

松辽盆地三肇地区扶余油层和杨大城子油层 介形类古生态及沉积环境探讨

刘振文¹ 张智礼² 王佰长³ 张 铭⁴

(1. 中国地质大学地球科学与资源学院, 北京 100083; 2. 中国石油大学(北京)资源与信息学院, 北京 102249;

3. 大庆油田有限责任公司勘探处, 黑龙江 大庆 163453;

4. 大庆油田有限责任公司勘探开发研究院, 黑龙江 大庆 163712)

摘要:笔者较系统地对比松辽盆地三肇地区扶余油层和杨大城子油层(以下简称扶、杨油层)介形类的组合特征、分布范围以及古生态进行了研究。研究表明,扶、杨油层沉积时期的介形类自初期少量出现,之后发展并繁盛,末期全部绝灭。这种变化不仅表现为介形类动物群的属和种数有较大幅度的增加,而且其壳饰类型、分布范围与壳体保存状况也发生了规律性变化,但总体上仍为壳饰简单、属种类型较多、大小个体混生并生活于浅水湖泊环境的介形类群体。对介形类的埋葬环境与分布范围的分析表明,仅含有少量介形类化石碎片的杨五组、杨四组的沉积环境为冲积平原环境,而含有较丰富介形类化石的杨三组—扶上组的沉积环境则以浅湖环境为主,并自杨三组沉积时期在该区中部出现大范围的浅水湖泊后,随着时间的推移,湖泊分布范围与水深在缓慢的扩大或增加,至扶下组沉积时期该湖泊向西已扩大至大庆长垣以西,从而与齐家—古龙地区的湖泊连为一体,组成统一的松辽古湖泊。湖泊水体浅、气候干燥、氧化作用强,可能是造成该时期湖相砂、泥沉积物呈现红色的主要原因。

关键词:松辽盆地;三肇地区;扶、杨油层;介形类古生态;沉积环境

中图分类号:P532;Q915.819⁺6 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-3657(2006)05-1159-08

松辽盆地为中、新生代大型陆相沉积盆地,经历了断陷、拗陷、萎缩等演化阶段,发育了巨厚的地层和多套含油气层^[1]。盆地北部目前已发现 3 套主要的含油组合,其上部含油组合为黑帝庙油层,分布于嫩江组的 3、4 段;中部含油组合为萨尔图、葡萄花和高台子油层,分布于青山口组 2、3 段及姚家组和嫩江组 1 段;下部含油组合为扶余和杨大城子油层,分布于泉头组 3、4 段^[2]。

盆地北部三肇地区的扶、杨油层总体上以砂、泥岩互层为特征。在其中的泥质岩中含有较丰富的介形类、轮藻、双壳类等门类化石^[3-4](图 1)。杨大城子油层除该区中、北部杨二组一含介形类、叶肢介、沟鞭藻、腹足类等化石的灰黑色泥岩层(厚 3~4 m)外,其余均为区域性广布的红层。扶余油层泥岩下部以红色泥岩层为主,中部以红、绿色泥岩层各占一半,上部以浅灰、灰色泥岩层为主的变化规律。以往研究认为,三肇地区扶、杨油层中所有以红色为基调的地层均为河流相沉积,并将所有的红色泥岩或粉砂质泥岩层划为泛滥平原亚相

沉积^[5-6]。笔者在对 170 多口探井涉及研究层位的 2 000 余块介形类化石鉴定资料分析整理的基础上,通过对该区扶、杨油层介形类组合特征、空间分布范围、古生态以及埋藏环境与分布范围进行研究,对扶、杨油层的沉积环境进行了探讨。三肇地区是松辽盆地扶、杨油层最主要的产区之一,目前盆地北部发现的绝大多数产油层为扶、杨油层的油田都分布在三肇地区^[7]。该层位沉积环境的研究与探讨,将为正确建立三肇地区扶、杨油层的沉积相类型、相模式、预测含油储层砂体的分布范围与展布形态奠定了基础。

1 地层概况

三肇地区的扶、杨油层总体上是一套砂、泥岩互层沉积,厚 35~650 m,含有较丰富的介形类、轮藻、叶肢介、双壳类、腹足类、植物、沟鞭藻等化石,其中包括介形类 9 属 28 种,轮藻 10 属 14 种^[2,7]。属于泉三段的杨大城子油层可进一步细分为 5 个油层组,自下而上为杨五组、杨四组、杨三组、杨二组和杨

