaceae	132
菱形藻科	Nitzschiaceae	134
双菱藻科	Surirellaceae	134
金藻门	Chrysophyta	134
硅鞭藻科	Silicoflagellate	134
分类系统不明的藻类		135
环纹藻属	Concentricystes	135
刺球藻	Hystrichosphaera	136
(三) 苔藓植物	Bryophyta	138
(四) 蕨类植物	Pteridophyta	138
卷柏科	Selaginellaceae	138
蚌壳蕨科	Dicksoniaceae	139
凤尾蕨科	Pteridaceae	139
铁线蕨科	Adiantaceae	140
水蕨科	Parkeriaceae	140
(五) 裸子植物	Gymnospermae	141
松科	Pinaceae	141
杉科	Taxodiaceae	145
柏科	Cupressaceae	145
麻黄科	Ephedraceae	145
(六) 被子植物	Angiospermae	146
杨柳科	Salicaceae	146
胡桃科	Juglandaceae	147
桦科	Betulaceae	147
山毛榉科	Fagaceae	149
榆科	Ulmaceae	150
桑科	Moraceae	151
漆树科	Anacardiaceae	151
椴科	Tiliaceae	151
胡颓子科	Elaeagnaceae	152
五茄科	Araliaceae	152
茄科	Solanaceae	152
红树科	Rhizophoraceae	152
香蒲科	Typhaceae	152
黑三棱科	Sparganiaceae	153
禾本科	Gramineae	153
莎草科	Cyperaceae	153
百合科	Liliaceae	154

蓼科 Polygonaceae	154
藜科 Chenopodiaceae	155
繖形科 Umbelliferae.....	155
龙胆科 Gentianaceae	156
毛茛科 Ranunculaceae.....	156
豆科 Leguminosae	156
唇形科 Labiatae	156
茜草科 Rubiaceae	157
紫草科 Boraginaceae	157
菊科 Compositae	157
分类位置不明者.....	159
参考文献.....	160
外文摘要 (Abstract)	167
图版及图版说明.....	168

一、黄 海 概 况

(一) 位 置

黄海位于中国大陆与朝鲜半岛之间，为一半封闭陆架浅海。它以辽宁老铁山西角—山东蓬莱角连线与渤海相隔；以长江口北岸的启东角与朝鲜半岛南侧济州岛西南端连线与东海为邻，总面积为 38 万平方公里。黄海可以成山头与朝鲜半岛的长山串连线分为南、北黄海两部分。

(二) 海 底 地 形 与 地 貌

黄海海底地形总的趋势是由西北向东南倾斜，它的东部坡度较陡，平均坡度为 0.7‰；西部坡度较缓，平均坡度为 0.4‰。北黄海平均水深 38 米，最大深度在长山串西南侧，为 85 米。南黄海平均水深 26 米，最大深度为 140 米，出现在济州岛以北、黄岩岛以东。

黄海是发育在不同新华夏系构造单元上的拗陷或断陷盆地，具有浅海盆地地貌特点。主要地貌类型有：浅海堆积平原、复式古三角洲平原、现代潮流脊、海蚀滨岸斜坡、侵蚀或堆积的阶地面、海底深槽等（图 1）。

浅海堆积平原，分布于北黄海中心和南黄海北部，与粉砂质泥、泥质粉砂等细粒的表层沉积物分布区大致吻合，水动力条件较弱，是以现代堆积作用为主的平坦地形。

复式古三角洲平原，分布在南黄海西南部，沿江苏省沿岸呈扇形展开，它是由古黄河、长江的新、老三角洲叠置而成，地形自西向东缓缓倾斜。

现代潮流脊，分布在北黄海东部西朝鲜湾一带及苏北复式古三角洲平原上，是潮流成因的沟、脊相间的线状砂体。西朝鲜湾潮流脊的砂脊平均高约 20 米，两脊之间约 1.48—7.40 公里。现代潮流脊要有一定的潮流流速（2—3 节）和丰富的物质供应才能形成。

海蚀滨岸斜坡，分布在山东、辽东半岛两侧，是在波浪或潮流作用下形成的一个较陡的岸坡。在辽东半岛南侧，它大致沿 10—40 米等深线延伸，在山东半岛，它大致沿 25—60 米等深线延伸。

冲蚀或堆积的阶地面，环绕山东半岛及辽东半岛南侧呈带状分布，是受近期洋面变化影响所形成的一个平坦面，大致可分为两级，第一级在 20—40 米等深线附近，第二级在 50—65 米等深线附近。

