

高尚堡扇三角洲湖体背景的微体古生物分析

费安玮

(石油大学地球科学系, 北京 102200)

采用介形类与孢粉、藻类研究相结合, 定性定量分析相结合的微体古生态学方法, 分析高尚堡油田沙河街组三段扇三角洲沉积体在湖盆中所处位置及古环境。该扇三角洲主要发育在滨、浅湖环境, 介形类主要成分为 *Candona*, *Huabeinia* 及 *Candoniella* 并以浅水型的 *Candona* 占优势; 孢粉含量通常高于藻类; 藻类相继以疑源类 *Granodiscus*, *Leiosphaeridia* 或甲藻类 *Parabohaidina*, *Conicoidium* 为主体, 总体上代表了淡-微咸水的滨、浅湖环境。

关键词 扇三角洲 湖体背景 微体古生物 分析 高尚堡 沙河街组三段

作者简介 费安玮 女 49岁 副教授(博士) 地层古生物与古地理

冀东油气区下第三系沙河街组三段自上而下划分为五个亚段, 其中二、三亚段 Es^{2+3} 为主力油层并由上至下划作六个油组, 以 I~IV 油组产量最高, 是本次研究的目的层。沙河街组三段二、三亚段古生物化石有介形类、腹足类、双壳类、鱼类、孢粉、藻类及植物大化石等, 以介形类、孢粉和藻类最为常见, 隶属于渤海湾盆地油气区下第三系沙河街组三段的 *Huabeinia chinensis* 组合、*Quercoidites microhenrici-Ulmipollenites minor* 组合及 *Bohaidina-Parabohaidina* 组合; 沙河街组三段二、三亚段相当于该区下第三系统一划分的沙河街组三段中亚段^[1]。

此次工作观察了6口钻井的岩芯, 分析鉴定了50个微体化石样品, 连同油田的单井鉴定报告, 共系统研究了26口井的古生物资料。

1 研究方法

以沙河街组三段二、三亚段 I~IV 油组古生物化石纵、横向上的分布为基础, 分析扇三角洲沉积体在湖盆中所处位置及其环境因素。对化石群所代表环境的分析主要采用介形类与孢粉、藻类研究相结合, 定性定量分析相结合的微体古生态学方法^[1], 即介形类个体生态^[2]与共生组合生态的分析; 孢粉母体植物及藻类的生态^[2,3]和孢粉与藻类化石的六项统计指标分析。将这两方面结合起来并联系埋藏学特征判断水域的范围、深浅、含盐度、距岸的远近及水动力条件等。藻类/(孢粉+藻类) 主要反映水域范围和水深, 陆上环境可无藻类而仅含孢粉化石, 随水体变深该值升高; 甲藻/藻类指示含盐度和水深, 含盐度和水深加大此值增高; 水、湿生植物孢粉/(孢粉+藻类) 和水、湿生植物孢粉分异度(属) 两项指标主要说明距岸的远近, 近岸两项指标通常升高; 藻类的存在百分率指的是具有该藻类的样品个数/样品总数, 表示此藻类分布的普遍程度, 甲藻类存在百分率和淡水藻类存在百分率反映含盐度和水深, 随含盐度和水深增加, 甲藻类存在百分率变大, 淡水藻类存在百分率变小。上述6项指标可从不同的角度相互

补充和印证更准确地反映沉积环境。

这里尚须说明的是, 扇三角洲沉积由间歇性近源洪水携带大量陆源碎屑入湖而形成, 其垂向层序往往由洪水期砂体间夹枯水期和平水期湖相泥岩构成, 在湖盆持续下沉的背景下, 纵剖面上扇三角洲体逐个叠覆, 形成巨厚的粗碎屑楔状体插入湖相泥岩之中, 如洱海西岸和早第三纪泌阳盆地南缘^[4]。古生物化石主要赋存于湖相泥岩层中, 它们可以很好地指示扇三角洲沉积体所在的古地理环境, 因而本文是在基本确定扇三角洲各相带展布的基础上, 应用微体古生态学方法对其沉积环境的进一步研究。

