

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

山东聊城地区中新世生物地层学研究

赵秀丽 张锡麒 王明镇

山东科技大学地球信息科学与工程学院, 泰安, 271019

内容提要 通过对山东聊城许营地区Ⅱ₂₀、Ⅶ₁₄钻孔石炭-二叠系与第四系(平原组)之间新近纪地层中孢粉化石和介形虫化石研究, 建立了一个 *Magnastriatites-Ulmipollenites-Liquidambar pollenites* 孢粉组合和一个 *Limnocythere gudaoensis-Cyprinotus (Heterocypris) formalis-Candona planus* 介形虫组合。上述孢粉组合和介形虫组合经与山东北部、渤海海域、江苏北部、陕西渭河盆地、松辽盆地、东海陆架盆地龙井构造带等地新近纪地层对比, 其地质时代应归属于新近纪中新世。

关键词 中新世 生物地层学 山东聊城

聊城地区位于山东西北部, 属鲁西北平原区。20世纪50年代中期, 地质部华北石油普查大队、石油工业部华北石油勘探处等单位曾对鲁西北平原深部地层做过一些钻井揭露和测井研究, 但研究程度较低。20世纪90年代, 山东地质二队在本区晚古生代煤炭勘探中曾对其上覆地层做过粗略地研究, 将其归入新近系(中、上新世)及第四系^①。近几年在区内石炭-二叠系煤炭勘探中, 广泛揭露了本区的新近纪地层, 地层以河湖相沉积为主, 厚薄不均, 不整合于二叠系之上; 其上部被第四系所覆盖。笔者采自山东省聊城许营地区Ⅱ₂₀和Ⅶ₁₄钻孔(图1)的样品, 经分析在Ⅱ₂₀孔深698m、700m和Ⅶ₁₄孔深804m处发现含有较丰富的孢粉化石及Ⅱ₂₀孔深698m含介形虫化石。通过对孢粉和介形类化石的详细研究, 建立了 *Magnastriatites-Ulmipollenites-Liquidambar pollenites* 孢粉组合和 *Limnocythere gudaoensis-Cyprinotus (Heterocypris) formalis-Candona planus* 介形虫组合。生物地层区域对比表明, 这套地层大致相当于山东北部的馆陶组上段和渤海海域的明化镇组下段, 其地质时代为新近纪中新世。通过对孢粉组合所反映的古植被成分分析, 显示当时的古气候为中中新世最温暖期, 大致相当于现今的中亚热带气候。

过去该区有关新近纪古生物地层的研究报道甚少, 本文所报道的新成果不仅为该区地层的精确划分与区域对比提供了可靠的依据, 而且为恢复该区

的古气候、古环境, 进而为研究欧亚区新近纪气候变化事件提供有力的证据。

1 地层简述

根据钻孔资料其地层层序如下:

上覆: 第四系(Q), 厚度约120m。

~~~~~不整合~~~~~

新近系(包括馆陶组上段和明化镇组下段, 二者为整合接触, 岩性分界不明显): 上部以褐黄色、棕红色粘土、砂质粘土为主, 夹中细、中粗和含砾砂岩, 含钙质、锰质结核; 下部以砂质粘土为主, 夹砂岩、粘土岩, 含钙质结核, 结构致密。厚度620m。

~~~~~不整合~~~~~

下伏: 二叠系上统上石盒子组

2 *Magnastriatites-Ulmipollenites-Liquidambar pollenites* 孢粉组合特征及地质时代

此次分析样品采自聊城许营钻孔Ⅱ₂₀和Ⅶ₁₄, 共分析15块样品, 其中3块含有丰富的孢粉化石, 2块含有丰富的介形虫化石, 经过鉴定统计, 孢粉属种百分含量如表1, 在这个孢粉组合中蕨类植物孢子 *Magnastriatites* 含量较多, 被子植物花粉 *Ulmipollenites*, *Liquidambar pollenites* 的含量居主导地位, 并且它们是该组合中具有显著特征的典型分

注: 本文为国家自然科学基金项目(编号 49972021)资助的成果。

① 山东省地质二队. 1988. 山东省阳谷—茌平煤田聊城矿区普查勘探工程地质技术报告。

收稿日期: 2003-12-30; 改回日期: 2004-03-10; 责任编辑: 王思恩。

作者简介: 赵秀丽, 女, 1968年生。山东科技大学硕士研究生。研究方向: 古生物地层学。通讯地址: 271019, 泰安市, 山东科技大学地球信息与工程学院。