冲淤中的海底深槽，主要分布在南黄海东部，靠近朝鲜半岛，处于黄海东西两侧不对称斜坡的交汇处，水深 60—80 米，为黄海最低洼地区，也是黄海暖流北上的主要通道。

(三) 表层及柱状岩芯沉积物

黄海沉积物共分为八种类型（图 2）：砾石、中细砂、细砂、粉砂质细砂、细砂质粉砂、

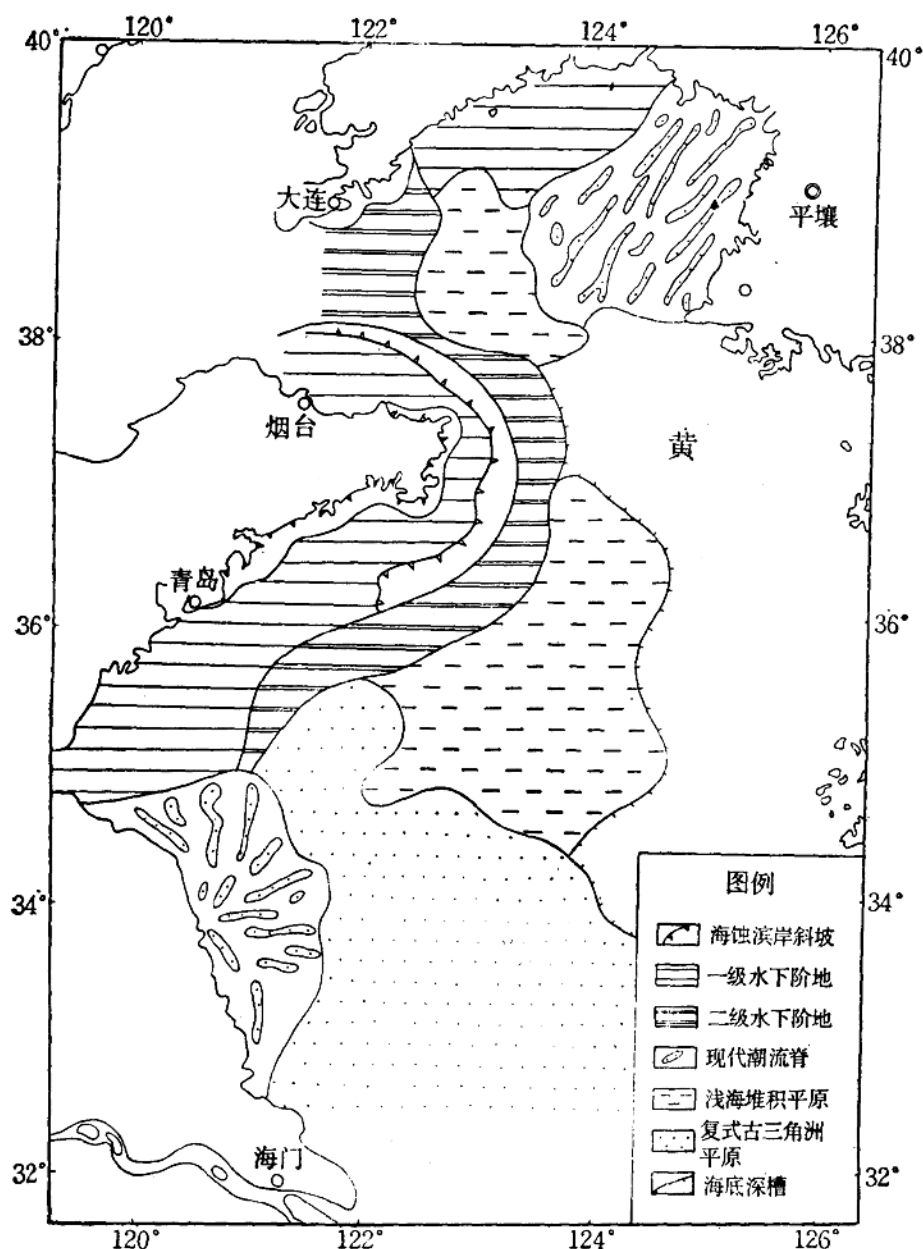


图 1 黄海底地貌图

泥-粉砂-砂、泥质粉砂、粉砂质泥。此处还有一些特殊类型的沉积物，如钙质结核、贝壳碎片、泥炭等。

黄海表层沉积物有三个粗物质分布区和三个细物质分布区。三个粗物质分布区为：朝鲜半岛西海岸外细砂分布区、渤海海峡细砂分布区、海州湾细砂分布区。三个细物质分布区为：北黄海沉积中心、南黄海沉积中心的粉砂质泥分布区和废黄海口的泥质粉砂分布区。其余地