文中将扇三角洲相划分为扇三角洲平原、扇三角洲前缘与前扇三角洲三个亚相, 其中前缘亚相进一步划分为水下分流河道、分流间湾、前缘砂及远端席状砂四个微相。

2 古生物分布与沉积环境分析

2.1 IV油组

研究区IV油组古生物分布及沉积相展布如图 1 所示。G82, G3106 和 G19 井为水下分流河道微相, 前两者以双壳类化石的发育为特征。现代湖泊中双壳类多分布于沿岸带, 埋入底泥中很少活动, 只有在湖水近干涸时才迁移其栖息地带^[5]。G82 井在平水期与枯水期栖息着淡水双壳类 *Sphaerium* 动物群, 为滨湖沼泽环境。洪水期扇三角洲河道沙直接楔入沼泽的灰黑色、黑色泥质沉积中。本油组沉积期, 该地交替出现滨湖淡水沼泽与扇三角洲河道、河道间沉积^[6, 7]。G19 井介形类化石稀少且保存差; 藻类含量很低, 甲藻纵向分布不稳定, 见淡水藻类 *Comasphaeridium* 和 *Deltoidinia*; 水、湿生蕨类孢子和沼生植物花粉 *Alnipollenites* 断续出现, 此地处于淡水-微咸水、水动力较强的滨湖地带。

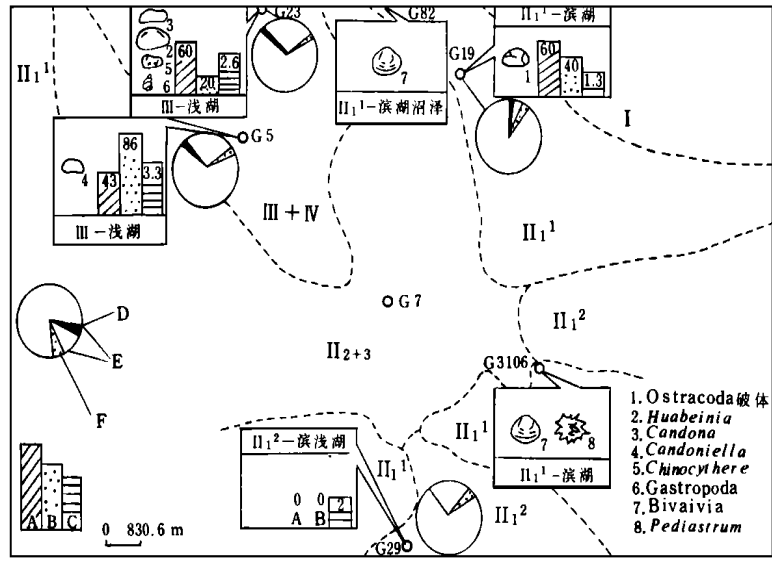


图 1 IV油组古生物分布与沉积环境分析图

A—甲藻存在百分率, (%); B—淡水藻存在百分率, (%); C—水、湿生植物孢粉分异度(属); D—甲藻/藻类, (%); E—藻类/(孢粉+藻类), (%); F—水、湿生植物孢粉/(孢粉+藻类), (%); I—扇三角洲平原; II₁¹—水下分流河道; II₁²—分流间湾; II₂₊₃—前缘砂及远端席状砂; III—前扇三角洲; IV—浅湖

植物花粉 *Alnipollenites* 断续出现, 此地处于淡水-微咸水、水动力较强的滨湖地带。

G23 井和 G5 井位于前扇三角洲相带。前者介形类化石常见, 有 *Candona*, *Huabeinia*, *Chinocythere* 并含腹足类化石, 腹足类化石在渤海湾盆地油气区下第三系绝大部分分布于滨-浅湖区^[1]; 藻类含量高, 以疑源类 *Granodiscus*, *Leiosphaeridia* 及 *Dictyotidium* 为主, 甲藻少而不稳定, 淡水藻很少见, 反映较动荡水体的棒状藻类: *Fillisphaeridium aspersum*, *Tenua* 及 *Cleistosphaeridium* 较常见; *Alnipollenites* 常见且含量有时较高, 为微咸水、水动力较强的浅湖环境。后者藻类化石的状况与 G23 井大体相同, 但淡水藻存在百分率较高, 水、湿生植物孢粉