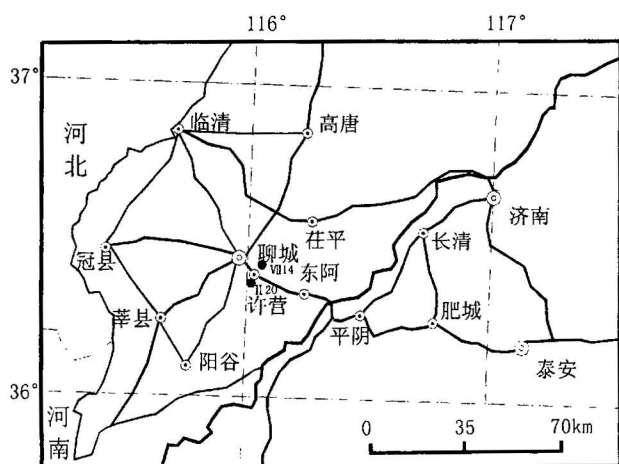


图1 山东聊城钻孔Ⅱ₂₀、Ⅶ₁₄的地理位置图

Fig. 1 Geographic location of drills Ⅱ₂₀、Ⅶ₁₄ in Liaocheng, Shandong

子,因此命名为 *Magnaestriatites-Ulmipollenites-Liquidambarpollenites* 组合。

2.1 孢粉组合特征

据统计孢粉组合计有46科,58属,67种及未定种(表1)。其组合特征如下:①组合中被子植物花粉占绝对优势,含量62.16%~85.25%;其次为蕨类植物孢子,含量7.77%~23.53%;藻类,含量0.43%~24.7%;裸子植物花粉含量最少,为1.8%~6.48%,在组合中不占重要地位。②被子植物花粉中以暖温带的榆科、胡桃科、山毛榉科为主,其中主要是 *Ulmipollenites*, *Caryapollenites*, *Juglanspollenites*, *Quercoidites*。热带、亚热带类型也占有一定数量,如 *Liquidambarpollenites*, *Rutaceipollis*, *Sapindacoidites*, *Nyssapollenites*, *Magnoliipollis* 等,前两者的最高含量可达15%以上。另外喜湿热的双子叶草本植物花粉也较为发育,如单柱花科 *Fupingopollenites* 的含量可达5%以上,此外, *Persicarioipollis*, *Nelumboipollis*, *Liliacidites*, *Sporotrapoidites*, *Catypophyllidites* 也较常见。旱生草本植物花粉如 *Labitricolpites*, *Chenopodiipollis*, *Artemisiaepollenites*, *Graminidites* 等仅少量见到。③裸子植物花粉含量在组合中居于极次要的地位,其中仍以具气囊的松科含量最高,除单双束松外,还见有少量的喜热分子,如 *Podocarpidites*, *Tsugaepollenites*, *Taxodiaceaeipollenites*。④蕨类植物孢子以喜湿热的水蕨科的粗肋孢 *Magnaestriatites* 占优势,局部层段可达15%,常见有 *Magnaestriatites howardi*, *M.*