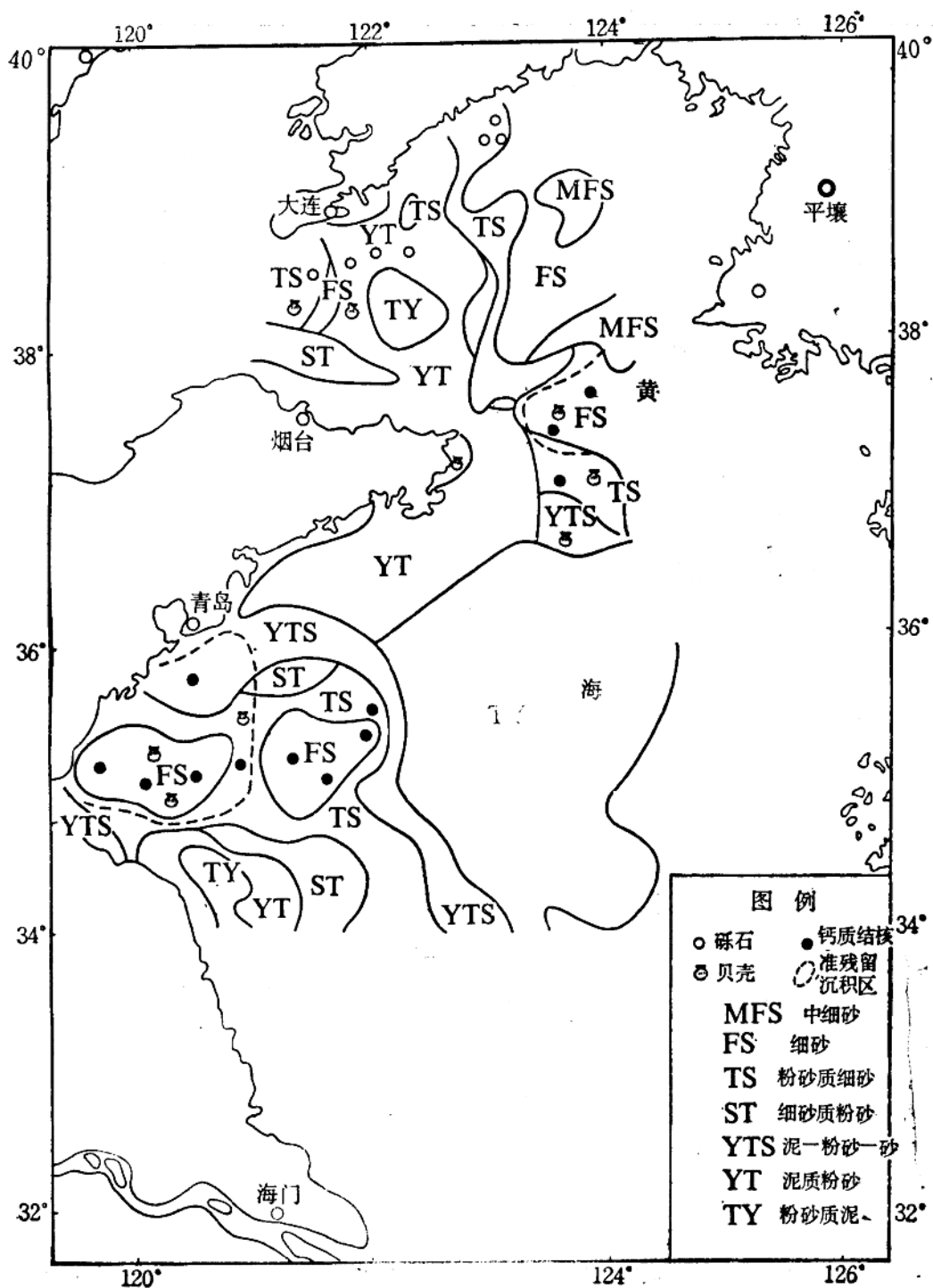


图 2 黄海表层沉积物类型图

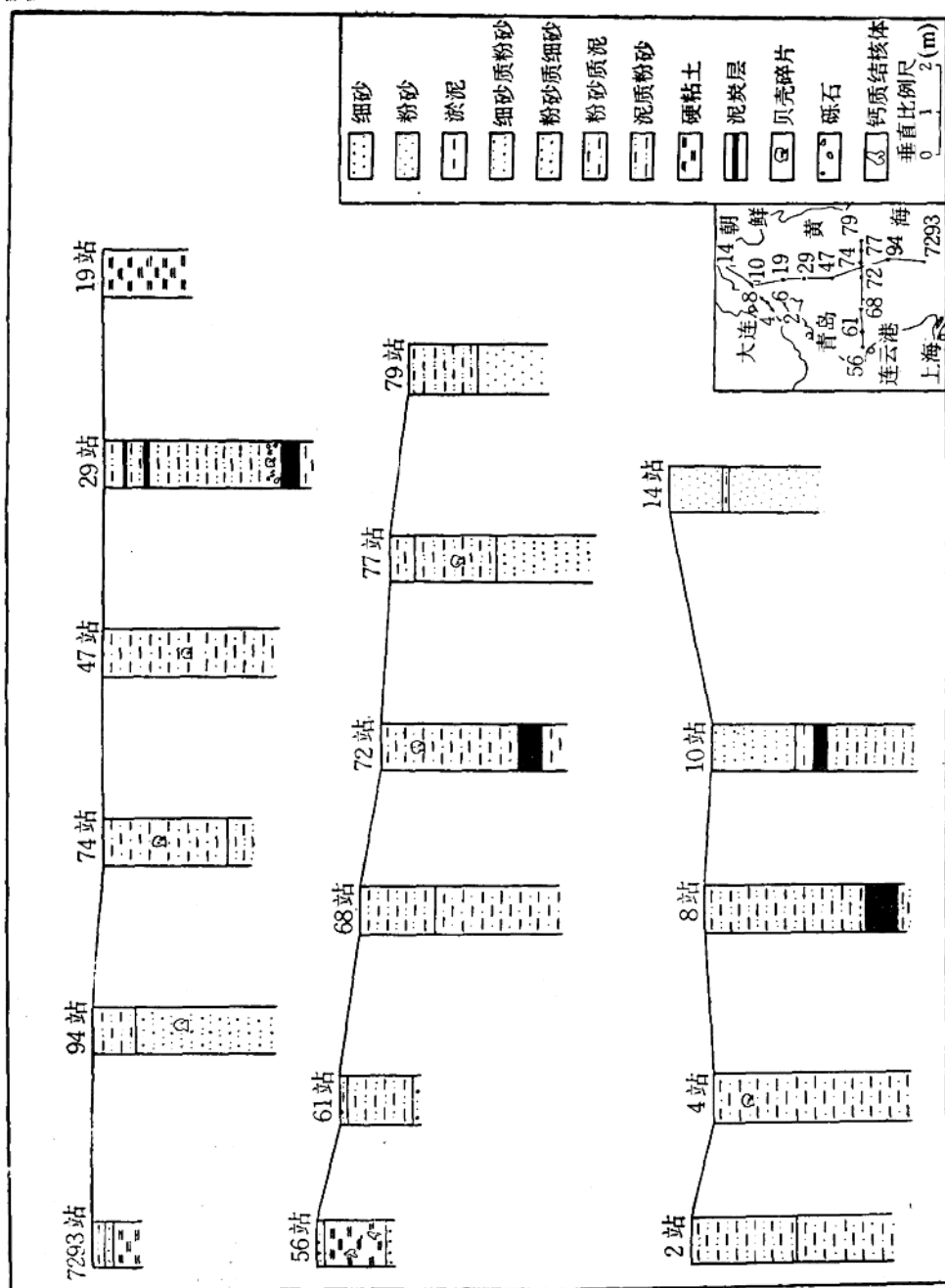


图 3 黄海柱状沉积物剖面图

区的表层沉积物为介于这两者之间的过渡类型。

黄海表层沉积物按其形成时代及形成过程,可分为现代沉积和准残留沉积(Swift,1971)。准残留沉积主要分布在渤海海峡东部、海州湾及成山头东侧海域,以细砂沉积为主,并含有

钙质结核及个体较大的贝壳碎片。准残留沉积区约占黄海面积的 $1/8$ 左右,其余则为现代沉积。

黄海柱状沉积物在垂直与水平方向上都有明显的变化,主要受海底地貌、水动力条件及物质来源所控制(图3)。

在南、北黄海堆积平原及复式古三角洲,地势低平,水动力条件较弱,距岸较远,长期以来以堆积作用为主。位于这些地区的柱状沉积物颗粒较细,岩性均一,岩性上没有明显的界限,以深灰色的泥质粉砂或粉砂质泥为主,含有贝壳碎片。在现代潮流脊分布区,潮流急、潮差大,近岸基岩地区供给了丰富的粗颗粒物,因此,岩芯颗粒较粗,如西朝鲜湾潮流脊附近的柱状岩芯,是以细砂为主或在粉砂中有较厚的细砂夹层,细砂层内有时含有小砾石。苏北潮流脊分布区,由于物质来源于古黄河及长江,沉积物颗粒比西朝鲜湾细,以粉砂为主。在山东半岛以东海域,海面狭窄,海流流速较大,柱状岩芯颗粒较粗,以细砂及各种粒级的砂泥混合沉积为主。在黄淮海槽南部,地势开阔平坦,柱状岩芯颗粒较细,以泥质粉砂为主。在侵蚀或堆积阶地以及滨岸斜坡上,柱状岩芯岩性较为复杂,岩芯上、下部粗细变化较大,无规律可寻。