的发育为特征。现代湖泊中双壳类多分布于沿岸带, 埋入底泥中很少活动, 只有在湖水近干涸时才迁移其栖息地带^[5]。G82 井在平水期与枯水期栖息着淡水双壳类 *Sphaerium* 动物群, 为滨湖沼泽环境。洪水期扇三角洲河道沙直接楔入沼泽的灰黑色、黑色泥质沉积中。本油组沉积期, 该地交替出现滨湖淡水沼泽与扇三角洲河道、河道间沉积^[6, 7]。G19 井介形类化石稀少且保存差; 藻类含量很低, 甲藻纵向分布不稳定, 见淡水藻类 *Comasphaeridium* 和 *Deltoidinia*; 水、湿生蕨类孢子和沼生植物

分异度也略高并含介形类 *Candoniella*, 整个化石群面貌反映了淡-微咸水、水动能较强的浅湖环境, 受入湖水流的影响大于 G23 井。

处于南缘分流间湾微相的 G29 井藻类化石含量较高, 以 *Granodiscus* 占绝对优势; 湿生蕨类孢子及沼生植物花粉 *Tiliaepollenites* 常见并含草本植物花粉 *Chenopodipollis*, 位于淡-微咸的滨、浅水近岸地带^[8]。

IV 油组因埋藏较深钻穿井位少, 据现有古生物资料西北部 G23 井-G5 井一带是区内水体较深处。

2.2 III 油组

III 油组古生物分布与沉积相展布见图 2。G23 井为扇三角洲平原亚相, 以仅含稀少孢粉化石或不含化石为特征, 本油组顶部只有极少孢粉化石和 *Comasphaeridium*。G3106 井下部及中下部含双壳类 *Andonte* 和淡水藻类化石, 仍属淡水沿岸带产物; 中上部仅含极少孢粉化石而无藻类, 反映了扇三角洲平原水上环境。

G29, G1, G5 及 G6 井均属水下分流河道微相, 其中, G29 井未见介形类化石; G1 和 G5 井含少量保存较差的介形类化石, 如 *Candoniella*; G6 井介形类化石常见, 类型较多并含腹足类化石。藻类化石均以疑源类为主, *Granodiscus* 分布最广泛, 除 G1 井外甲藻含量均低, G1 井含近岸生活的甲藻 *Baltisphaeridium*; G29 井沼生植物花粉 *Alnipollenites* 连续出现并有草本植物 *Chenopodiaceae* 花粉; G1, G5 井水、湿生植物孢粉含量

较高; G6 井仅有少量沼生植物花粉 *Taxodiaceapollenites* 断续出现。G29 井处为淡-微咸的滨湖环境, G1 井和 G5 井处是以滨湖为主的, 淡-微咸滨、浅湖环境, 而 G6 井处属淡-微咸近岸浅湖环境。

处于分流间湾微相的 G19 井介形类、甲藻化石情况与 IV 油组相同, 仍反映为淡-微咸、水动能较强的滨湖环境, 但其淡水藻存在百分率和水、湿生植物孢粉含量及分异度均有明显增高, 其中 *Alnipollenites* 普遍存在且含量较高, 而且 III 油组底部仅有藻类与孢粉化石, 其中 *Comasphaeridium* 含量高达 42%, *Alnipollenites* 占 26%, 指示为滨岸沼泽环境, 这些情况都说明 III 油组沉积时岸线向湖的推进。

同属前缘砂及远端席状砂微相的 G7 井和 G65-I 井化石群体差异较大。G7 井介形类化石普遍存在但属种不多, 含 *Huabeinia unispinata* 及深水型的 *Candona postabscissa* 等; G65-I 井介形类化石较丰富, 以浅水型的 *Candona* 为主并含陆相浅水普生性的 *Candoniella* 和 *Ilyocypris*。

