

中国东部中、新生代古生物学和地层学

第1册

东海陆架盆地龙井构造带 新生代孢粉学的研究

地质矿产部海洋地质综合研究大队
中国海洋石油总公司渤海石油公司
中国科学院南京地质古生物研究所

安徽科学技术出版社

1985





200358237

24045

Q 913.54
L11

东海陆架盆地 龙井构造带新生代孢粉学的研究

宋之琛 (中国科学院南京地质古生物研究所)
 关学婷 (中国海洋石油总公司渤海石油公司)
 李增瑞 (地质矿产部海洋地质综合研究大队)
 郑亚惠 (中国科学院南京地质古生物研究所)
 王伟铭 (中国海洋石油总公司渤海石油公司)
 胡仲衡 (地质矿产部海洋地质综合研究大队)

5966/11



00311052

安徽科学技术出版社

1985

内 容 简 介

本书是我国东海陆架盆地第三系三口钻井孢粉研究的总结。书中共描述孢型 (Palynomorphs) 172属、443种, 其中新属6个、新种74个; 详细论述了白花港组至东海群7个孢粉组合的特征, 并对各组合地质时代作了深入的讨论; 对研究区古植被、古气候和古环境及其生油关系等也进行了探讨。本书系我国东海海域地区第三纪孢粉学系统研究的成果之一, 对石油、地质部门以及科研、教学都有一定的应用与参考价值。全文约31万字, 55图版。

东海陆架盆地龙井构造带

新生代孢粉学的研究

中国科学院南京地质古生物研究所编辑

*

安徽科学技术出版社出版发行

(合肥市跃进路1号)

中国科学院南京地质古生物研究所经费

芜湖新华印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 13.5 插页: 28 字数: 314,000

1985年7月第1版 1985年7月第1次印刷

印数: 1—1,700

统一书号: 13200·75

定价: 6.00



编 者 的 话

伟大祖国的东部，中、新生代地层十分发育，不仅含有丰富的化石，而且赋有重要的矿藏，如石油、天然气、铁、煤等。在自北往南的渤海、黄海、东海和南海漫长沿岸地区大陆架，更以油、气矿藏闻名于世。开发这些矿藏的地质工作正在蓬勃开展。我所编辑《中国东部中、新生代古生物学和地层学》的宗旨，就是试图通过出版这套丛书，陆续发表我所或我所与国内外其他单位合写的科学研究论文，用以解决地质实践中的某些问题，有助于推动我国古生物学与地层学的发展，提高我国对中、新生代地层、古生物研究的深度和广度。现在奉献给读者的著作——《东海陆架盆地龙井构造带新生代孢粉学的研究》，就是这套丛书的第一册。

中国科学院南京地质古生物研究所

1985.4.16.

A Research on Cenozoic Palynology
of the Longjing Structural Area in the Shelf
Basin of the East China Sea (Donghai) Region

Song Zhi-chen (Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica)

Guan Xue-ting (The Design and Research Institute of Bohai Oil Corporation of CNOOC)

Li Zeng-rui (Research Party of Marine Geology, Ministry of Geology and Mineral Resource)

Zheng Ya-hui (Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica)

Wang Wei-ming (The Design and Research Institute of Bohai Oil Corporation of CNOOC)

Hu Zhong-heng (Research Party of Marine Geology, Ministry of Geology and Mineral Resource)

ANHUI SCIENCE AND TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

1 9 8 5

Cenozoic—Mesozoic Palaeontology and Stratigraphy
of East China

Series 1

A Research on Cenozoic Palynology
of the Longjing Structural Area in the Shelf
Basin of the East China Sea (Donghai) Region

Research Party of Marine Geology, Ministry of Geology and
Mineral Resource

The Design and Research Institute of Bohai Oil Corporation of
CNOOC

Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sini-
ca

ANHUI SCIENCE AND TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

1 9 8 5

目 录

前言	(1)
一、地层概况	(2)
二、孢粉组合特征及其地质时代	(4)
三、植物群及其自然地理概况	(25)
四、属种描述	(29)
(一)藻类	(29)
(二)苔藓植物和蕨类植物	(58)
(三)裸子植物	(79)
(四)被子植物	(91)
参考文献	(161)
英文摘要	(165)
图版说明	(173)