eurystriatus, *M. minutus*, 此外水龙骨科、凤尾蕨科、海金沙科的孢子也有一定数量。

2.2 地质时代探讨

聊城许营地区新近纪的 *Magnaestriatites-Ulmipollenites-Liquidambarpollenites* 孢粉组合与山东北部馆陶组上段(单怀广等,1997) *Magnaestriatites-Caryapollenites-Fupingopollenites* 孢粉组合及渤海海域明化镇组下段(关学婷等,1989) *Magnaestriatites-Fupingopollenites-Liquidambarpollenites* 孢粉组合十分相似,它们的共同特征是:①被子植物花粉是组合中的优势分子,裸子植物花粉和蕨类孢子均处于次要地位。②被子植物花粉中虽以暖温带的榆科、胡桃科、山毛榉科、桦科为主,但喜暖热的热带—亚热带属种也占有明显比例,如山核桃粉属、枫香粉属、芸香粉属、紫树粉属、楝粉属、木兰粉属、栗粉属等,其中并以枫香粉属(一般均在10%以上,高者达45%)、山核桃粉属(一般在6%~10%,高者达25%)含量较高。③喜湿热的湿生和水生草本植物花粉较为发育,如伏平粉属、蓼粉属、莲粉属、菱粉属、百合粉属、眼子菜粉属,三地孢粉组合中均具一定含量,其中尤以伏平粉含量最高,如山东北部馆陶组上段、渤海海域明化镇组下段伏平粉含量高达34%。而本区为总含量的10%以上。④耐干旱的草本植物花粉禾本粉属、蒿粉属、藜粉属、十字花粉属、毛茛粉属均有出现,但含量较少。⑤蕨类植物以喜湿热的水蕨科的粗肋孢属占优势,一般均在15%~25%。高者达80%以上。此外,还有一定量的水龙骨科、凤尾蕨科、海金沙科的孢子,较常见的是水龙骨科中的光面及瘤面水龙骨科单缝孢。⑥裸子植物花粉以具气囊的松科花粉为主,一般含量可达10%以上,其中除单、双束松粉及云杉粉属外,还见有少量的喜热的罗汉松粉属、铁杉粉属、雪松粉属、杉粉属。

上述三个孢粉组合虽具以上许多共同点,但仍存在着一些差异,如本组合中山毛榉科的栎粉属含量(2.5%~34%)均高于山东北部馆陶组上段(0%~18%)及渤海海域的明化镇组下段(0%~4.2%),另外,本组合中的喜暖热的山核桃粉属(0.55%~6.91%)、伏平粉属(0%~5.18%)、粗肋孢粉属(4.1%~14.2%)及菱粉属(0%~0.85%)虽在组合中占据显著地位,但其含量都略低于以上两地区馆陶组上段、明化镇组下段孢粉组合中四属的含量。以上不同可能由于地理位置(距海的远近)不同引起的古气候差异所致。