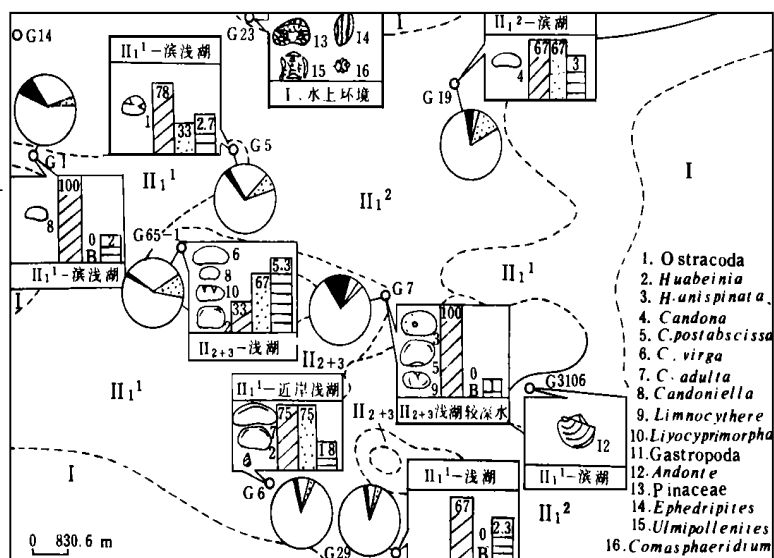


图 2 III 油组古生物分布与沉积环境分析图(图例同图 1)

rimorpha 等。两井藻类化石含量都较高, G7 井甲藻 *Bohaidina*, *Parabohaidina* 分布很稳定, 数量略多于疑源类, 未见淡水藻类; G65-1 井藻类化石以疑源类 *Leiosphaeridia*, *Granodiscus* 为主, 甲藻出现少, 淡水藻类时有出现, 棒状藻类 *Fillisp haeridium aspersum* 富集在部分层位。G7 井水、湿生植物孢粉少, 而 G65-1 井水、湿生植物孢粉的含量及分异度较高, 其中有蕨类孢子 *Sphagnumsporites* 和草本花粉 *Potamogetonacidites*, *Lemna*。G7 井化石群主要代表了微咸水浅湖较深水环境, 其间短暂出现微咸-半咸水的半深湖环境; G65-1 井化石群指示了淡-微咸水的近岸浅湖环境。

2.3 II 油组

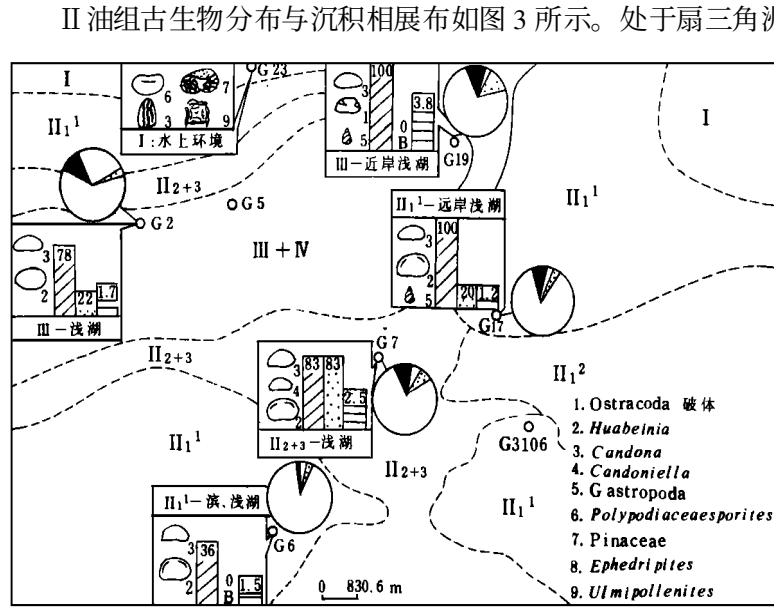


图 3 II 油组古生物分布与沉积环境分析图(图例同图 1)