在黄海陆架沉积物中,发现有数层黄褐色、黄灰色的硬粘土层,其结构致密,具粘性及可塑性,有时几乎直接出露于海底,仅上复10厘米左右松软的现代海相沉积。硬粘土层不含海相生物化石,为陆相堆积,孢粉含量较少,种属单调。碳酸盐含量高,有时可见 $1\times 1\times 3\text{cm}$ 大小的钙质结核。根据沉积物化学及粒度分析资料,该硬粘土具有土壤的发生层次,为埋藏的古土壤。

在黄海晚更新世的沉积物中,发现有两层时代不同的较为典型的泥炭层,上部泥炭层厚约25—30厘米,下部泥炭层厚约20—30厘米,为棕褐色或黑褐色,含有植物残体,主要分布在南、北黄海中部或成山头东部海域。此外,在柱状岩芯中,还有数层有机质富集层,它们多分布在海、陆相地层之间。

在准残留沉积区中,富集了个体较大的一些贝壳碎片,以牡蛎为主,保留状况不好,多已磨损。这些贝壳碎片所反映的贝类均生长于现在的近岸河口地区,是半咸水、浅水的种属,与它们现今生长的深水环境不同。

(四) 水 动 力

对黄海沉积物搬运与堆积起作用的水动力,主要是黄海暖流及其余脉、黄海沿岸流、黄海冷水团密度流、潮流与波浪以及陆上径流(图4)。

黄海暖流及其余脉,是对马暖流在济州岛东南方向伸入黄海的分支。它是一个高盐度、冬季兼有高温、终年沿黄海水底深槽北上的海流。黄海暖流在北上途中,受地形及气象条件影响,强度逐渐减弱,平均流速只有0.2节,它的余脉经老铁山水道进入渤海后,势力已经相当微弱。在夏季由于潜居于黄海中的冷水团增强,冷水团缓慢地向东南方向扩展,缩小了黄海暖流北上通道,因而暖流厚度变薄,位置向朝鲜半岛西海岸靠近,所以黄海暖流又具有冬强夏弱的特点。