表 1 孢粉组合组成及百分含量

Table 1 Ingredient and percent of the spore-pollen assemblage

| 属种类型 | 百分含量(%) | 属种类型 | 百分含量(%) |
|--|------------|--|------------|
| Algae 藻类 | 0~3.35 | <i>Campenia circullata</i> | 0.43~17.6 |
| <i>Ovoidites ligneolus</i> | 0~0.85 | <i>Campenia</i> sp. | 0~6.9 |
| <i>Psiloschizosporis parvus</i> | | | |
| Pteridophyta 蕨类植物孢子 | 0.44~5.9 | <i>Magnastriatites howardi</i> | 4.1~14.2 |
| <i>Sphagnumsporites minor</i> | 0~1.18 | <i>Magnastriatites eurystriatus</i> | 0~0.84 |
| <i>Lygodiumsporites</i> sp. | 0.44~1.78 | <i>Magnastriatites minutus</i> | 0~0.82 |
| <i>Toroisporites crassixenus</i> | 0.44~2.21 | <i>Polypodiaceasporites adiscordatus</i> | 0.44~2.86 |
| <i>Pterisporites tuberosus</i> | 0~0.44 | <i>Polypodiisporites</i> sp. | 0~0.44 |
| <i>Pterisporites zonatus</i> | | | |
| Gymnosperm 裸子植物花粉 | | <i>Tsugapollenites</i> sp. | 0~0.86 |
| <i>Ginkgoetectina</i> sp. | 0~0.58 | <i>Abietinae pollenites</i> sp. | 0~0.90 |
| <i>Pinuspollenites</i> sp. | 0~3.03 | <i>Podocarpidites</i> sp. | 0~0.43 |
| <i>Piceapollenites</i> sp. | 0~1.29 | <i>Taxodiaceapollenites</i> sp. | 0~0.90 |
| <i>Laricoidites magnus</i> | 0~2.99 | <i>Ephedripites minor</i> | 0~0.43 |
| Angiosperm 被子植物花粉 | | | |
| <i>Quercoidites asper</i> | 1.28~14.27 | | 0~1.85 |
| <i>Quercoidites henrici</i> | 1.29~19.81 | | 0~1.29 |
| <i>Fagus pollenites</i> sp. | 0~0.86 | <i>Betulae pollenites</i> sp. | 0~0.9 |
| <i>Cupliferoiipollenites fusus</i> | 0.58~3.6 | <i>Alnipollenites</i> sp. | 0~0.86 |
| <i>Rhoipites</i> sp. | 0~0.85 | <i>Momipites</i> sp. | 4.65~14.7 |
| <i>Meliaceoidites minor</i> | 0.5~4.27 | <i>Ostryoiipollenites rhenanus</i> | 2.34~19.32 |
| <i>Meliaceoidites</i> sp. | 0~1.8 | <i>Ulmipollenites minor</i> | 0~2.16 |
| <i>Rutaceoiipollis</i> sp. | 0~0.85 | <i>Ulmipollenites undulosus</i> <i>Celtis pollenites</i> sp. | 0~0.55 |
| <i>Symplocos pollenites orbiformis</i> | 0~0.85 | <i>Nitrariadites</i> sp. | 0~0.9 |
| <i>Elaeagnacites asper</i> | 0~0.90 | <i>Qinghaiipollis elegans</i> <i>Salixipollenites</i> sp. | 0.43~6.4 |
| <i>Tiliae pollenites indubitabilis</i> | 0~0.5 | <i>Corsiniipollenites</i> sp. | 0~0.43 |
| <i>Liquidambar pollenites</i> | 0.90~9.08 | <i>Fupingopollenites wackersdorffensis</i> | 0~5.18 |
| <i>stigmaeusNyssa pollenites</i> sp. | 0~0.85 | <i>Persicarioipollis</i> sp. | 0~1.17 |
| <i>Magnoliipollis</i> sp. | 0~1.17 | <i>Sporotrapoidites erdtmanii</i> | 0~0.85 |
| <i>Euphorbiacites</i> sp. | 0.86~4.12 | <i>Nelumboipollis</i> sp. | 0.43~3.42 |
| <i>Fraxinoipollenites</i> sp. | 0~3.42 | <i>Ranunculacidites</i> sp. | 0~1.17 |
| <i>Oleoidearumpollenites</i> sp. | 0~1.28 | <i>Labitricolpites</i> sp. | 0~0.9 |
| <i>Operculumpollis operculatus</i> | 0.43~11.17 | <i>Caryophyllidites</i> sp. | 0~0.85 |
| <i>Aceripollenites</i> sp. | 0~0.43 | <i>Chenopodiipollis</i> sp. | 0~1.8 |
| <i>Caryapollenites simplex</i> | 0.55~6.91 | <i>Artemisiae pollenites</i> sp. | 0.43~0.9 |
| <i>Juglans pollenites verus</i> | 0~1.72 | <i>Potamogetonacidites</i> sp. | 1.17~3.85 |
| <i>Pterocarya pollenites stellatus</i> | 0~0.43 | <i>Graminidites</i> sp. | 0~0.43 |
| <i>Engelhardtoidites</i> sp. | 0~1.28 | <i>Sparganiaceae pollenites</i> sp. | 0~3.42 |
| <i>Betulaceoiipollenites</i> sp. | 0~0.58 | <i>Cyrillaceae pollenites</i> sp. | 0~3.0 |

山东北部馆陶组上段和渤海海域明化镇组下段孢粉组合,曾以喜暖树种丰富,裸子植物松科含量较少,水蕨属、菱属及槐叶萍属较为发育等特征,而与我国东部由动、植物化石和同位素年龄(20~24Ma)所确定的中中新世山旺组地质时代相当(宋之琛,1959;宋之琛等,1999)。由此看来与山东北部馆陶组

上段和渤海海域明化镇组下段孢粉组合相似的聊城许营地区新近纪的 *Magnastriatites-Ulmipollenites-Liquidambar pollenites* 孢粉组合的地质时代应归属中中新世。