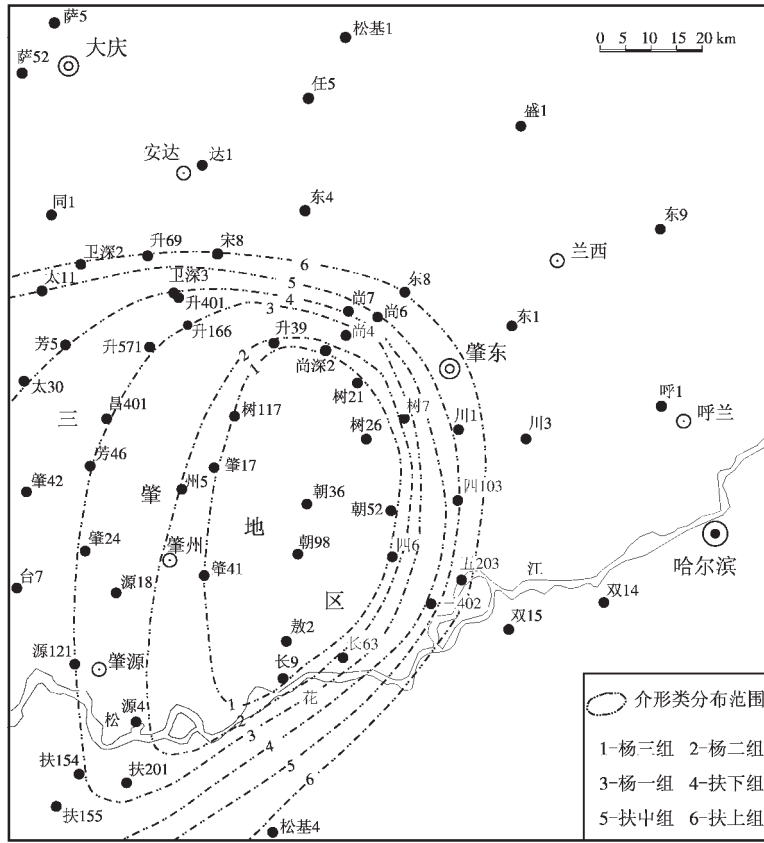


图1 松辽盆地三肇地区扶余油层和杨大城子油层介形类化石分布

Fig.1 Areal distribution of ostracods in the Fuyu and Yangdachengzi oil horizons in the Sanzhao area, Songliao basin

一组。属于泉四段的扶余油层可进一步细分为3个油层组，自下而上为扶下组、扶中组和扶上组²。

1.扶上组：绿色块状泥岩为主，夹紫红色块状泥岩，薄层泥质粉砂岩，具微斜层理，见大量粉末状或结晶状黄铁矿。含介形类、轮藻、叶肢介、腹足类、双壳类、植物等化石。

视厚度 20~34 m

2.扶中组：灰绿、绿色块状泥岩夹灰白色砂岩，与红色泥岩互层，在灰绿色泥岩中可见到水平层理，搅混构造，并夹有薄层蚌层，含有小型蚌及动物骨骼化石，砂质岩中常见波状层理，交错层理。含介形类、轮藻、双壳类等化石。

视厚度 20~36 m

3.扶下组：红色块状泥岩夹灰白色粉砂岩，偶见少量灰绿色泥岩，泥岩含砂或钙质结核，泥岩斜层理发育，底部常见冲刷现象。含介形类、轮藻及少量双壳类等化石。

视厚度 20~35 m

4.杨一组：紫红、灰绿色块状泥岩，紫灰色中厚层砂岩与过渡岩性，具斜层理，泥岩中含钙质团块。含介形类、轮藻及少量双壳类等化石。

视厚度 52~102 m

5.杨二组：紫红色块状泥岩、灰白色粉、细砂岩，三肇地

区中、北部该层下部夹一层厚3~4m的灰黑、灰绿色泥岩与过渡岩性。具波状、水平及交错层理。含介形类及少量叶肢介、轮藻、双壳类、腹足类、沟鞭藻、植物等化石。

视厚度 40~69 m

6.杨三组：暗紫红、紫灰色块状砂、泥岩，灰白色细砂岩及少量灰绿色泥岩与过渡岩性，具斜层理、交错层理。泥岩中见钙质团块。含介形类、轮藻等化石。

视厚度 64~97 m

7.杨五组—杨四组：紫红、紫灰、杂色厚层块状砂、泥岩夹灰白色厚层砂岩，具斜层理。含少量介形类、轮藻、植物化石。

视厚度 102~308 m

2 介形类化石特征与空间分布

三肇地区扶、杨油层的介形类主要是壳饰简单、大小混杂的 *Cypridea*, *Candona*, *Mongolocypis* 等属。早期仅发现少量介形类化石碎片，至末期数量、类型增多，并出现少量壳面具瘤、乳头状突起等壳饰类型的介形类分子。各时期介形类动物群的组合特征简要叙述如下。