黄海沿岸流是流经辽东半岛南部、山东半岛和江苏沿岸的一个冲淡水体。它自鸭绿江口开始流向西南,由于受沿岸水流影响,具有明显的季节变化,夏季流速大,冬季流速小,

在流经途中，受地形影响，流速变化较大，在内长山列岛东侧流速小，不论冬季或夏季，表层至10米的流速一般在15厘米/秒以下；而在列岛西侧，六月份的余脉流速可达40厘米/秒。在山东半岛北岸，它在夏季的流幅宽达30余海里，绕过成山头后，大致沿40—50米等深线南下，到达长江口以北，转向东南侵入东海，在北纬34°以北，它的流速可达0.5节。在朝鲜半岛西海岸还有西朝鲜沿岸流。黄海沿岸流、西朝鲜沿岸流、黄海暖流，共同构成了整个黄海环流系统。

黄海冷水团密度流，是由于黄海冷水团的存在而形成的。黄海冷水团分布在黄海中心低洼地带，盘据在黄海中心、下水层，夏季水温只有6—12℃。冷水团四周等压面自中心向边缘上倾，因而形成一个气旋式方向的环流，这就是黄海冷水团密度流。它沿等温线环绕冷中心流动，表面流速一般5—15厘米/秒，越向下层流速越小。黄海冷水团密度流维持了冷水团的存在，也加强了整个黄海环流系统，使其具有明显的封闭性。

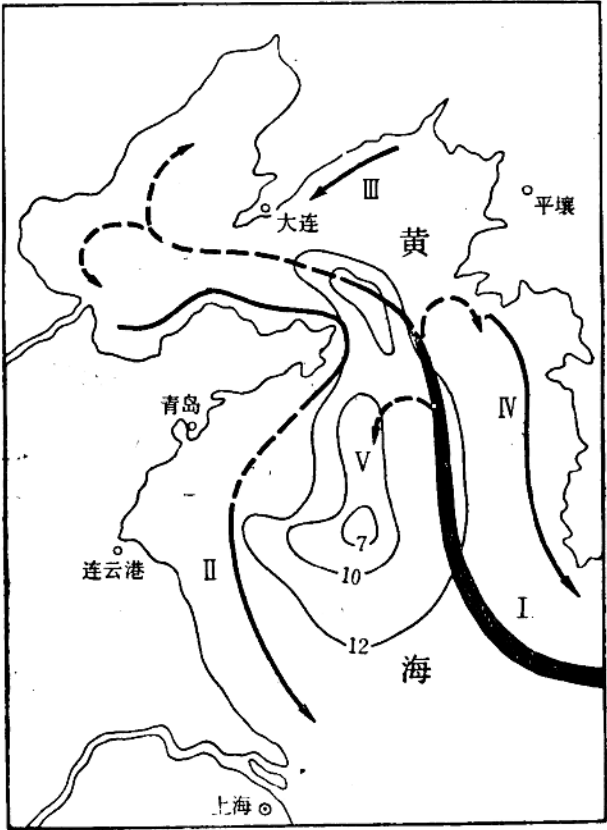


图 4 黄海水流系示意图

- I. 黄海暖流
- II. 黄海沿岸流
- III. 辽东沿岸流
- IV. 西朝鲜沿岸流
- V. 黄海冷水团八月底层水温分布

潮流和波浪是周期的海水往复水平运动，黄海潮流较强，西侧沿岸的潮流一般为2节左右，东侧沿岸在3节以上。在西朝鲜湾潮流最大可达10节。在黄海中心部分，潮流较弱，

仅1节左右。波浪主要对近岸地区进行侵蚀、搬运作用。黄海以风浪为主,冬季盛行偏北浪,夏季盛行偏南浪。黄海北部平均波高0.5—1.0米,南部平均波高1.0—1.5米。冬、秋两季风浪一般5—7级,春、夏两季风浪小,一般为2—3级。

现在流入黄海的主要河流有鸭绿江、新沂河、淮河水系诸河流。在朝鲜半岛沿岸则有大同江、汉江等。这些河流带来了大量陆缘碎屑物质。黄河在古代曾有相当长时间在苏北入海,单是历史时期,黄河就有727年(公元1128—1855年)流入黄海,它的巨量泥沙不但使苏北海岸向外推进,也成为建造黄海陆架的物质基础。

(五) 沿岸气候与植被

黄海沿岸自北向南为暖温带、亚热带,以暖温带为主。一月份气温在 -7.5°C (大鹿岛)— -1.5°C 之间。八月份平均气温为 23.8°C (成山头)— 27.2°C (连云港)。年平均降水量为562—930毫米。冬季盛行偏北风,夏季盛行偏南风,春、秋为过渡季节,具有明显的季风气候特点。年平均风速大多在5.8—6.8米/秒,最大风速发生在长兴岛,为34米/秒以上。