CONTENTS

Introduction.....	(1)
1. Brief account of stratigraphy.....	(2)
2. Characteristics and geological ages of spore-pollen assemblages	(4)
3. Floras and their general aspects of physical geography.....	(25)
4. Description of genera and species.....	(29)
(1) Algae	(29)
(2) Bryophyta and Pteridophyta.....	(58)
(3) Gymnospermae	(70)
(4) Angiospermae	(91)
References	(161)
Summary	(165)
Explanation of plates	(173)

前 言

东海陆架盆地是我国沿海陆架沉积规模最大的盆地，面积为28万平方公里。龙井构造带就位于盆地东部的西湖凹陷之北部，即浙江省杭州湾以东约300公里海域处。据地震资料，东海陆架盆地的新生代沉积厚度超过万米。

自1980年11月至1982年8月，地质矿产部先后在本构造带打了龙井一井和龙井二井，石油工业部打了东海一井。在这项研究进行之前，地质矿产部和石油工业部的孢粉工作者，已对这三口石油普查井中的孢粉进行了大量的分析，共分析样品300余块，获得了许多有意义的孢粉资料。

龙井构造带新生代沉积含十分丰富的孢子花粉，并含许多藻类化石。要估价此构造带的含油气远景，我们必须先对其地层进行详细的划分和对比，而微体植物化石却可对这些问题的解决提供依据。在丰富资料的基础上，对龙井构造带的微体植物化石进一步全面而系统地整理和研究，不仅对东海陆架盆地的新生界的划分、对比及其地层时代的鉴定有非常重要的意义，而且对我国北海域陆架新生界的划分、对比也有很大帮助。因为东海陆架盆地正处于我国黄海和南海之间，其孢粉组合及植物群就具有南北方之间过渡性及综合性的特征。为此，地质矿产部海洋地质综合研究大队、石油工业部渤海石油公司研究院和中国科学院南京地质古生物研究所，共同进行了东海陆架盆地龙井构造带（简称东海龙井构造带）新生代孢粉学研究。

本书除对三口钻井钻遇的第三系和第四系各群组段的岩性作了扼要介绍外，着重描述了大量的孢子花粉，据此还讨论了各孢粉组合的特征及其地质时代。在具体讨论各组合的地质时代前，先回顾了北半球及我国一些地区上、下第三系孢粉组合的特征及其区别，同时结合邻区的有关资料，对区别东海地区早、晚第三纪的孢粉组合提出几点看法，作为鉴定其地质时代的依据；此外还探讨了当地各时期的自然地理环境，并根据有机质的丰富程度，提出了本地区生油岩系形成的可能性。因为有机质为油源物质，它的丰富程度对生油岩系的形成有着非常重要的意义。本书鉴定和描述的孢型有藻类38属、89种，其中新种14个、新变种1个、新组合2个；孢子31属、73种，其中新属2个（*Ischymonoletes*, *Onychiumsporites*）、新种13个、新组合7个；裸子植物花粉共16属、41种，其中新组合4个；被子植物花粉共87属、240种，其中新属4个（*Evonymoiipites*, *Nymphoideipites*, *Rhoipteapollis*, *Hydrocoltaepites*）、新种47个、新组合9个。

本书各章节的编写分工是：地层概况由胡仲衡编写；孢粉组合特征及其地质时代由宋之琛和关学婷负责；植物群及其自然地理概况由宋之琛执笔；藻类化石由宋之琛描述；苔藓植物和蕨类植物孢子由李增瑞和胡仲衡描述；李增瑞还描述了裸子植物花粉；被子植物的具孔类花粉由关学婷描述；三沟类花粉由王伟铭描述；三孔沟类花粉由郑亚

惠描述。英文摘要由宋之琛执笔，经南京地质古生物所邹志学修改。最后，全文由宋之琛负责审定。

工作期间，承三个单位的领导同志大力支持，我们十分感激。孢粉分析由地质矿产部海洋地质综合研究大队徐金荣、孟其林，中国海洋石油总公司渤海石油公司周永林和南京地质古生物研究所黄凤宝等同志担任；孢粉鉴定和统计工作除作者外，还有地质矿产部海洋地质综合研究大队徐金荣、孟其林和梅鹏飞与中国海洋石油总公司渤海石油公司孙新华等同志参加；照相工作是在南京地质古生物研究所樊小羿同志协助下进行的；图件的清绘由南京地质古生物研究所徐宝瑞、杨荣庆两同志完成。对他们的帮助，笔者致以深切谢意。

一、地层概况

东海陆架盆地的龙井构造带是我国第一个进行钻探的构造单元。三口探井的资料表明，本构造带以第三纪沉积为主，厚逾3500米，其中晚第三纪沉积厚2500米左右，早第三纪沉积，在三口井中均未钻透。