2.1 杨五—杨四组

杨五、杨四组沉积时期，仅在三肇地区东南部少数井中

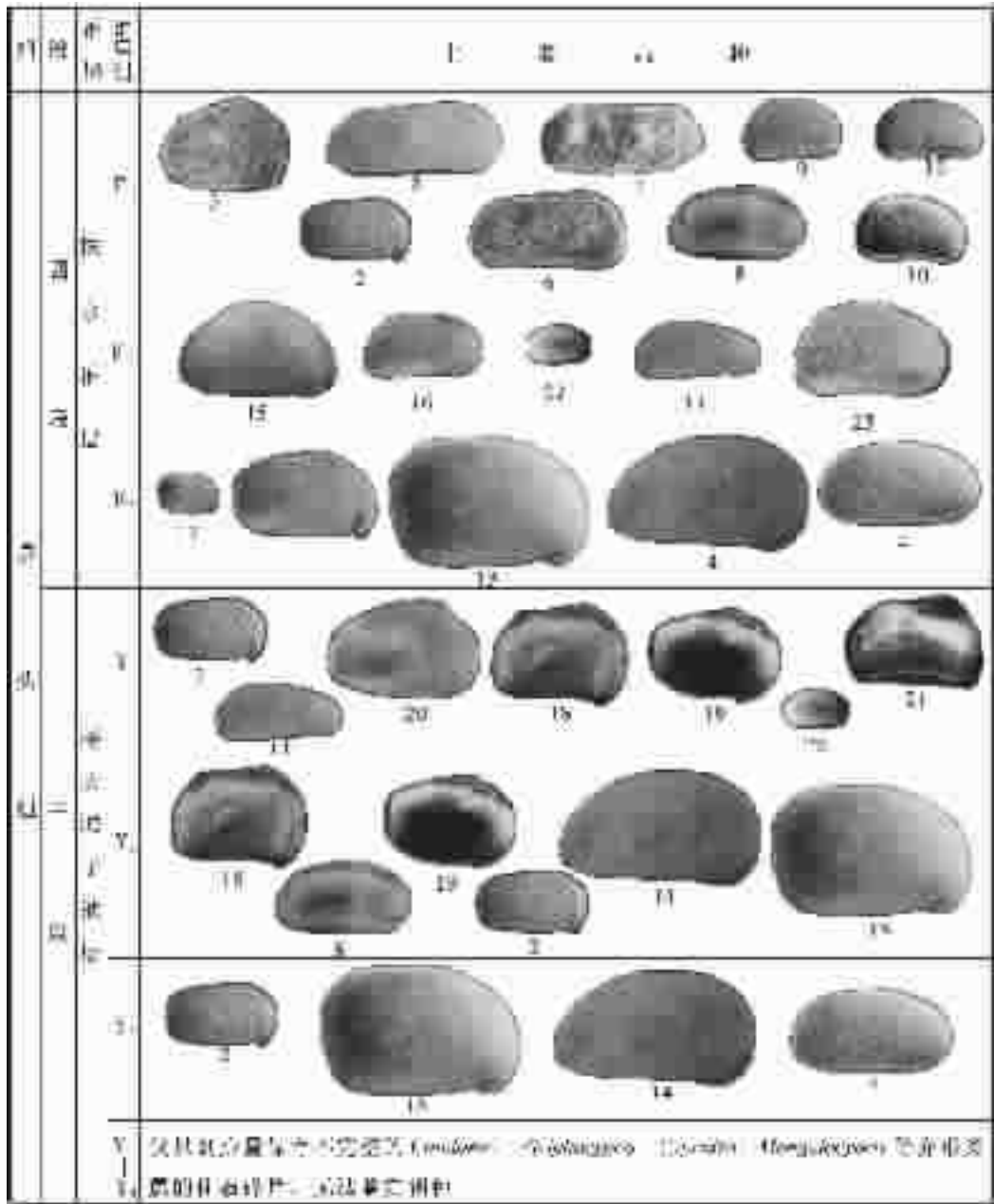


图 2 松辽盆地三肇地区扶余油层、杨大城子油层介形类化石主要属种分布

Fig.2 Vertical distribution of main genera and species of ostracods in the Fuyu and Yangdachengzi oil horizons in the Sanzhao area, Songliao basin

- 1-Cypridea vetusta(老女星介);2-Cypridea quantouensis(泉头女星介);3-Cypridea subtuberculisperga(似细瘤状女星介);
- 4-Mongolianella chaoyangouensis(朝阳沟蒙古介);5-Rhinocypris longa(长刺星介);6-Rhinocypris yingtaiensis(英台刺星介);
- 7-Rhinocypris quantouensis(泉头刺星介);8-Candona curva(弯曲玻璃介);9-Candona subdeclinata(近倾斜玻璃介);
- 10-Candona postalata(后高玻璃介);11-Candona producta(伸长玻璃介);12-Candona epichara(美丽玻璃介);
- 13-Mongolocypris abbreviata(缩短蒙古星介);14-Mongolocypris longiuscula(长尾蒙古星介);15-Djungarica lunata(新月形准噶尔介);
- 16-Candona trapezoidea(梯形玻璃介);17-Ziziphocypris striata(纹细枣星介);18-Cypridea chaoyangouensis(朝阳沟女星介);
- 19-Cypridea elliptica(椭圆形女星介);20-Cypridea fertila(结实女星介);21-Cypridea deformata(变形女星介);
- 22-Ziziphocypris rugosa(约枣星介);23-Djungarica monstrosa(畸形准噶尔介)

见到少量化石，且保存不佳，有 *Candona*, *Zizophocypris*, *Cypridea*, *Mongolocypis* 等(图 2)。前人通过对该层位近 100 口取心井的 1 000 多块样品分析和挑选，仅在树 26 井、树 601 井、树 90 井等井的 7 块样品中见到保存不完整的上述化石碎片^①。

2.2 杨三组

杨三组沉积时期，出现了个体较小(长度约 0.85 mm)、侧视呈长椭圆形、壳面具浅蜂孔、前腹缘具喙的 *Cypridea quantouensis*，壳面光滑、侧视呈肾形的 *Candona curva* 和 *Candona postalata* 以及个体大、壳面光滑、侧视呈长椭圆形的 *Mongolocypis abbreviata*, *Mongolocypis longiuscula*, *Mongolianella chaoyangouensis* 与 *Lycopterocypris* 等，共 5 属 7 种。该期的介形类整体为壳饰简单(以光滑的为主)、大小混杂的群体(图 2)。主要分布于三肇地区东部的升 39 井—树 21—朝 52 井—长 9 井—肇 41 井—树 111 井圈定的范围内^②(图 1)。

2.3 杨二组

杨二组沉积时期，*Cypridea* 类型增多，有壳面具浅蜂孔、侧视为近椭圆形的 *Cypridea chaoyangouensis* 和壳面光滑、侧视呈椭圆形的 *Cypridea elliptica*。前期延续下来的 *Cypridea quantouensis*, *Candona curva*, *Mongolocypis abbreviata*, *Mongolocypis longiuscula* 依然比较繁盛。此外，还出现了壳面光滑、侧视呈肾形，壳体较大的 *Djunga rica monstruosa* 等(图 2)。共 6 属 9 种。该期的介形类较杨三组时期数量增多(图 3)，壳体变大，在局部地区发育的厚 3~4 m 的灰黑色泥岩层面上还见有大壳体的介形类薄膜。共生生物有叶肢介，沟鞭藻等^③。介形类分布范围较杨三组时期有所扩大，见化石井数也有增加(图 1)。