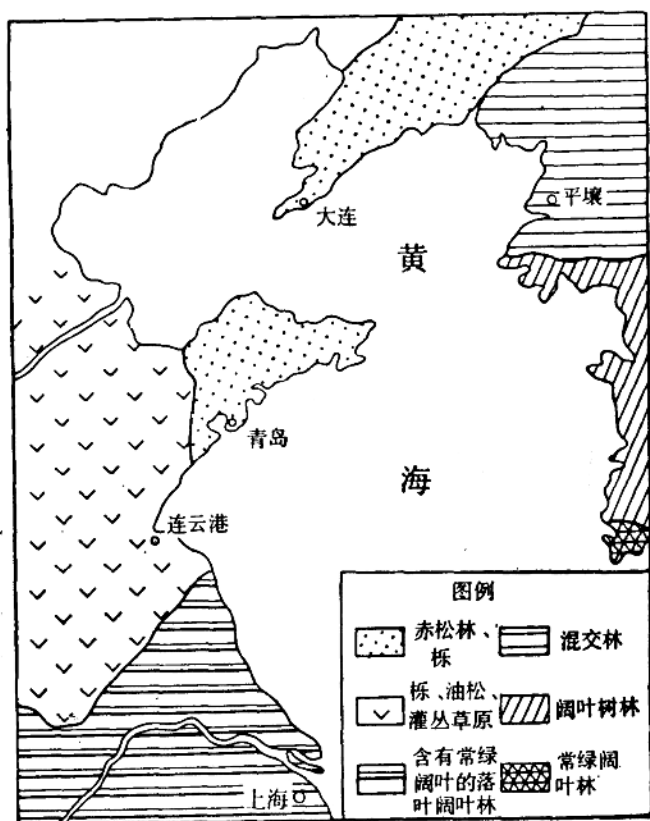


图5 黄海陆缘植被类型图

辽东半岛位于暖温带落叶阔叶林区的东北部(图5),土壤为褐色及棕色森林土,以蒙古栎、辽东栎、麻栎、栓皮栎、槲栎、槲树为主的落叶阔叶林以及赤松、油松为主的针叶林,

是与本区气候相适应的地带性植被。在栎类中，以蒙古栎占优势，椴属、桦树、胡桃科中的某些属种也占有相当比重。林下灌木以照山白、榛属、胡枝子、麻黄、柺柳、地榆、山豆花等为主。草本以苔草属、禾木科、藜科、菊科中的一些种属为主，蕨类植物为铁线蕨，蕨、蹄盖蕨、卷柏、水龙骨科等。

胶东丘陵位于暖温带的中、南部，土壤也为褐色土及棕色森林土。植被大体上与辽东半岛相似，仍为落叶阔叶林。但在栎类的种属上，辽东栎已很少见，是以麻栎占优势，此外如榆属、桦属、槭属、枫杨等也占有相当比重。灌木则以荆条、酸枣类为最常见，也有相当数量的栎属、麻黄、胡枝子等。

在连云港以南为北亚热带常绿、落叶阔叶混交林。土壤为黄棕壤等。本带除有栓皮栎、麻栎、赤松、马尾松等落叶阔叶和针叶林外，还有常绿成份，如青冈栎、苦槠及冬青等，也有少量天然的杉木林、毛竹林。

在滨海平原地带，主要是苏北平原，土壤为盐渍土，为盐生草甸植被，有多年生的，也有一年生的禾草类，以耐盐的草本种属为主。

黄海东侧朝鲜半岛沿岸植被与中国黄海沿岸山地丘陵区相似，但朝鲜半岛最南端为常绿阔叶林。

二、黄海表层沉积的孢粉、藻类组合研究

海洋表层沉积的孢粉研究、是海洋孢粉学重要的基础理论研究之一,它为古海相沉积孢粉组合的正确解释和应用提供依据。黄海表层沉积共分析 255 个样品(图 6), 鉴定统计孢粉、藻类四万粒左右(硅藻另统计), 发现了种类众多的孢粉、藻类。

(一) 黄海表层沉积的孢粉、藻类成分

黄海表层沉积的孢粉、藻类较为复杂, 其成分有云杉(*Picea*)、松(*Pinus*)、落叶松(*Larix*)、铁杉(*Tsuga*)、柏科(*Cupressaceae*)、麻黄(*Ephedra*)、柳(*Salix*)、胡桃(*Juglans*)、枫杨(*Pterocarya*)、桤木(*Alnus*)、桦(*Betula*)、鹅尔枥(*Carpinus*)、榛(*Corylus*)、栎(*Quercus*)、山毛榉(*Fagus*)、栗(*Castanea*)、栲(*Castanopsis*)、榆(*Ulmus*)、朴(*Celtis*)、木兰(*Magnolia*)、枫香(*Liquidambar*)、卫茅(*Euonymus*)、槭树(*Acer*)、椴树(*Tilia*)、杜鹃科(*Ericaceae*)、红树(*Rhizophora*)、香蒲(*Typha*)、黑三棱科(*Sparganiaceae*)、眼子菜科(*Potamogetonaceae*)、泽泻(*Alisma*)、禾木科(*Gramineae*)、莎草科(*Cyperaceae*)、狐尾藻(*Myriophyllum*)、蓼科(*Polygonaceae*)、藜科(*Chenopodiaceae*)、毛茛科(*Ranunculaceae*)、繖形科(*Umbelliferae*)、十字花科(*Cruciferae*)、豆科(*Leguminosae*)、唇形科(*Labiatae*)、车前科(*Plantaginaceae*)、菊科(*Compositae*)、蒿属(*Artemisia*)等。