龙井构造带新生代地层，根据地质矿产部建立的地层名称，自下而上为：花港组、海龙井组¹⁾、玉泉组、三潭组和东海群。石油工业部在本构造带建立的相关地层名称为：扬子江组、钱塘江组、西湖组、东海组和第四系。本文采用前一套地层名称。现分述于后：

花港组（厚约1000m，未见底）

下段：褐灰、深灰、绿灰色泥岩与灰白色粉细砂岩，含砾细中砂岩组成大的韵律层，夹沥青质煤层。

上段：灰白色粉细砂岩、含砾砂岩、砂砾岩、砾岩，夹深灰、绿灰、灰黑色泥岩、沥青质煤及灰白色钙质粉砂岩。

海龙井组

下段（厚？—700m）

上部：浅灰、浅灰绿色泥岩段。

下部：褐色泥岩段。

中段（厚约900m）

上部：灰、深灰色泥质岩，炭质页岩，深灰色页岩、浅灰色泥质粉、细砂岩。

中部：灰白色细砂岩，含砾细砂岩。

下部：深灰、灰、绿灰、棕红、褐色泥质砂岩与灰、浅灰色泥质粉砂岩、灰白色粉细砂岩，泥质细砂岩呈等厚—略等厚互层。

上段（厚约500m）

灰、深灰、绿灰色泥质岩与浅灰色泥质粉砂岩、灰白色含砾粉砂岩呈等厚—略等厚互层，见煤层及炭质页岩。

1) 在本区曾称龙井组。

玉泉组 (厚约400—800m)

灰黄、深灰、绿灰色泥岩夹浅灰、灰黄、灰白色泥质粉砂岩，粉细砂岩及煤层，底部为灰白色粉砂岩、浅灰色泥质粉砂岩夹灰色泥岩、煤及碳质页岩。

三潭组 (厚约500m)

下段：绿灰、灰棕、黄灰色泥岩夹黄灰、灰棕色泥质粉砂岩、灰白色粗中砂岩、含砾砂岩。

上段：黄灰、棕灰色粉砂质粘土层，黄灰、绿灰色粘土层，灰白色细、中粗砂层及含砾砂岩。顶部泥质层夹生物碎屑层及褐煤层。

地 层				厚度 (米)	岩性 剖面	岩 性 描 述	孢 粉 组 合 名 称				
界	系	统	组								
新 生 界	第 四 系	东 海 群	玉泉组	400		浅灰色粉砂质粘土，粘土质粉砂岩，底部为灰白色砂质层，普遍含砾石，腹足类化石。	7. <i>Polypodiaceae</i> — <i>Taxodaceae</i> — <i>Compositae</i> 6. <i>Spiniferites</i> — <i>Multispinula</i>				
				新 统	上 段	三潭组	300		灰白色粘土层，砂岩及含砾砂岩，上部有褐煤层。	5. <i>Persicariaipollis</i> — <i>Graminidites</i> <i>Retimultiporopollenites</i>	
							200		杂灰色泥岩夹砂质层。		
				中 统	玉泉组	300—400		灰棕色泥岩夹粉砂岩，底部浅灰色粉砂岩夹泥质岩，有煤及炭质页岩。	4. <i>Magnastriatites</i> — <i>Liquidambarpollenites</i>		
						新 统	海 龙 井 组	上 段	300—400		灰色泥质岩与粉砂岩互层，有煤及炭质页岩。
				200—300					上部灰、绿灰色泥质岩及粉细砂岩，中部灰白色细砂岩及含砾细砂岩，下部灰、褐色泥质岩与粉细砂岩互层。		
				下 段	200—300				浅灰、浅灰绿、褐色泥岩段。	2. <i>Pinaceae</i> — <i>Sporotrapoidites</i>	
				第 三 系	新 统	花 港 组	上 段	1000		灰白色砂岩，含砾砂岩夹深灰色泥岩。	1. <i>Quercoidites</i> — <i>Retitricolpites</i> — <i>Trilobapollis</i>
							下 段	1000		深灰色泥岩与灰白色砂岩组成大韵律层，夹石膏质煤。	