另外,本组合中含量较高而与水蕨属有亲缘关系的 *Magnastriatites* 一属广泛分布于我国东南沿海

地区的渐新世—第四纪地层中,但其大量出现于中新世,中新世中晚期是其最繁盛阶段(贺振建等, 2000),如山东北部馆陶组上段下部(中中新世早期)粗肋孢属在组合中平均含量达10%,中上部(中中新世中—晚期)含量继续上升,并达到了顶峰,平均含量达27.82%,最高可达86%;渤海海域粗肋孢属大量增加(最高达80%)位于明化镇组下段(中中新世),至明化镇组上段(晚中新世)即大幅度下降(10%以下);苏北和南黄海盆地粗肋孢属的高含量(4.4%~19%)主要分布于下盐城组(中新世)(宋之琛等,1981);东海陆架盆地粗肋孢属的高含量值(0%~66.9%)分别见于海龙井组和玉泉组(中中新世),除上述各地粗肋孢属分布较广,含量较高外,三江盆地富锦组、松辽盆地大安组、浙江新昌中中新统嵊县组、福建漳浦中新统佛县组、江西广昌中中新统头陂组均少量或零星见有粗肋孢属。从东南沿海各地粗肋孢属高含量带的时代分布来看,主要局限于中新世,往往在中中新世中晚期达到最高峰,本区新近纪孢粉组合中除粗肋孢属含量较高外,伴随的其他孢粉化石也与山东北部馆陶组上段和渤海海域明化镇组下段较为相似,它们都以亚热带和温带类型为主,几乎没有典型的旱生植物出现。从而更进一步证实该段地层的地质时代应归属中中新世,根据亚洲及欧洲一些地区新近纪气候变化的事件研究,早中新世中晚期至中中新世中期以温暖时期为主,为新近纪的最暖气候期。因此有人把我国山旺植物群和日本台岛型植物群代表新近纪这一时期的植物群(暖温带森林型)。

聊城许营地区的新近纪孢粉组合所反映的植被成分生存于热带—亚热带的成分较多,如山核桃属、枫香属、木兰属、楝属、昆栏树属、芸香属、菱属、杉科等;温带成分栎属、山毛榉属、榆属、朴属、胡桃属、桦属、榛属、柳属等也相当繁盛。以上热带—亚热带及温带树种组成了本区的常绿和落叶阔叶森林型植被,森林下部生长着十分繁茂喜湿热的蕨类植物水蕨科、水龙骨科、凤尾蕨科、海金沙科等。草本植物也较为繁盛,除生长于林下、水边的单、双子叶植物,还有生长于水中的沉水型植物(睡莲科、菱科、眼子菜科)和浮水型植物(浮萍、水莲),水体中浅水和半深水体的藻类也十分茂盛。这一切均表明本区该段地层沉积时是新近纪气候最温暖时期,大致相当于现今中亚热带气候,即长江中下游以南的浙、皖、赣、闽等地的气候。

3 介形虫化石

该区Ⅱ₂₀—B₈钻孔698m的粉砂质泥岩中含有十分丰富的介形虫化石,经鉴定计有:*Limnocythere cincture* (带形湖花介), *L. gudaoensis* (孤岛湖花介), *Cyprinotus (Heterocypris) chiuhsienensis* (邱县异星美星介), *C. (H) formalis* (正式异星美星介), *Mediocypris cf. shandongensis* (山东中星介相似种), *Candona planus* (扁平玻璃介), *C. subplanus* (近扁平玻璃介), *C. sinuosa* (弯曲玻璃介), *C. cf. jucundus* (适意玻璃介相似种), *C. cf. henanensis* (河南玻璃介相似种), *C. subacuta* (近锐玻璃介), *Candona (Cryptocandona) aff. Vavrai* (魏氏隐玻璃玻璃介亲近种), *Candoniella albicans* (纯净小玻璃介), *C. candida* (光亮小玻璃介), *Candoniella mirabilis* (奇异小玻璃介), *Eucypris* sp. (真星介未定种)等约6属15种。根据其所含介形虫化石的类别及丰富程度,可称之为 *Limnocythere gudaoensis-Cyprinotus (Heterocypris) formalis-Candona planus* 组合。本组合的许多分子曾见于山东北部馆陶组上段至明化镇组下段介形虫组合(*Mediocypris shandongensis-Potamocypris shanwangensis-Limnocythere luculenta* 组合)的下部 *Limnocythere gudaoensis-Candona planus-Potamocypris shanwangensis* 亚组合(单怀广等,1997),如 *Limnocythere gudaoensis*, *Mediocypris shandongensis*, *Candona planus*, *C. subplanus* 都是两组合的主要成员,而且是在山东北部仅分布于馆陶组上段的属种。此外,苏北盐城组产出的 *Limnocythere cincture*, *Cyprinotus (Heterocypris) chiuhsienensis*, *Candona (Cryptocandona) aff. Vavrai* 以及产于渭河盆地冷水沟组的 *Candoniella albicans*, *C. candida*, *Candoniella mirabilis* 在本区介形虫组合中均有见之(侯佑堂等,1982)。山东北部馆陶组上段已有介形虫、腹足类、轮藻、孢粉化石论证,将其归属中中新世;苏北盐城组、渭河盆地冷水沟组的地质时代也均有介形虫、轮藻、孢粉化石等证实归入中新世。据此推断与本区孢粉组合及产于同一层位的介形虫组合,其地质时代也应归属于中中新世为宜。