孢子有苔藓(*Bryophyta*)、石松(*Lycopodium*)、卷柏(*Selaginella*)、里白科(*Gleicheniaceae*)、膜蕨(*Hymenophyllaceae*)、水龙骨科(*Polypodiaceae*)、铁线蕨(*Adiantum*)、蕨属(*Pteridium*)、凤尾蕨(*Pteris*)、槐叶苹(*Salvinia*)等。

藻类有硅藻(另述)、旋沟藻(*Gonyaulax*)、多甲藻(*Peridinium*)、网硅鞭藻(*Dicthyocha*)、盘星藻(*Pediastrum*)、肾状鼓藻(*Cormarium veniforme*)、环纹藻(*Concentricystes*)、刺球藻(*Hystrichosphaera*)、椭球藻(*Baltisphaeridium*)等。

还有一定数量的再沉积孢粉、藻类化石, 如双束松粉(*Pinuspollenites*)、大拟落叶松粉(*Laricoidites magnus*)、罗汉松粉(*Podocarpidites*)、皱球粉(*Psophosphaera*)、锥囊粉(*Parcisorites*)、无口器粉(*Inaperturopollenites*)、内环粉(*Classopollis*)、粗糙栎粉(*Quercoidites asper*)、波形榆粉(*Ulmipollenites undulosus*)、大型木兰粉(*Magnolipollis grandus*)、心形椴粉(*Tiliaepollenites cordataeformis*)、菱形漆树粉(*Rhoipites rhomboies*)、珠粒冬青粉(*Ilexpollenites margaritatus*)、三孔沟粉(*Tricolporopollenites*)、瘤纹凤尾蕨孢(*Pterisisporites verrus*)、凤尾蕨孢(*Pterisisporites*)、圆形瘤面海金沙孢(*Lygodioisporites rotundus*)、粒面球藻(*Granodiscus*)、瘤面球藻(*Verrucosphaera*)、穴面球藻(*Hungarodiscus*)、棒球藻(*Filisphaeridium*)以及桦、栎、云杉、冷杉、藜科、禾本科、菊科、蒿属等。