仍反映为水上环境。位于扇三角洲前缘及前扇三角洲亚相的其余各井——G2, G6, G17, G19 和 G7 井, 介形类化石较普遍、数量较多, 以浅水型的 *Candona* 为主并含少量 *Huabeinia* 等, 化石一般保存不好。介形类化石反映了本油组沉积期淡-微咸水、水动力较强浅湖环境的广泛存在, 而藻类、孢粉化石的状况又可进一步说明上述井位沉积环境中的一些差异。G2 井藻类化石含量高, 中、下部含量可超过孢粉, 但以疑源类 *Leiosphaeridia*, *Granodiscus* 及 *Rugasphaera* 为主体, 甲藻垂向分布不稳定、数量少, 以 *Conicoidium* 较常见, 反映为淡-微咸水的浅湖环境; 上部藻类化石以甲藻 *Parabohaidina*, *Bohaidina* 为主, 总体代表了微咸水的浅湖环境。G6 井本油组藻类化石主体成分的变化与 G2 井相同, 但其藻类化石含量低, 甲藻数量少且水、湿生植物孢粉垂向上分布普遍, 指示该井是以滨湖为主的滨、浅湖环境, 水质由淡-微咸变至微咸。G17 和 G19 井藻类化石含量不高, 但均以甲藻为主, 纵向分布很稳定, 主要成分是 *Parabohaidina*, *Conicoidium* 及 *Bohaidina*, 疑源类主要为 *Granodiscus* 和 *Leiosphaeridia*, 淡水藻类极少或未见, 两井化石群均反映了微咸水的浅湖环境, 但 G17 井水、湿生植物孢粉化石很少出现, 而 G19 井水、湿生植物孢粉化石的分异度与含量都较高, 常见者为 *Alnipollenites* 和 *Polypodiaceasporites*, 指示 G17 井处为远岸环境而 G19 井处为近岸环境。G7 井化石群成分较复杂, 其藻类含量较高并以甲藻为主, 常见的是 *Bohaidina*, *Parabohaidina*, 但淡水藻类 *Comasphaeridium*, *Concentricystis* 和水、湿生植物孢粉 *Alnipollenites*, *Ulmoideipites* 等也常见及, 此外介形类化石中还偶见 *Candoniella* 及适于沼泽环境的 *Cyproides palustris*, 此化石群总体代表了受入湖水影响较大的淡-微咸水浅湖环境。

将 II 油组与 III 油组古生物的分布加以比较可以看出, 自 II 油组沉积期本区古生物群发生

了较大变化: 绝大部分井位藻类由疑源类占优势变为以甲藻类为主, 淡水藻类存在百分率降低, 水、湿生植物孢粉含量减少, 介形类动物群的构成也有所不同, 说明湖盆开始扩展, 水深和含盐度有所增加, 湖泊范围变大。此外古生物化石的分布还表明, 在 II 油组沉积早期与末期本区发生显著短暂水进, 特别是末期的水进十分显著, 这可以深水型介形类 *Candona binxianensis* 和能适应较大水深的甲藻 *Dinogymnium* 在局部井位的短暂出现和某些井位藻类及其甲藻含量的急剧短暂增加为标志。本油组沉积期湖盆较深水域分布于西北部。

2.4 I 油组

I 油组古生物分布与沉积相展布见图 4。处于水下分流河道微相的 G5 井仅个别层位含少量介形类化石, 藻类化石以疑源类 *Leiosphaeridia*, *Gra-nodiscus* 为主, 水、湿生植物孢粉分异度高且数量较多, 反映为淡-微咸水的滨湖环境。位于前缘砂及远端席状砂微相的 G19 井和同属前扇三角洲亚相的 G17, G10 和 G7 井所含化石群及指示的古环境状况如下: 各井所含介形类化石情况

与 II 油组基本一致; 藻类化石

含量仍低于孢粉, 但均以甲藻类为主, 甲藻类存在百分率很高, 常见分子为 *Parabohaidina*, *Conicoidium* 及 *Bohaidina*, 但其数量都不多, 反映为微咸水的浅湖环境。其中 G17 井藻类及其甲藻含量最高, 位于浅湖较深水域; G10 井还出现有少量深水型介形类 *Candona sagmaformis* 及适于较大水深的甲藻 *Hystichosphaeridium*, 也属于浅湖较深水域并可能出现半深湖环境, 同时该井水、湿生植物孢粉含量较高, *Alnipollenites* 连续出现并较多, 说明较 G17 井近岸, G7 井部分层位含 *Cyprois palustris*, 淡水藻类常见及, 反映为受入湖水流影响较大的淡-微咸水浅湖环境。从上述古生物化石的分布还可看出, 本油组较 II 油组沉积期湖盆范围更大, 水深和含盐度又有所增加, 较深水域位于中南部一带。

纵观 IV~I 油组古生物化石的分布, 可以看出 I 油组沉积期湖盆范围和水深最大、含盐度最高。

3 认识

(1) 高尚堡油田沙河街组三段二、三亚段沉积期的扇三角洲主要发育在滨、浅湖环境, 其中扇三角洲平原大部分位于湖滨地带水上环境; 扇三角洲前缘水下分流河道主要分布于滨湖地带或以滨湖为主的滨-浅湖地带, 分流间湾大多处于滨-浅湖环境, 前缘砂及远端席状砂主要分布于浅湖区。远端席状砂与前扇三角洲还可出现在浅湖较深水域及半深湖中。