图 例

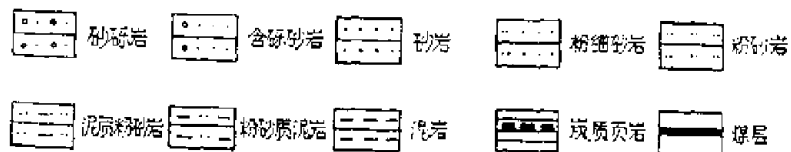


图 1 东海龙井构造带新生界综合柱状剖面图

东海群（厚约400m）

浅灰、灰色粉砂质粘土与浅灰色粘土质粉砂、粘土质粉细砂互层，底部为灰白色含砾砂层。砂质层普遍含瓣鳃类、腹足类化石。

二、孢粉组合特征及其地质时代

本书在具体讨论各孢粉组合的地质时代之前，详细介绍北半球一些地区早、晚第三纪孢粉组合的区别，并在此基础上，再对早、晚第三纪孢粉组合的划分提出几点看法，作为确定孢粉组合时代的依据；同时也为研究本区上、下第三系的划分提供颇有意义的孢粉学佐证。

（一）早、晚第三纪孢粉组合的区别及上、下第三系的划分

Leopold (1969, 379页) 在讨论晚第三纪植物群的特征时，提出了以下几点：1) 晚第三纪植物群在任何地区都比早第三纪的单调（类型较不丰富）；2) 晚第三纪和第四纪植物群包含的现生属（甚至种）比早第三纪的要多；3) 在北半球广大地区的中新统中，许多草本植物花粉被首次记录，那些出现于中新世之前的一些木本植物直至晚第三纪才出现众多的代表。因此，这些植物的花粉可作为晚新生代植物群的代表；4) 晚第三纪植物群中主要的属目前多生长于化石产地附近；相反，早第三纪的植物属仅少数生长于化石产地或化石产地所处的现代植物省区内；5) 晚新生代植物群比许多晚白垩世和早第三纪的植物群一般更具有地方特色，在中中新世以后的植物群中这种特色更为突出。

Leopold (1969, 381—382页) 接着又提出了一些可作为晚第三纪植物群代表的指示分子，其中包括演化程度高的科，如菊科、其他草本及一些木本被子植物科。菊科花粉一般出现于早第三纪晚期，较为零星，直至中新世才在世界各地普遍分布。演化程度较高的科，主要是草本的茅膏菜科、花荵科和石竹科等，它们主要分布于晚第三纪以后；还有禾本科、柳叶菜科和莎草科等，虽出现较早，但在晚第三纪才有较大的发展。另外，如木本的锦葵科和海桑科，在早第三纪虽有记录，但大发展还是在晚第三纪以后。类似菱属的花粉在苏联渐新统虽有发现，但真正可信的菱属花粉及其果实是在中新统才找到的。上述观点对本区上、下第三系的划分具有参考意义。

对我国上、下第三系的划分，侯祐堂和宋之琛等（1982）曾提出看法。依据孢粉和古植物资料，北半球气候自渐新世末向中新世初逐渐变凉，反映在植物群中有如下的特点：1) 早第三纪的古老分子和喜热分子由于受气候变凉的影响，在晚第三纪明显减少或消失，在我国东北地区尤为显著；2) 晚第三纪的属种与当地的现代植物一般都有较密切的关系，几乎未见绝灭分子；3) 晚第三纪植物群一般更具有地方特色，分化更为明显；4) 草本植物有更大的发展。这些看法和 Leopold 的意见基本相似。

中欧地区对第三纪孢粉的研究较为系统，资料也比较齐全。从早第三纪晚期至晚第三纪早期，孢粉组合成分有些变化：1) 和水龙骨科等有关的单缝孢子显著增多；2) 和松科有

关的双气囊花粉的类型和数量都逐渐增加；3)和桦科有关的各属、榆科、山毛榉属和椴属等的花粉均有增多；4)菊科和其它草本植物花粉的类型及数量逐渐增加；5)和山毛榉科可能有关的一些三沟及三孔沟类花粉的数量逐渐或明显减少，一些热带及亚热带植物的花粉也都有明显减少(Thomson & Pflug, 1953; Krutzsch, 1957)。Leopold (1969)认为由于气候在中渐新世末变凉，因此渐新世和早中新世时欧洲植物群中的热带的和一些亚热带的分子(*Mastixia*, *Palmae*, *Sapotaceae*)有所减少。在 Chattian 阶的渐新统界限处，孢粉组合的变化主要表现在数量上，虽然某些孢粉类型的出现和绝灭是接近这一界限的，但其它类型的有意义的变化一般都在晚渐新世或早中新世时期。