2.4 杨一组

杨一组沉积时期，介形类较杨二组时期繁盛，以 *Cypridea* 最多为特征。该属中新出现的种有壳面具浅蜂孔、侧视呈长椭圆形的 *Cypridea vetusta* 和 *Cypridea deformata* 以及壳面上有些小节结的 *Cypridea fertila*，加上延续下来的 3 种共 6 种。新出现的其他属种有个体小、壳面具细纹、侧视呈卵圆形的 *Zizophocypris rugosa* 以及壳面光滑、个体小的 *Candona subdeclinata*, *Candona curva*, *Candona producta* (图 2)。使总的属种数达 7 属 18 种。末期 *Cypridea* 中除 *Cypridea vetusta*, *Cypridea quantouensis* 外，其余种均绝灭。其他属种中，除 *Djungarica monstruosa* 在末期绝灭外，其余各属种都延续至扶余油层沉积时期。介形类分布范围明显扩大，北界达升 166 井—尚 4 井一线；东界在树 7 井—三 3 井一线；南界长达 63 井—扶 201 井一线；西界在芳 46 井—源 121 井一线(图 1)。

2.5 扶下组

扶下组沉积时期，新出现的介形类仅有个体小、壳面具细条纹、侧视呈不正卵圆形、背视呈厚纺锤形的 *Zizophocypris*

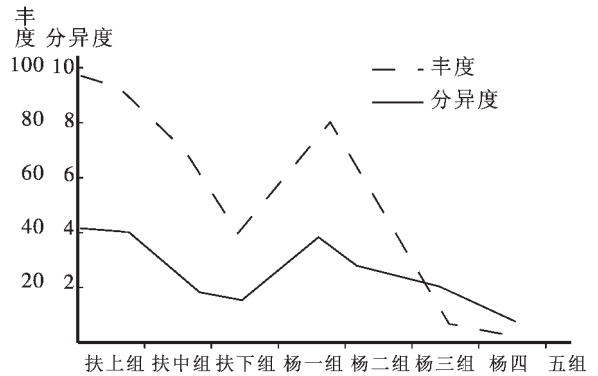


图 3 松辽盆地三肇地区扶余油层和杨大城子油层介形类化石丰度、分异度分布

Fig.3 Distribution of the diversity and abundance of ostracods in the Fuyu and Yangdachengzi oil horizons in the Sanzhao area, Songliao basin

striata, 并在末期绝灭。其余均为杨一组时期延续下来的，主要有 *Cypridea quantouensis*, *Cypridea vetusta*, *Candona producta*, *Candona postalata*, *Mongolocypis abbreviata*, *Mongolocypis longiuscula*, *Mongolianella chaoyangouensis* 等(图 2)。介形类分布范围大幅度扩展，北界在升 401 井—尚 7 井一线；东界、南界略有扩大；西界扩大较多，超过三肇地区，并与齐家—古龙地区的湖泊连成一片(图 1)。

2.6 扶中组

扶中组沉积时期，新出现的介形类有侧视近半圆形、壳面光滑的 *Djungarica lunata* 和侧视呈低梯形的 *Candona trapezoida*，末期这两个种均绝灭。扶下组延续下来的属种主要有 *Candona curva*, *Candona producta*, *Zizophocypris rugosa*, *Cypridea quantouensis*, *Mongolocypis abbreviata*, *Lycopterocypris* 等(图 2)。总的属种数达 7 属 10 种。介形类分布范围向北、东和东南方向均有扩大，北界在太 11 井—尚 6 井一线；东界在川 1 井—四 103 井一线附近；南界在松花江以南；西界达齐家—古龙凹陷西缘(图 1)。

2.7 扶上组

扶上组沉积时期，介形类较扶中组时期繁盛，出现了一些新类型，如壳面具瘤、蜂孔、侧视呈不正椭圆形的 *Cypridea subtuberculisperga*，侧视呈长椭圆形、背视呈板状、壳面密布小乳头状突起、背缘下方具凹槽、凹槽前后微隆起呈低瘤状的 *Rhinocypris longa*, *Rhinocypris quantouensis*, *Rhinocypris yingtaiensis* 等。此外，还见有较多的 *Cypridea vetusta*, *Cypridea quantouensis*, *Candona subdeclinata*, *Candona curva*, *Candona producta*, *Candona epichara*, *Candona postalata*,

①张莹, 金学新. 松辽盆地扶、杨油层介形类化石细分层对比. 大庆石油管理局勘探开发研究院, 1989, 1~24.

Mongolocypsis abbreviata, *Mongolocypsis longiuscula*, *Mongolianella chaoyangouensis*, *Ziziphocypris rugosa* 等 (图 2), 共计 9 属 21 种。末期所有属种全部绝灭。该时期是整个泉头组介形类最繁盛时期, 介形类分布范围也最广, 北界在升 69 井—宋 8 井一线; 东界在东 8 井—五 203 井一线; 南界继续向南扩大, 西界已向西扩展至西部斜坡东缘 (图 1)。

总之, 三肇地区扶、杨油层沉积时期的介形类自初期少量出现, 之后发展增多并繁盛, 末期全部绝灭。其总体变化特点可概括为 4 方面: ①属数由 4 属增至 9 属, 种数由 4 种增至 21 种; ②壳饰由简单向复杂变化, 初期以光滑为主, 伴有蜂孔、细纹; 晚期出现瘤、乳头状突起; ③分布范围逐渐扩大, 至末期最大; ④壳体保存状况由差变好; ⑤个体数量由少变多 (图 3)。