(2) 高尚堡扇三角洲沉积环境中的微体古生物群具有以下特点: 介形类主要成分为 *Candona*, *Huabeinia* 及 *Candoniella* 并以浅水型的 *Candona* 占优势; 孢粉含量通常高于藻类并以

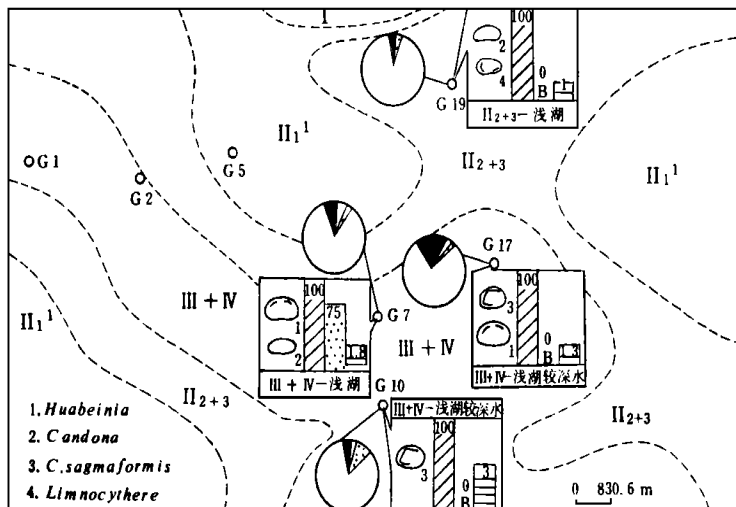


图 4 I 油组古生物分布与沉积环境分析图(图例同图 1)

水、湿生植物孢粉的发育为特征;藻类相继以疑源类 *Granodiscus*, *Leiosphaeridia* 或甲藻类 *Parabohaidina*, *Conicoidium* 为主体,总体上代表了淡-微咸水、水动能较强的滨、浅湖环境。

参 考 文 献

- 1 杨群. 微体古生态学. 地球科学进展, 1993, 8(3): 84~85
- 2 姚益民, 梁鸿德, 蔡治国等. 中国油气区第三系(IV), 渤海湾盆地油气区分册. 北京: 石油工业出版社, 1994. 3~128
- 3 石油化学工业部石油勘探开发规划研究院, 中国科学院南京地质古生物研究所. 渤海沿岸地区早第三纪沟鞭藻类和疑源类. 北京: 科学出版社, 1978. 31~36
- 4 冯敏, 王苏民, 吴瑞金等. 古湖盆扇三角洲沉积、搬运过程的特点. 见: 中国石油学会石油地质委员会编. 碎屑岩沉积相研究. 北京: 石油工业出版社, 1988. 173~180
- 5 施成熙. 中国湖泊概论. 北京: 科学出版社, 1989. 1~192
- 6 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 中国科学院兰州地质研究所, 中国科学院南京地质古生物研究所等. 云南断陷湖泊环境与沉积. 北京: 科学出版社, 1989. 418~422
- 7 王寿庆. 扇三角洲模式. 北京: 石油工业出版社, 1993. 31~66
- 8 王开发, 王宪曾. 孢粉学概论. 北京: 北京大学出版社, 1983. 8~14

ANALYSIS OF MICROPALAEONTOLOGY IN LACUSTRINE FAN-DELTA OF GAOSHANGPU

Fei Anwei

(Department of Earth Sciences, University of Petroleum, Beijing)

Abstract

According to the study made on the paleoecology of Ostracoda, spore-pollen and algal fossils collected from the fan-delta of the third member of the Shahejie Formation in Gaoshangpu Oilfields, it is considered that the fan-delta developed in littoral-shallow lake environment. The main elements of Ostracoda are *Candona*, *Huabeinia* and *Candoniella* with shallow water *Candona* as the predominant one. The content of the spore-pollen is usually higher than that of algae; the main elements of the algae are *Granodiscus*, *Leiosphaeridia* or *Parabohaidina* and *Conicoidium*. All of the fossils reflect fresh to brackish water in littoral to shallow lake environment.