印度阿萨姆地区以及和孟加拉接壤的孟加拉湾沿岸地区，渐新世的孢粉组合是以小的三沟、三孔沟和三孔花粉的丰富，与水龙骨科可能有关的瘤面及光面单缝孢的适量存在，以及光面三缝孢、水蕨孢子和蓼科等新分子的出现为特征，同时禾本科、菌孢子等也有存在。中新世的孢粉组合却以一些新分子，蓼科一些类型的出现，小的三沟、三孔沟和三孔的花粉的仍然很多，以及与棕榈科有关的具刺单沟花粉的存在等为特征，同时水蕨属孢子仍有存在(Baksi, 1972)。两个组合中的小三沟、三孔沟和三孔花粉都很丰富，它们所代表的母体植物可能有所不同，但花粉形态都很相似；另外两组合中也都见有和水蕨属有关的孢子以及其他三缝和单缝孢子，所以两组合在很多方面是相像的，只是根据少数分子的出现或绝灭来区别的，如在中新世松柏类及草本植物花粉较多，棕榈科花粉常见；渐新世时和山毛榉科可能有关的小三沟及小三孔沟花粉较发育。除此以外，两组合中所含藻类化石也有一定的差别。

亚洲热带地区(加里曼丹)的孢粉组合，从所列的图表来看，如 *Spinozonocolpites* group, *Anacolosidites* cf. *lutescens*, *Striatricolpites catatumbus*, *Monoporites annulatus*, *Psilatricolporites vanwizhei*, *Verrucatosporites usmensis*, *Zonocostites ramonae*, *Magnastriatites howardi* (水蕨属)等在上、下第三系均有分布。但 *Retistephancolporites williamsi*, *Perforitricolpites digitatus*, *Echiperiporites estelae*, *Psiladiporites minimus*, *Crassoretitriletes vanraadshooveni*, *Echitricolporites spinosus* 等只在晚第三纪时较多或只出现于晚第三纪。尤其 *Florschuetzia* 属的各种演化对确定晚第三纪各个时期有一定作用。其中，*F. trilobata* 虽然在渐新世已有出现，但这一属仍不失为划分早晚第三纪的标志。另外，桉木粉属一般多分布于渐新世(Germeeraad, J. H., Hopping, C. A. et Muller, J., 1968)。看来，早晚第三纪依然是根据一些分子的出现和绝灭来确定的。

日本第三纪植物群表现了有规律的变化。早第三纪植物群的温带树种和目前中国长江河谷混合中生植物森林的相似，常绿树种和我国南部的相像。由于寒冷气候的影响，中晚渐新世植物群主要由温带落叶树种和松柏类组成，常绿和暖温带树种减少，至渐新世末，常绿树种甚少，主要为温带型植物。早中新世植物群显示温带甚至寒温带景象。但由于暖流的影响，中中新世植物群为暖温带森林，由常绿和落叶树种组成，其成分和北美西部的非常相像。晚中新世植物群主要是由温带及北极第三纪的分子组成，其中还有暖温带的孑遗分子。上新世时，北极第三纪的分子更为发达，直至第四纪冰期气候来临。从植物群的演变得出：北半球气候自早第三纪末逐渐变凉，至早中新世早期更

凉,随后逐渐变暖,至中新世达到最暖,后又逐渐变凉而至第四纪的冰期气候(Tanai, 1972, 240—243页)。

上述资料证明:1)在早第三纪晚期至晚第三纪早期这一段时间内,植物群和孢粉组合的成分是逐渐变化的;许多分子主要是数量上的变化;一些分子的出现或绝灭也是有先后不同的,并不是恰好都在渐新统和中新统的界限处。2)各地区作为划分上、下第三系界限所采用的分子也是不同的。这取决于它们在数量上的变化是否有阶段性或是否明显,这是由时代越晚植物群的分区越明显和越复杂的规律所决定的。3)北半球第三纪的气候变化,在各地的孢粉组合及植物群中有所反映,但因所处的地区及位置的不同而有强弱的差异。例如松科及反映寒冷气候的分子在北半球北部比较丰富,在南部则松科很少,而桦科等花粉有所增加;又如在加里曼丹地区以 *Florschuetzia* 属为代表的组合在北部其他地区就很难找到。所以我们认为,本区陆相上、下第三系的划分(即早、晚第三纪的确定)只能根据当地的具体资料,参照世界一些地区有关时期植物群和孢粉组合的变化情况加以确定,不能简单地套用。