3 扶、杨油层介形类古生态及埋藏环境探讨

介形类为水生小型动物, 生活在海洋、湖泊等不同盐度的各种大、小水域中, 多数营底栖生活, 少部分营浮游生活, 有的种类以底栖为主, 有时兼营浮游生活。一般而言, 介形类在有机质丰富、矿化度较高、弱碱性的浅海和浅湖环境中很繁盛, 生物繁盛、光照充足、底质较细的安静水域最适合介形类生活, 但某些属种也能生活于河流环境中^[9, 10]。因此, 介形类是环境灵敏生物, 其分布受水体成分、盐度等化学条件和水温、水动力季节性变化以及食物等条件的影响, 尤其是生活在陆相水体中的多数属种对环境都有严格的选择^[11]。介形类具钙质壳, 易保存为化石, 在中国北方中、新生代陆相沉积盆地的不同地层中均有较广泛分布^[12-14]。因此, 通过开展介形类生态环境研究可以正确恢复上述盆地不同演化阶段的沉积环境。松辽盆地北部三肇地区扶、杨油层介形类化石丰富, 广泛分布于各层位, 通过以下对主要属种的生态及埋藏环境研究, 将为查明扶、杨油层的沉积环境奠定基础。

三肇地区扶、杨油层介形类化石群中最常见的是 *Cypridea* 属, 有 7 种, 个体数量占介形类化石总数的 35%。该属分布于中晚侏罗世—古近纪的淡水—半咸水环境中, 繁盛于白垩纪, 主要底栖爬行于泥质湖底, 化石见于世界各地的湖相及海陆交互相地层中^[17, 18]。松辽盆地白垩纪 *Cypridea* 异常繁盛, 达 70 余种, 分布于深湖—半深湖、滨浅湖、三角洲前缘等环境中, 保存于生物灰岩、泥灰岩、黑、灰、灰绿、紫红色泥岩、钙质粉砂岩中, 以生物灰岩、泥灰岩最为富集。在不同环境中, *Cypridea* 形态、壳饰不同, 如: 深水环境壳面蜂孔深、均匀, 其间隔较细, 呈网状, 并常具刺状壳饰、壳体中等大小 (长度为 1.0~1.4 mm), 如松辽盆地嫩江组二段深湖相泥岩地层中的介形类就是如此。在矿化度高的水体中壳面常出现瘤状纹饰^[19, 20], 如在松辽盆地青山口组二段下部具多层生物灰岩层的浅湖相地层中具瘤状壳饰的 *Cypridea* 种数占高台子油层四组介形类总种数的 60%, 其个体数量高达 70%^[18, 21]。而在松辽盆地湖退后期的青山口组三段、湖进初期的姚家组、

泉头组滨浅湖相以及三角洲前缘相地层中的 *Cypridea* 均为壳面具大小不等浅蜂孔或壳面光滑的类型^[2], 但在河流相等水上环境的地层中均未见及该属。三肇地区扶、杨油层该属个体数量丰富, 但下部的杨五、四组仅见少量碎片, 杨三组也仅见 1 种, 向上逐渐增多。壳饰主要为浅蜂孔状, 至扶上组出现少量具瘤的类型^[2, 3, 22]。

Candona 属从侏罗纪至现代在世界范围广泛分布。为淡水类型, 生活方式为底栖爬行或钻泥。现生种主要分布于湖泊中, 少量见于河流中^[9, 17]。在不同环境的水体中其壳型不同, 一般来说, 深水环境中侧视多呈梯形, 浅水环境中则呈肾形或椭圆形。而在渤海湾地区古近系的深湖相地层中所见的个体较大, 浅水相地层中则较小^[23]。松辽盆地各层位中几乎均有出现, 主要保存于灰黑、灰绿及紫红色泥岩中, 而在青山口组一、二段却未见及, 在生物灰岩中从未见到。说明该属在矿化度高的水体中不繁盛^[4, 18, 24, 25]。三肇地区扶、杨油层的 *Candona* 属共出现 6 种, 个体数量占总数的 30%, 均为个体较小, 侧视呈肾形, 保存于紫红色、浅灰色等泥岩中, 个体保存完整, 壳内充填方解石^[3]。这些特征说明该层位见到的 *Candona* 应为生活于浅水湖泊环境里, 并且死后被原地埋藏。

Mongolocypsis 为绝灭属, 分布于白垩纪, 化石广泛见于中国、蒙古的陆相淡水湖泊沉积中。个体大, 多数长度 >1.5 mm^[17]。该属在松辽盆地白垩纪非常繁盛, 除青山口组一、二段少见外, 其余层位广泛分布^[2], 并主要分布于浅水区, 如在泉头组、青山口组三段、姚家组滨浅湖相的红、灰绿、灰黑色泥岩中经常富集, 但在深湖相的黑色泥岩层面上仅发现该属壳体的白色印模, 说明该属部分种在生活的一定阶段营浮游生活, 可漂浮至深水区, 白色印模的出现很大的可能就是由于有机质腐烂产生有机酸, 使底质或围岩的水介质呈酸性或弱酸性而溶解介形类壳中的部分钙质成分的结果^[24]。三肇地区扶、杨油层所见该属共 2 种, 壳体长度均 >2 mm。壳面光滑, 侧视呈长椭圆形, 个体数量约占介形类总数的 25%, 为扶、杨油层大个体化石的主要成分。在杨二组的灰黑色泥岩层面上也见有白色印模或极薄的壳瓣, 说明其围岩的 pH 值较低, 部分钙质被溶蚀。