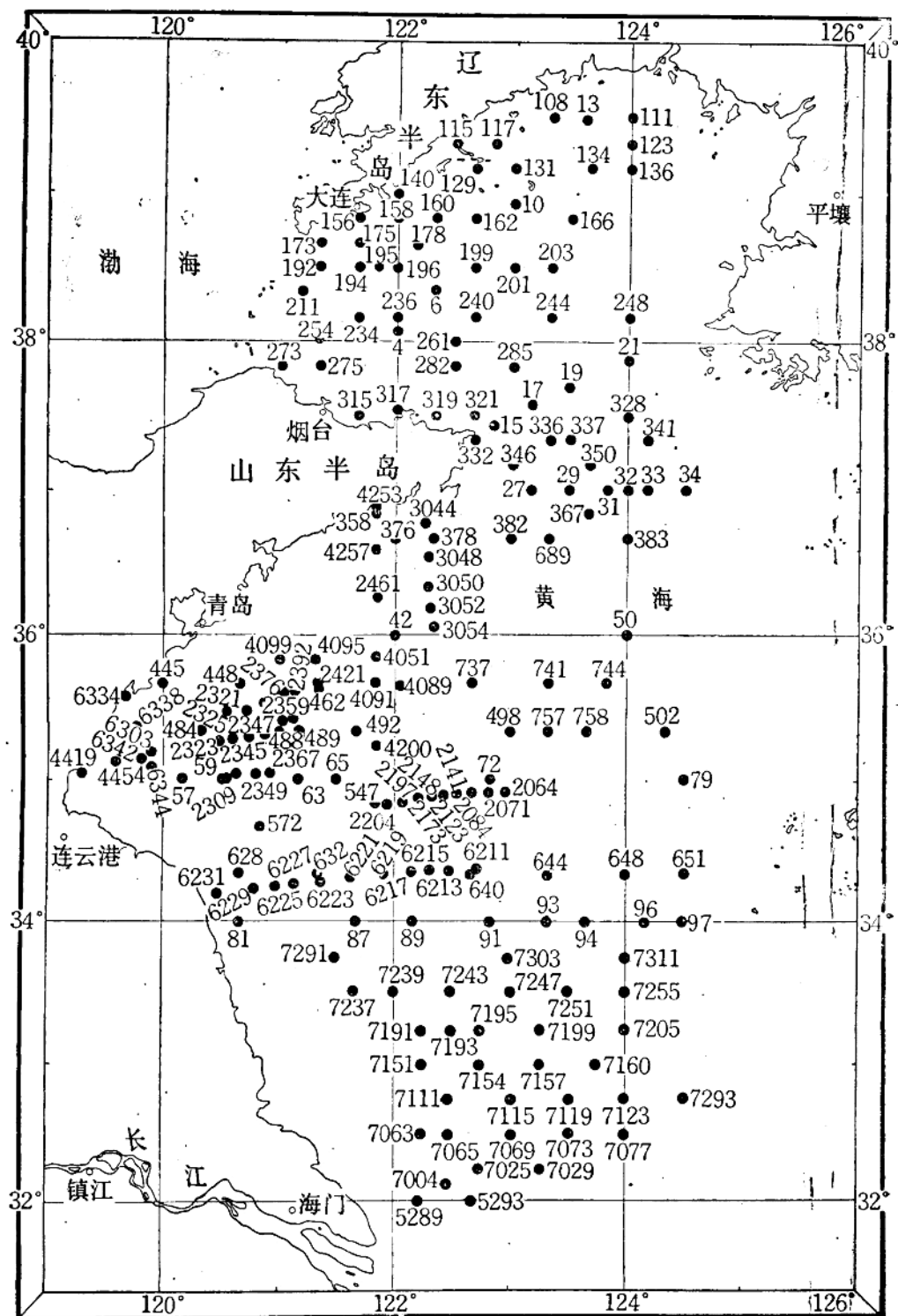


图 6 黄海表层沉积物粉样品站位分布图

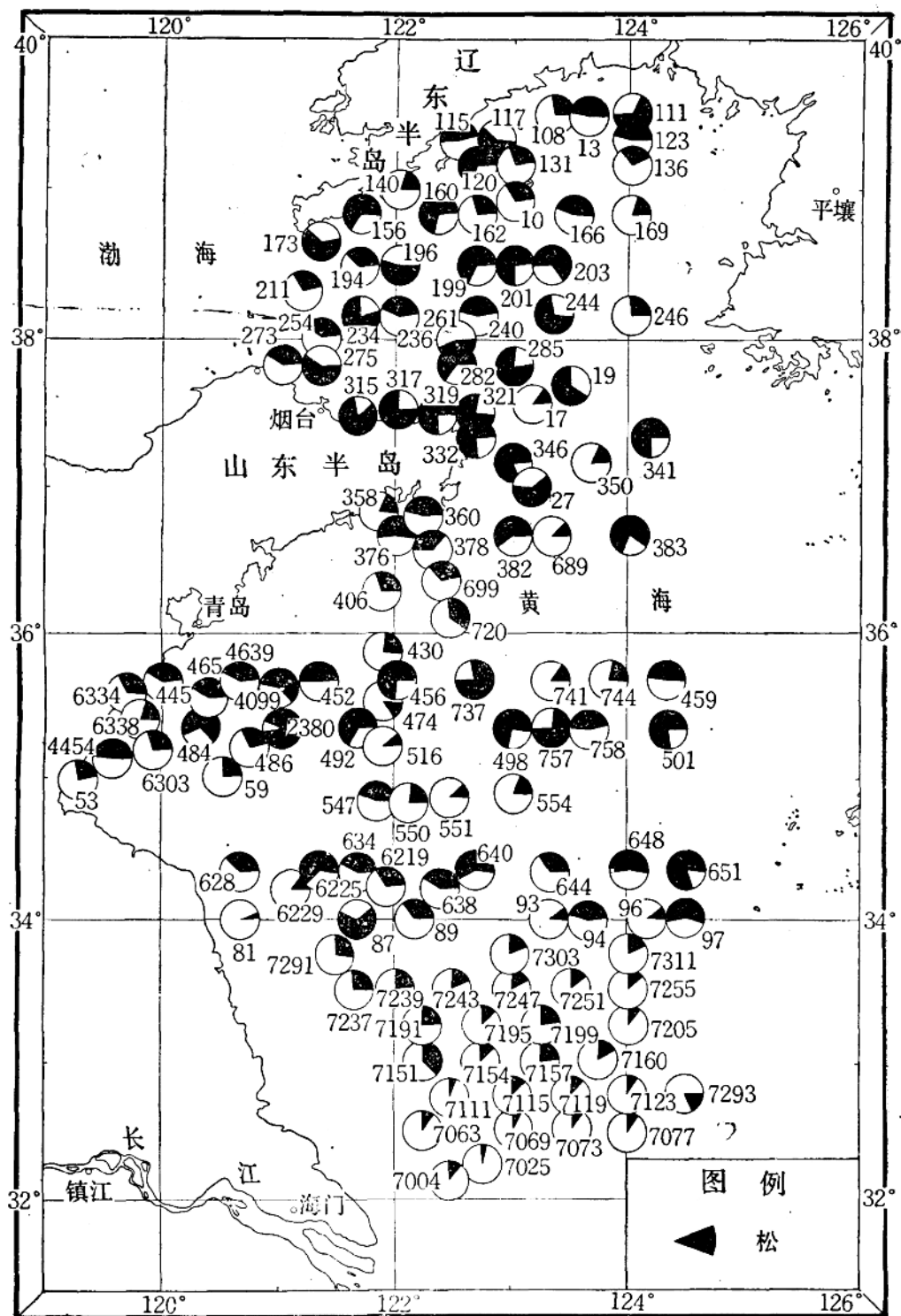


图 7 黄海表层沉积松属花粉数量分图