综上所述,孢粉植物群和介形虫动物群所反映的地质时代是一致的,即为新近纪中中新世,大致相当于山东北部广泛分布的馆陶组上段。

参 考 文 献

关学婷,范慧萍,宋之琛,等. 1989. 渤海海域晚新生代孢粉学研究. 南

京:南京大学出版社。

贺振建,李经荣,蒋光秀,贾风华. 2000. 粗肋孢属 *Magnastriatites* 的时空分布及其地质意义. 中国含油气盆地孢粉学论文集. 北京:石油工业出版社. 165~169.

侯佑堂,陈德琼,杨恒仁,何俊德,等. 1982. 江苏地区白垩纪—第四纪介形类动物群. 北京:地质出版社, 19~37. 图版.

宋之琛. 1959. 山东山旺中新世地层中的孢粉组合. 古生物学报, 7(2):99~109.

宋之琛,郑亚惠,刘金陵,等. 1981. 江苏地区白垩纪—第三纪孢粉组合. 北京:地质出版社, 1~290.

宋之琛,等. 1999. 中国孢粉化石(第一卷). 晚白垩世和第三纪孢粉. 北京:科学出版社, 1~910.

单怀广,李经荣,姚益民,夏玉荣,等. 1997. 山东北部晚第三纪古生物群. 北京:石油工业出版社, 1~23. 图版1~6.

References

- Guan Xueting, Fan Huiping, Song Zhichen, Zheng Yahui. 1989. Study On Late Cenozoic Palynology of bohai. Nanjing: Nanjing University Press(in Chinese).
- He Zhenjian, Li Jingrong, Jiang Guangxiu, Jia Fenghua. 2000. The Distribution and Geological Significance of Magnastriatites. Symposium on Palynology of Petroliferous Basin in China. Beijing: Petroleum Industry Press, 165~169 (in Chinese with English abstract).
- Hou Yutang, Chen Techuung, Yang Hengren, Ho Junde, et al. 1982. Cretaceous—Quaternary Ostracoda Fauna From Jiangsu. Beijing: Geological Publishing House, 19~37, Plate (in Chinese).
- Song Zhichen. 1959. Miocene Sporopollen Complex of Shanwang, Shandong. Acta Palaeontology Sinica. 7(2):99~109(in Chinese with English abstract).
- Song Zhichen, Zheng Yahui, Liu Jinling, et al. 1981. Cretaceous—Tertiary Palynological Assemblages From Jiangsu. Beijing: Geological Publishing House, 1~290(in Chinese).
- Song Zhichen, et al. 1999. The Late Cretaceous and Tertiary Spores and Pollen Fossil. Spores and Pollen of China. Vol. 1. Beijing: Science Press, 1~910(in Chinese).
- Shan Huaiguang, Li Jingrong, Yao Yimin, Xia Yurong, et al. 1997. Neogene Palaeontology from North of Shandong. Beijing: Petroleum Industry Press, 1~23, Plate1~6(in Chinese).

图版说明

图版 I

(所有标本均保存在山东科技大学地球科学院微体古生物分析室,除注明外均放大800倍)

1. *Magnastriatites howardi* Germeraad, Hopping et Muller, 1968 哈氏粗肋孢; 玻片号 II₂₀—B₈, ×500.
2. *Schizosporis verrucosus* Sung et Lee, 1976 对裂藻; 玻片号 II₂₀—B₈, ×5003. *Campania* sp. 褶皱藻; 玻片号 II₂₀—B₈, ×500.
4. *Pinuspollenites labdacus* (Potonie) Raatz, 1937 双束松粉; 玻片号

II₂₀—B₈, ×500.