Ziziphocypris 延续时代为晚侏罗世(?)到白垩纪。分布于淡水湖泊, 目前仅见于中国、蒙古、日本等亚洲地区。个体小, 一般 0.4~0.8 mm, 底栖生活, 浅湖相富集^[17]。三肇地区扶、杨油层仅出现 *Ziziphocypris rugosa* 和 *Ziziphocypris striata* 2 种, 个体小, 长度 0.5 mm 左右, 壳面具细条纹, 个体数量与前三者相比较少, 约占介形类总数的 5%。该种在松辽盆地还见于青山口组二段的浅湖相地层、青山口组三段和姚家组一、二段的滨湖相地层中, 但只在青山口组二段的浅湖相地层中最丰富, 滨湖相地层中数量较少。

以上分析表明, 扶、杨油层所含介形类化石群中的 *Cypridea* 个体数量最多为 35%, 其次为 *Candona*, *Mongolocypsis*。从壳体大小来看, 个体小的最多为 40%, 中等大小为 35%, 大型的为 25%。从壳饰看, 光滑的为 63%, 具浅蜂

孔、条纹的为 34%,具瘤和乳头状突起的占的比例很小,仅在扶上组地层中有少量见及。总体上为壳饰简单、属种类型较多、大小个体混生的介形类动物群体。绝大部分属为底栖湖相类型,仅 *Candona* 属中的部分种可在河流或其他陆上的小水体中生活,但松辽盆地白垩系的上述属种均见于湖泊相地层中^[2,4,12,18]。

4 扶、杨油层沉积环境探讨

三肇地区杨五一杨四组地层中仅见少量介形类化石碎片,说明当时环境不利于介形类的生存和化石保存,其环境为河漫沼泽或河漫滩上的积水洼地等水上环境^[5,8]。除杨五一杨四组外,该区扶、杨油层其他层位含有的介形类共 9 属 28 种,其属种个体大小为 0.5~2.15 mm 不等,每块样品中都有几个不同的种共生,保存完整,大小混生在一起,无搬运磨损与化石分选痕迹,说明为原地埋藏。与其共生的轮藻有大个体的 *Atopochara restricta* 及小个体的 *Euaclistochara*, *Aclistochara bransoni* 等,长度为 0.3~1.0 mm,也是大、小混生,保存完整,无水流搬运和分选痕迹^[9],也说明为原地埋藏。以上论述表明,上述生物均为原地理藏,均无水流作用,其生活的环境必然为安静的水体^[9]。扶、杨油层沉积时期,孢粉中代表干燥气候类型的 *Classopollis* 含量 >10%, *Ephedripteris* 和 *Schizaeisporites* 具一定含量,说明当时气候干旱^[9]。受干旱气候的影响与制约,河流环境的泛滥平原及河漫滩等环境中的小水体只能在洪水期存在,洪水期后会很快干涸,不利于水生生物的生长和化石的保存。也就是说,河流环境中不存在上述水生生物(介形类与轮藻)生活的安静水体与化石保存的环境,唯一存在这种环境的只能是湖泊。由于上述水生生物化石均为原地埋藏,并且从三肇地区扶、杨油层的杨三组开始至扶上组的地层中连续分布,那么产出这些水生生物化石的三肇地区杨三组至扶上组地层的沉积环境应为湖泊环境。

三肇地区扶、杨油层杨三组至扶上组的介形类中,壳面光滑的为 63%,浅蜂窝、细条纹的为 34%,具瘤和乳头状突起的占的比例很小,仅在扶上组地层中有少量见及。总体为壳饰简单的介形类群体,这种类型的介形类群一般生活的水体较浅^[2,4,27]。加上又有丰富的浅水型的原地轮藻共生^[7,25]。进而表明三肇地区扶、杨油层杨三组至扶上组沉积时期湖泊水体较浅,应属滨浅湖环境。

综上所述,三肇地区扶、杨油层沉积早期(即杨五一杨四组沉积时期)该区为河流等水上环境,局部见有小型积水洼地。之后(从杨三组沉积时期开始)在该区中部出现了大范围的浅水湖泊。而且随着时间的推移,湖泊分布范围与水体深度在不断增加,至扶上组沉积时期湖泊分布范围与水体深度最大,此时可能已有小范围的半深湖水域存在。湖泊在各个时期的范围大致与对应时期的介形类分布范围相同(图 1)。扶下组沉积时期,三肇地区的湖泊范围已扩大到大庆长垣以

西,从而与齐家—古龙地区的湖泊连为一体,两者联合组成统一的松辽古湖泊。在三肇地区的杨三组—扶上组沉积时期,湖泊水体浅、区域性气候干燥、氧化作用强,是造成湖泊中的砂、泥沉积物呈现红色的主要原因。

参考文献(References):