我国对上、下第三系孢粉的研究在江苏北部和南海北部大陆架地区曾进行过。江苏北部晚渐新世三垛组二段的孢粉组合以一些体积较大的楝粉和网面三沟粉及网面三孔沟粉较多为特征,虽然栎粉属和栗粉属等也占一定份量(在盐城群一组中也有一定的份量),但与以松科花粉和水蕨孢子较发达的盐城群一组比较,还是有明显的区别。虽然三垛组二段与盐城群一组的孢粉组合区别如此明显,足以将两组的时代各自定为早、晚第三纪,但孢粉组合成分有如此明显的变化,正好说明其间地层的缺失,因此看不清楚某些分子演变的来龙去脉。

南海珠江口拗陷的珠海组(E₃)和珠江组(N₁)孢粉组合总的来看是有连续性的,许多分子,如和水龙骨科等有关各类单缝孢子、栗粉属、栎粉属,以及和棕榈科有关的 *Dicopopollis cockelii* 等在两组均有分布。珠海组(苗榆粉属和栎粉属组合)中苗榆粉属和桤木粉属的数量较多;珠江组(栎粉属和平瘤水龙骨科属组合)中平瘤水龙骨科属丰富,苗榆粉属和松科花粉减少,两组以此而相互区别。

对南海北部大陆架涠洲组的时代问题,一直有争论。据《南海北部大陆架第三纪古生物图册》记载,涠洲组含有两个孢粉组合:下部为 *Magnastriatites howardi-Verrutricolporites pachydermus-Utricularipollis* 亚组合,除特征分子 *Verrutricolporites pachydermus* 等外,粗肋孢属(*Magnastriatites*) (即水蕨属孢子)的出现和占有一定份量为其显著特征;上部为 *Pinuspollenites-Polypodiaceosporites-Pediastrum* 亚组合以松科花粉的含量较高为特征,粗肋孢仍然存在。在一些地区粗网孢属(*Crassoretitriletes*)的数量较多,此属在下洋组(中新世)一般是较丰富的,但下洋组却缺少粗肋孢。一种意见认为涠洲组两个亚组合的成分总的来看和欧亚大陆早第三纪的较为相似,一些重要类型与加里曼丹等地渐新世—早中新世的特征相同。鉴于在上覆的下洋组发现了早中新世早期的有孔虫 *Globigerina ciproensis*, 所以涠洲组的时代应归渐新世。另一种意见认为涠洲组的孢粉组合含有多量的水蕨孢子和草本植物花粉,而水蕨孢子在我国陆相上第三系广为分布,草本植物花粉一般在晚第三纪分布较为广泛,所以涠洲组的时代不可能属于早第三纪,而应属早中新世。

这里有两个问题需要提出,即水蕨属孢子(粗肋孢属)的众多出现是否就代表晚第三纪的时代特征。诚然,目前在我国渤海沿岸地区和长江流域一带,水蕨属孢子一般只出现于上第三系,甚至第四系,如馆陶组、盐城群一组及江浙地区的第四系,下第三系一般很少发现。但从生物生存演化的规律来看,某类生物的突然繁盛,除偶然因素外,必伴有发生、发展、繁盛及衰落这一过程。由于地质记录不完全,没有反映出某一发展阶段,这就出现了突然繁盛或快速绝灭的现象。所以,我们认为我国目前温带和暖温带地区下第三系水蕨属孢子缺乏的事实很可能和地质记录不全有关,因为在其上下第三系(东营组和馆陶组、三垛组和盐城群)之间均为不整合接触,说明了地层的缺失,也就失去了水蕨属初期发展的记录。另外,在目前的热带地区,水蕨属孢子从渐新世经过中新世一直延续到第四纪的事实在各大洲均有记载。如水蕨属的 *Magnastriatites howardi* 在美洲加勒比海地区及非洲尼日利亚是从渐新世初期一直延续到第四纪,在亚洲的加里曼丹地区则从晚始新世经过渐新世和中新世一直延续到第四纪。水蕨孢子在孟加拉湾沿岸地区的渐新世和中新世孢粉组合中均有发现,渐新世(Burdwan组和Memari组部分)的孢粉组合以水蕨孢子的众多和一些草本植物花粉的存在为特征。中新世时水蕨孢子仍有存在,草本植物花粉更多(Baksi, 1972, 198—200页)。我们初步认为,水蕨属植物可能起源于亚洲热带地区(始新世晚期),渐新世时有向热带地区扩展而后再向北推进的趋势。这样,对我国温带及暖温带地区早第三纪时水蕨孢子缺少,而热带地区南海北部大陆架涠洲组中存在众多的水蕨孢子的现象就完全可以理解了。至于下洋组等缺乏水蕨孢子可能与当地的生态条件(海侵)有关。总之,在目前热带地区水蕨孢子的出现似乎并不能被视为是晚第三纪的标志。其次是关于草本植物在确定早晚第三纪时代方面的作用。晚第三纪的孢粉组合中草本植物一般比较丰富,一些特殊演化类型(如菊科等属种)的出现有时确实可以指明地质时代。但总的说来,由于三沟及三孔沟类型花粉一般难以准确鉴定,所以根据草本植物总的比例来确定上下第三系的界限,目前尚难做到。由于生态环境的不同,各地草本植物的出现和发展程度往往也不一样。这些问题有待继续研究。总之,根据孢粉组合来确定早晚第三纪,尤其是其界限,是一个十分复杂的问题,涉及的因素很多。我们根据本区实际情况对其早、晚第三纪孢粉组合特征综合分析如下:

1. 古老类型的孢粉(如白垩纪和早第三纪常见的希指蕨孢属、克拉梭粉属、山龙眼粉属、亚三孔粉属、江苏粉属和江汉粉属等)在早第三纪常有出现,晚第三纪缺乏。
2. 松柏类主要是松科的各属花粉从早第三纪末期开始增加,到晚第三纪早期增加可能更明显。
3. 在早晚第三纪过渡时期,由于气候变冷的影响,反映寒冷气候的桦科花粉,如柁木粉属、桦粉属、拟桦粉属和苗榆粉属的数量都有所增加,其中有些还占有较显著的位置。
4. 和水龙骨科等有关的凸瘤水龙骨科属、平瘤水龙骨科属和水龙骨科单缝孢属等在晚第三纪都有较多或明显的增加。
5. 和水生的水蕨属、槐叶萍属和菱属等有关的孢粉在早第三纪末期可能有些分布,在晚第三纪数量明显变多。

6. 草本双子叶植物, 如蓼科、藜科、石竹科和菊科等的花粉在晚第三纪都比较丰富, 早第三纪时多零星出现或缺乏。就是单子叶植物的禾本科、莎草科和百合科等的花粉, 即使出现的时代可能早些, 但发展时期也在晚第三纪。

7. 晚第三纪孢粉的母体植物目前多生长于化石产地的附近, 如一些草本植物, 以及水蕨、菱等植物目前在邻近本研究区的华东地区均有生长, 它们的多量出现是晚第三纪的标志。

根据上述多方面因素, 我们认为东海陆架龙井构造带上、下第三系的界限应划在孢粉组合 1 和 2 之间, 其下的以栎粉属-网面三沟粉属-三瓣粉属为特征的组合的时代为早第三纪, 其上的以松科-菱粉属为特征的组合属于晚第三纪。

(二) 各孢粉组合特征及其地质时代 (图 2)

1. 栎粉属-网面三沟粉属-三瓣粉属组合 (The *Quercoidites-Retitricolpites-Trilobapollis* Assemblage)

分布于花港组, 孢粉化石不丰富, 类型较单调, 其主要属种的百分含量为,

藻类分子 0—42.9%

<i>Bohaidina</i>	0—1.8%	<i>Dictyotidium</i>	0—1.6%
<i>Cleistosphaeridium</i>	0—1.6%	<i>Rugasphaera</i>	0—1.8%
<i>Tenua</i>	0—23.2%	<i>Granodiscus</i>	0—1.6%
<i>Filisphaeridium</i>	0—27.4%	<i>Leiosphaeridia</i>	0—12.0%
<i>Deflandrea</i>	0—+	<i>Foveinaperturites</i>	0—4.0%
<i>Ovoidites</i>	0—1.6%		

蕨类孢子 0—41.7%

<i>Osmundacidites</i>	0—2.0%	<i>Magnastriatites</i>	0—26.7%
<i>Lycopodiumsporites</i>	0—1.6%	<i>Polypodiaceasporites</i>	0—36.1%
<i>Toroisporis</i>	0—8.1%	<i>Crassoretitriletes</i>	0—2.8%

裸子植物花粉 0—67.7%

<i>Ginkgo</i>	0—1.6%	<i>Abietinaepollenites</i> +	
<i>Podocarpidites</i>	0—2.7%	<i>Pinuspollenites</i>	0—32.3%
<i>Cedripites</i>	0—6%	<i>Taxodiaceapollenites</i>	0—15%