5. *Polypodiaceoisporites* sp. Potonie, 1951 ex Potonie, 1956 具环水龙骨孢属; 玻片号 II₂₀—B₈.
6. *Betulaceipollenites bituitus* (Pot.) Potonie, 1960 拟桦粉; 玻片号 VII₁₄—B₁.
7. *Ostryoiipollenites rhenanus* (Thoms.) Potonie, 1951 来茵苗榆粉; 玻片号 II₂₀—B₁₁.
- 8~10. *Momipites* sp. 拟榛粉属; 玻片号 II₂₀—B₁₁.
11. *Alnipollenites metaplasms* (Potonie) Potonie, 1960 变形桤木粉; 玻片号 VII₁₄—B₁.
12. *Juglanspollenites verus* Raatz, 1939 真胡桃粉; 玻片号 VII₁₄—B₁.
13. *Juglanspollenites tetraporus* Sung et Tsao, 1980 四孔胡桃粉; 玻片号 VII₁₄—B₁.
14. *Pterocaryapollenites stellatus* (Potonie) Raatz, 1938 星形枫杨粉; 玻片号 VII₁₄—B₁.
15. *Ranuncula vulgaris* Song et G. X. Li, 1989 平常毛茛粉; 玻片号 VII₁₄—B₁.
16. *Caryapollenites simplex* (Pot.) Raatz, 1937 光山核桃粉; 玻片号 II₂₀—B₈.
17. *Ulmoideipites tricoatus* Anderson, 1960 三肋脊榆粉; 玻片号 II₂₀—B₈.
18. *Ulmipollenites undulosus* Wolff, 1934 波形榆粉; 玻片号 II₂₀—B₈.
19. *Celtispollenites dongyingensis* Ke et Shi, 1978 东营朴粉; 玻片号 VII₁₄—B₁.
20. *Liquidambarpollenites stigmosus* (Pot.) Raatz, 1938 满点枫香粉; 玻片号 VII₁₄—B₁.
21. *Caryophyllidites* sp. 石竹粉属; 玻片号 VII₁₄—B₁.
22. *Chenopodiipollis microporatus* (Nakoman) Liu, 1981 小藜粉; 玻片号 II₂₀—B₈.
- 23, 24. *Quercoidites microhenrici* (Pot.) Potonie, 1950 小亨氏栎粉; 玻片号 II₂₀—B₈.
25. *Quercoidites henrici* (Pot.) Pot., Thoms. et Their., 1950 亨氏栎粉; 玻片号 II₂₀—B₈.
26. *Salixipollenites* sp. 柳粉属; 玻片号 II₂₀—B₈.
27. *Rhoipites* sp. 漆树粉属; 玻片号 II₂₀—B₈.
- 28, 34. *Nitrariadites minor* (Wang) Zhu, 小拟白刺粉; 玻片号 II₂₀—B₈.
- 29, 33. *Rutaceipollis* sp. 芸香粉属; 玻片号 II₂₀—B₁₃.
30. *Operculumpollis operculatus* Sun, Kong et Li, 1980 具盖粉; 玻片号 II₂₀—B₈.
31. *Artemisiaepollenites minor* Song, 1985 小蒿粉; 玻片号 II₂₀—B₁₃.
32. *Meliaceoidites* sp. 楝粉属; 玻片号 II₂₀—B₁₁.
33. *Nyssapollenites oviiformis* M R Sun, 1989 卵形紫树粉; 玻片号 II₂₀—B₁₁.
35. *Quercoidites asper* (Thomso et Pflig) Sung et Zheng, 1978 粗糙栎粉; 玻片号 II₂₀—B₈.
36. *Fupingopollenites wackersdorffensis* (Thiele—Pfeiffer) Liu, 1985 瓦克斯道夫伏平粉; 玻片号 II₂₀—B₈.
37. *Retitricolparites* sp. 三孔沟粉属; 玻片号 VII₁₄—B₁.
38. *Tiliaepollenites indubitabilis* (Pot.) Potonie, 1960 小椴粉; 玻片号 VII₁₄—B₁.
39. *Elaeagnacites asper* Zheng, 1985 粗糙胡颓子粉; 玻片号 II₂₀—