- [1] 高瑞祺,蔡希源.松辽盆地油气田形成条件与分布规律[M].北京:石油工业出版社,1997,86~97.
Gao Ruiqi, Cai Xiyuan. Formation Condition and Distribution Regularity of Oil and Gas in the Songliao Basin [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1997.83~97(in Chinese).
- [2] 叶得泉,黄清华,张莹,等.松辽盆地白垩系介形类生物地层学[M].北京:石油工业出版社,2002.11~144.
Ye Dequan, Huang Qinghua, Zhang Ying, et al. Cretaceous ostracoda biostratigraphy in Songliao Basin [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2002. 11~144(in Chinese with English abstract).
- [3] 叶得泉,张莹.松辽盆地泉头组三、四段介形类化石的分布特征与扶杨油层细分[J].微体古生物学报,1991,8(4):351~363.
Ye Dequan, Zhang Ying. Distributional characteristic of ostracoda from Members 3-4 of the Quantou Formation in the Songliao Basin and subdivisions of the Fuyu and Yangdachengzi oil-bearing sand [J]. Acta Micropaleontologica Sinica, 1991, 8 (4):351~363(in Chinese with English abstract).
- [4] 高瑞祺,张莹,崔同翠.松辽盆地白垩纪石油地层[M].北京:石油工业出版社,1994,111~135,235~268.
Gao Ruiqi, Zhang Ying, Cui Tongcui. Cretaceous oil and Gas Strata of Songliao Basin [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1994.111~135, 235~268(in Chinese).
- [5] 赵霞飞,丁贵明,王衡鉴,等.松辽盆地扶杨油层古河流分析[J].石油学报,1995,16(4):32~39.
Zhao Xiafei, Ding Guiming, Wang Hengjiang, et al. An analysis of paleochannel of Quantou Formation in Songliao Basin [J]. Acta Petrolei Sinica, 1995, 16(4):32~39(in Chinese with English abstract).
- [6] 迟元林,萧德铭,殷进垠.松辽盆地三肇地区上生下储“注入式”成藏机制[J].地质学报,2000,74(4):372~377.
Chi Yuanlin, Xiao Deming, Yin Jinyin. The injection pattern of oil and gas migration and accumulation in the Sanzhao area of Songliao Basin [J]. Acta Geologica Sinica, 2000, 74(4):371~377 (in Chinese with English abstract).
- [7] 王振,卢辉楠,赵传本.松辽盆地及其邻区白垩纪轮藻类[M].哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,1985.5~17.
Wang Zhen, Lu Huinan, Zhao Chuanben. Cretaceous Charophytes from Songliao Basin and Adjacent Areas [M]. Harbin: Heilongjiang Science & Technology Press, 1985. 5~17(in Chinese).
- [8] 彭金兰.湖泊沉积介形类丰度、分异度是环境的敏感指标[J].第四纪研究,2000,20(3):296.
Peng Jinlan. The abundance and diversity of lacustrine Ostracodes are the sensitive indicators of environment [J]. Quaternary Sciences, 2000, 20(3): 296(in Chinese with English abstract).

- [9] 郝诒纯, 茅绍智. 微体古生物学教程(第二版)[M].北京:中国地质大学出版社,1993,44~67.
Hao Yichun, Mao Shaozhi. The Tutorial of Micropaleontology (2nd edition)[M]. Beijing: China University of Geosciences Press, 1993. 44~67(in Chinese with English abstract).
- [10] Ganning B. Laboratory experiments: the ecological work on rock pool animals with special notes on the Ostracod *Heterocypris salinus*, *helgclander wiss*[J]. *Mecresuntersm*, 1967, (15): 27~40.
- [11] De Deckker P. & Forester R.M. The Use of Ostracods to Reconstruct Continental Palaeoenvironmental Records [C]. In: Deckker P D & Peypouquet J P (eds.). *Ostracoda in the Earth Sciences*, Elsevier Science Publs., Amsterdam. The Netherlands. 1988.175~199.
- [12] 侯祐堂, 杨恒仁. 中国中、新生代介形类特征及其生活环境的探讨[J].石油学报, 1980,1(1):21~30.
Hou Youtang, Yang Hengren. A study of the Mesozoic and Cenozoic ostracode faunas of China with special reference to their ecological aspects [J]. *Acta Petrolei Sinica*, 1980, 1 (1): 21~30(in Chinese with English abstract).
- [13] 中国地质科学院.中国地层(1)——中国地层概论[M].北京:地质出版社,1982.263~414.
Chinese Academy of Geological Sciences. *Stratigraphy of China (No.1)–An Outline of the Stratigraphy in China* [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1982. 263~414(in Chinese).
- [14] 王思恩.中国地层(11)——中国的侏罗系[M].北京:地质出版社, 1985.1~332.
Wang Sien. *Stratigraphy of China (No.11)–The Jurassic System of China* [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1985. 1~322(in Chinese)
- [15] 郝诒纯, 苏德英, 余静贤, 等. 中国地层(12)——中国的白垩系[M].北京:地质出版社,1986.1~284.
Hao Yichun, Su Deying, Yu Jingxian, et al. *Stratigraphy of China (No.12)–The Cretaceous System of China*[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1986. 1~284(in Chinese).
- [16] 李廷勇, 王建力. 中国的红层及发育的地貌类[J].四川师范大学学报(自然科学版),2002,25(4):427~431.
Li Tingyong, Wang Jianli. Chinese red beds and developing landforms [J]. *Journal of Sichuan Normal University (Natural Science)*, 2002, 25(4): 427~431(in Chinese with English abstract).
- [17] 侯祐堂, 勾韵娴, 陈德琼. 中国介形类化石(第一卷):Cypridacea 和 Darwinulidacea[M].北京:科学出版社,2002.1~109,255~695.
Hou Youtang, Gou Yunxian, Chen Deqiong. *Fossil Ostracoda of China (Vol.1)–Superfamilies Cypridacea and Darwinulidacea*[M]. Beijing: Science Press, 2002. 1~109,255~695 (in Chinese with English abstract).
- [18] 大庆油田开发研究院.松辽盆地白垩纪介形类化石[M].北京:科学出版社,1976.1~17.
Development Research Institute of Daqing Oilfield. *Cretaceous Ostracoda in Songliao Basin* [M]. Beijing: Science Press. 1976. 1~17(in Chinese).
- [19] 彭金兰. 云南鹤庆晚第四纪介形类生态特征初探[J].微体古生物学报, 2002,19(2):144~156.
Peng Jinlan. A preliminary ecological analysis on the Late Quaternary ostracodes from the Heqing Basin, Yunnan [J]. *Acta Micropalaeontologica Sinica*, 2002, 19 (2): 144~156 (in Chinese with English abstract).
- [20] Kilenyi T I. Transient and balanced genetic polymorphism as an explanation of variable nodding in the Ostracode *Cyprideis torosa*[J]. *Micropaleontology*, 1972, 18(1): 47~62.
- [21] 叶得泉, 张莹. 黑龙江省古龙及邻区高台子油层介形类分布特征及其生物相[J].微体古生物学报,1995,12(3):241~250.
Ye Dequan, Zhang Ying. Distributional characteristics and biofacies of ostracodes from the Gaotaizi reservoir in Gulong and the neighbouring areas [J]. *Acta Micropalaeontologica Sinica*, 1995, 12 (3): 241~250(in Chinese with English abstract).
- [22] 叶得泉, 张莹. 松辽盆地泰康地区高台子油层介形类化石的古生态及沉积环境探讨[J].古生物学报, 1985,24(5):477~484.
Ye Dequan, Zhang Ying. A discussion on palaeoecology of ostracods from oil-bearing sand at Gaotaizi, Taikang, and their sedimentary environments[J]. *Acta Palaeontologica Sinica*, 1985, 24 (5): 477~484(in Chinese with English abstract).
- [23] 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[M].北京:石油工业出版社,1994.102~144.
Yao Yimin, Liang Hongde, Cai Zhiguo, et al. *Tertiary in Petroleumiferous Regions of China (IV), The Bohai Gulf Basin*[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1994. 102~144(in Chinese with English abstract).
- [24] Carbonel P, Colin J P, Danielopol D L, et al. Guidelines and limnic interpretations ostracodes a review of some major topics[J]. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 1988, 62: 413~443.
- [25] Cohen A S, Dussinger R, Richardson J. Lacustrine Paleochemical Interpretations Based on East and South African Ostracodes [J]. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 1983, 43: 129~151.
- [26] 赵宇红. 不同 pH 值水溶液对现生介形类壳体保存的影响 [J].微体古生物学报,1990,7(1):1~8.
Zhao Yuhong. Preliminary studies on effects of different pH values on carapaces of living Ostracods [J]. *Acta Micropalaeontologica Sinica*, 1990, 7(1): 1~8(in Chinese with English abstract).
- [27] 高瑞祺, 赵传本, 乔秀云, 等. 松辽盆地石油地层孢粉学 [M].北京:地质出版社,1999.70~80.
Gao Ruiqi, Zhao Chuanben, Qiao Xiuyun, et al. *Cretaceous oil strata palynology from songliao basin* [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1999. 70~80(in Chinese with English abstract).
- [28] 蒋飞虎, 杨静, 王翠英. 内蒙古二连盆地白音查干凹陷早白垩世介形类及其古生态[J].微体古生物学报,2000,17(3):265~285.
Jiang Feihu, Yang Jing, Wang Cuiying. Early Cretaceous ostracods from the Baiyinchan depression of west Inner Mongolia and their palaeoecological features [J]. *Acta Micropalaeontologica Sinica*, 2000, 17(3): 265~285(in Chinese with English abstract).