被子植物花粉 22.6—100.0%

<i>Salixpollenites</i>	0—3.0%	<i>Ilexpollenites</i>	0—1.5%
<i>Juglanspollenites</i>	0—16.9%	<i>Aceripollenites</i>	0—1.5%
<i>Caryapollenites</i>	0—5.4%	<i>Fraxinopollenites</i>	0—4.0%

<i>Alnipollenites</i>	0—16.2%	<i>Operculumpollis</i>	0—1.3%
<i>Betulaceoipollenites</i>	0—2.7%	<i>Retitricolpites</i>	0—76.7%
<i>Betulaepollenites</i>	0—2.0%	<i>Trilobapollis</i>	0—12.6%
<i>Carpinipites</i>	0—2.2%	<i>Tricolpites</i>	0—5.2%
<i>Faguspollenites</i>	0—1.2%	<i>Persicarioipollis</i>	0—10.6%
<i>Quercoidites</i>	0.9—60.6%	<i>Graminidites</i>	0—11.0%
<i>Ulmipollenites</i>	0—30.0%	<i>Chenopodipollis</i>	0—1.5%
<i>Ulmoideipites</i>	0—6.0%	<i>Fupingopollenites</i>	0—3.6%
<i>Celtispollenites</i>	0—0.7%	<i>Sporotrapoidites</i>	0—8.8%
<i>Rhoipites</i>	0—1.8%	<i>Tricolporopollenites</i>	0—3.3%
<i>Symplocoipollenites</i>	0—1.5%	<i>Tiliaepollenites</i>	0—24.1%
<i>Rutaceoipollis</i>	0—6.0%	<i>Proteacidites</i>	0—1.2%
<i>Gothanipollis</i>	0—1.0%	<i>Arecipites</i>	0—1.6%
<i>Liquidambarpollenites</i>	0—3.6%		

孢粉组合的主要特征是：1)被子植物花粉为主，其中主要是三沟花粉，如栎粉属、网面三沟粉属和三瓣粉属等，和桦科及榆科有关的花粉也有出现，但数量不如前一类多；2)少量松柏类花粉，主要为松科，杉科在某些层位有一定含量；3)孢子含量总的来看是不多的，水龙骨科的单缝孢子在少数层位有一些含量，和水蕨属有关的粗肋孢也有发现，但含量一般不高，平均不超过5%；4)一些草本植物，如禾本科、蓼科和藜科等花粉多为零星出现；5)出现和菱属有关的花粉，但含量很低，最高不超过10%（个别层位）；6)在本组的下部层位发现沟鞭藻类囊孢化石。

当前讨论的孢粉组合地质时代属于早第三纪的理由：1)在晚第三纪十分发育的草本植物花粉在本组中不多；2)在本地区晚第三纪十分丰富的粗肋孢和菱粉在本组合中甚少或不占重要位置；3)栎粉属中主要是小亨氏栎粉（*Quercoidites microhenrici*）和小栎粉（*Q. minutus*），它们在我国的新新统较为发育。网面三沟粉属中的马托拉网面三沟粉（*Retitricolpites matauraensis*）和蜂巢网面三沟粉（*R. alveolatus*）等也是世界各地早第三纪分子；4)三瓣粉属的两个种，即 *Trilobapollis leptus*, *T. ellipticus* 在南海北部大陆架多分布于渐新统，它们在本构造带以上的组合中从未出现或只零星出现。

和本组合大致可以对比的组合有渤海沿岸地区栎粉属含量高的小亨氏栎粉-小榆粉亚组合和小亨氏栎粉-柁木粉属-伸长杉粉-水龙骨单缝孢亚组合。它们的共同特征是：1)组合中均以被子植物为主，松柏类和孢子都不多；2)被子植物以栎粉属为主，小亨氏栎粉的数量不少；榆科、胡桃科和桦科的花粉均占有一定份量；3)含有一些草本植物花粉，但数量不多；4)松柏类主要是松科和杉科的花粉，后者的含量有时不低；5)孢子主要是水龙骨单缝孢属。它们的不同点是：当前组合中的网面三沟粉的数量较多，粗肋孢和菱粉的存在；渤海沿岸地区组合中的麻黄粉类型较多，榆粉属的含量也较高。这些区别是和所处的纬度及其环境的不同有关。

南海北部大陆架的 *Magnastriatites howardi-Trilobapollis-Verrutricolporites pachydermus-Retitricolpites cf. matauraensis* 组合，以哈氏粗肋孢大量出现，三瓣粉和马托