B₁₁。

40. *Sporotrapoidites erdtmanii* (Nagy) Nagy, 1985 埃特曼菱粉; 玻片号Ⅱ₂₀—B₈。
41. *Retitricolpites* sp. 网面三沟粉属; 玻片号Ⅶ₁₄—B₁。
42. *Euphorbiacites* sp. 大戟粉属; 玻片号Ⅶ₁₄—B₁。
43. *Nelumboipollis nelumboides* 莲型莲粉属; 玻片号Ⅱ₂₀—B₈。

图版Ⅱ

(介形虫标本均放大40倍)

- 1~3. *Limnocythere cincturata* Mandelstam 带形湖花介。
- 1~3. 雌性完整个体, 右视、左视、背视; 登记号Ⅱ₂₀—B₁₁(19) 产地及层位: 聊城, 新近系馆陶组。
4. *Limnocythere gudaoensis* Shan et Qu 孤岛湖花介雄性单瓣个体, 左视; 登记号Ⅱ₂₀—B₁₁(15) 产地及层位: 同上。
- 5~7. *Candona subacuta* Yang, 1982 近锐玻璃介。
- 5~7. 完整个体, 左视、右视、背视; 登记号Ⅱ₂₀—B₁₁(1) 产地及层位: 同上。
- 8~10. *Candoniella albicans* (Brady) 纯净小玻璃介。
- 8~10. 完整个体, 左视、右视、背视; 登记号Ⅱ₂₀—B₁₁(7) 产地及层位: 同上。
11. *Candona subplanus* Shan et Zhang 近扁平玻璃介 单瓣个体, 右视; 登记号Ⅱ₂₀—B₈(18) 产地及层位: 同上。
12. *Candona cf. jucundus* Yuan 适宜玻璃介相似种单瓣个体, 左视; 登记号Ⅱ₂₀—B₁₁(6) 产地及层位: 同上。
13. *Eucypris* sp. 真星介(未定种)单瓣个体, 左视; 登记号Ⅱ₂₀—B₈(13) 产地及层位: 同上。
- 14~15. *Candona cf. henanensis* Jiang et Sun 河南玻璃介相似种。
14. 单瓣个体, 右视。
15. 单瓣个体, 左视; 登记号Ⅱ₂₀—B₈(8) 产地及层位: 同上。
- 16~18. *Cyprinotus (Heterocypris) chiuhsiensis* Lee 邱县异美星介。
- 16~18. 完整个体, 右视、左视、背视、腹视; 登记号Ⅱ₂₀—B₈(17) 产地及层位: 同上。
- 19~21. *Cyprinotus (Heterocypris) formalis schneider* Lee 正式异星美星介。
- 19~21. 完整个体, 左视、右视、背视; 登记号Ⅱ₂₀—B₈(11) 产地及层位: 同上。
22. *Candona subplanus* Shan et Zhang 近扁平玻璃介。
22. 单瓣个体, 左视; 登记号Ⅱ₂₀—B₈(18) 产地及层位: 同上。
- 23~25. *Candona planus* Shan H G et Zhang H J 扁平玻璃介。
- 23~25. 完整个体, 右视、左视、背视; 登记号Ⅱ₂₀—B₈(12) 产地及层位: 同上。
- 26~27. *Mediocypris cf. shandongensis* Shan et Zhang 山东中星介相似种。
26. 单瓣个体, 右视。
27. 单瓣个体, 左视; 登记号Ⅱ₂₀—B₈(9) 产地及层位: 同上。

A Study on Miocene Biostratigraphy in Liaocheng, NW Shandong

ZHAO Xiuli, ZHANG Xiqi, WANG Mingzhen

College of Geo-info Science and Engineering, Shandong University of Science and Technology,
Tai'an, Shandong, 271019

Abstract

Recently the authors analyzed samples from drillholes Ⅱ₂₀ and Ⅶ₁₄ in Neogene strata between the Permian and Quaternary in Liaocheng, Shandong Province. A large number of sporo-pollens and ostracods fossils were discovered. A palynology assemblage of *Magnastriatites-Ulmipollenites-Liquidambarpollenites* and an ostracod assemblage of *Cyprinotus-Candona-Candoniella* were found. Through a comparison with the strata of northern Shandong, the Bohai Sea region, northern Jiangsu, the Weihe basin of Shanxi, the Songliao basin, the Longjing structural zone in the East China Sea Shelf Basin etc., they should be ascribed to the middle Middle Miocene in age.

Key words: Miocene; biostratigraphy; Liaocheng, Shandong