Paleoecology and sedimentary environment of ostracods in the Fuyu and Yangdachengzi oil horizons in the Sanzhao area, Songliao basin

LIU Zhen-wen¹, ZHANG Zhi-li², WANG Bai-chang³, ZHANG Ming⁴

(1. School of Earth Sciences and Mineral Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China;

2. Faculty of Natural Resources and Information Technology, China University of Petroleum, Beijing 102249, China;

3. Exploration Department, Daqing Oilfield Co. Ltd., Daqing 163453, Heilongjiang, China;

4. Institute of Exploration and Development, Daqing Oilfield Co. Ltd., Daqing 163712, Heilongjiang, China)

Abstract: The assemblage characteristics, distribution and paleoecology of ostracods in the Fuyu and Yangdachengzi oil horizons in the Sanzhao area, Songliao basin, have been studied systematically. Study shows that ostracods appeared in small numbers in the early stage of the deposition of the Fuyu and Yangdachengzi oil horizons, then developed and thrived, and were all extinguished in the end of the depositional period. The above change is not only manifested by the significant increase in numbers of genera and species of ostracod assemblages, but also by their regular changes in shell ornamentations, distribution and preservation state. In general, these ostracods are characterized by simple shell ornamentations, a high diversity and mixing of individuals of varying sizes and living in a shallow-water lake environment. Further analysis of the burial environment and distribution range of ostracods shows that an alluvial plain appeared during the period of deposition of the Yang-4 and Yang-5 formations that only contain small quantities of ostracod fragments, while the depositional environment in which the Yang-3 Formation and Fu-Upper Formation containing relatively abundant ostracods were deposited was mainly a shallow lake one. After a large shallow lake appeared in the central part of the area during the deposition of the Yang-3 Formation, the lake gradually increased in area and depth with time and expanded westward to the west of Changyuan of Daqing during the deposition of the Fu-Lower Formation, and as a result, it was connected with another lake in the Qijia-Gulong area to form the unifying Songliao paleolake. During the period from the deposition of the Yang-3 Formation to the deposition of the Fu-Upper Formation, the shallow waters, dry climate and strong oxidation resulted in a red color of lacustrine sand and mud in the Sanzhao Area.

Key words: Songliao basin; Sanzhao area; Fuyu and Yangdachengzi oil horizons; paleoecology of ostracods; sedimentary environment

About the first author: LIU Zhen-wen, male, born in 1963, senior engineer and Ph.D. candidate; engages in petroleum geology; E-mail: Liuzhenwen@petrochina.com.cn.