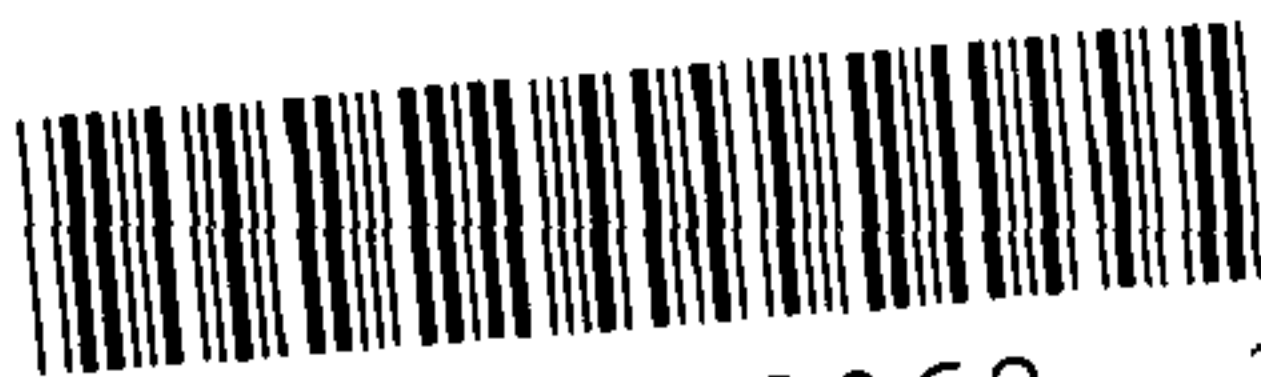


中国油气区地层古生物丛书

东濮地区
早第三纪沟鞭藻及其他藻类

中原石油勘探局勘探开发研究院
中国科学院南京地质古生物研究所 编著

石油工业出版社



200358068

39797



中国油气区地层古生物丛书

东濮地区 早第三纪沟鞭藻及其他藻类

中原石油勘探局勘探开发研究院
中国科学院南京地质古生物研究所 编著

52/42/03



00311205

石油工业出版社

内 容 提 要

本书是十年来对东濮地区早第三纪沟鞭藻及绿藻和疑源类的研究成果。书中共描述化石45个属, 129个种, 其中有64个新种; 对地质时代和沉积环境提出了新的看法; 探讨了化石沟鞭藻类与石油形成的密切关系; 附图12幅, 图版31幅, 插图15幅。

本书可供石油、煤炭、地质部门的地质、古生物工作者参考。

中国油气区地层古生物丛书
东濮地区早第三纪沟鞭藻及其他藻类
中原石油勘探局勘探开发研究院 编著
中国科学院南京地质古生物研究所

*

石油工业出版社出版
(北京安定门外安华里二区一号楼)
北京通县印刷厂排版印刷
新华书店北京发行所发行

*

787×1092毫米 16开本 6³/₄印张 16插页 159千字 印1—1.200

1989年3月北京第1版 1989年3月北京第1次印刷

ISBN 7-5021-0198-5/TE·195

定 价: 5.20 元

序

在我国辽阔的领土和领海内，发育着为数众多的、各个地质历史时期不同类型的沉积盆地，蕴藏着极为丰富的油气资源与其它矿产。新中国成立后，随着石油勘探与开发的蓬勃发展，含油气区地层古生物的研究工作也获得了相应的发展，三十多年来，石油古生物工作者经历了艰苦的创业历程，从无到有，由小到大，紧密地配合了各个时期的油气勘探，进行了数以百万、千万计的样品采集、分析、鉴定和研究工作，解决了大量的生产实际问题。在这些工作中，有许多是石油工业部系统和国内各部门地层古生物工作者的共同研究成果，大家为我国找油找气做出了重要贡献。

我国各油气区在几十年生产实践中，积累了极其丰富的地层古生物资料，这是我国古生物学科的一笔宝贵财富。石油工业部曾组织编写出版了一些比较系统的古生物研究成果（有的是与其他单位合作的），如《松辽盆地白垩纪介形类化石》、《渤海沿岸地区早第三纪介形类》、《南海北部大陆架第三系》、《华北及邻区牙形石》等11本专著。为了更好地为石油生产服务，石油工业部系统的地层古生物工作者将继续与国内广大的地层古生物工作者合作，对大量丰富的生物地层资料进行系统总结与提高。为此，1983年10月召开的“石油工业部第一次古生物工作会议”决定成立“中国油气区地层古生物”编辑委员会，负责组织各油气区地层古生物研究成果的编辑出版工作。会议决定石油工业部有关各油区地层古生物的研究成果将采用两种形式发表：即专著以《中国油气区地层古生物丛书》的形式不定期陆续出版；短篇论文逐年汇集成《中国油气区地层古生物论文集》出版。欢迎其他部门各有关单位或个人积极投稿。

我们相信，这两套书的出版必将得到广大石油地质工作者和地层古生物工作者的欢迎和支持，在大家的共同努力下，使其茁壮成长、日臻完善，成为我国石油地层古生物方面不可缺少的文献，在我国石油工业不断飞速发展中发挥她应有的作用。

“中国油气区地层古生物”编辑委员会

| | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 古刺沟藻属(新属) | Genus <i>Palaeohystrichodinium</i> He, Zhu et Jin gen. nov. | (56) |
| 古多甲藻属 | Genus <i>Palaeoperidinium</i> Deflandre, 1935, emend. Lentin et Williams, 1976..... | (57) |
| 副渤海藻属 | Genus <i>Parabohaidina</i> Jiabo, 1978 emend. He, 1984..... | (59) |
| 副多甲藻属(新属) | Genus <i>Paraperidinium</i> Jin, He et Zhu gen. nov..... | (60) |
| 疏管藻属 | Genus <i>Paucibucina</i> Jiabo, 1978..... | (61) |
| 先多甲藻属 | Genus <i>Phthanoperidinium</i> Drugg et Loeblich, 1967 | (62) |
| 拟箱藻属 | Genus <i>Pyxidropsis</i> Habib, 1976 | (63) |
| 菱球藻属 | Genus <i>Rhombodella</i> Cookson et Eisenack, 1962 emend. Jiabo, 1978..... | (64) |
| 分离藻属 | Genus <i>Saeptodinium</i> Harris, 1974..... | (66) |
| 多刺甲藻属 | Genus <i>Sentusidinium</i> Sarjeant et Stover, 1978..... | (66) |
| 中华藻属 | Genus <i>Sinocysta</i> He, 1984..... | (69) |
| 刺甲藻属 | Genus <i>Spiniferites</i> Mantell, 1850 emend. Sarjeant, 1970..... | (70) |
| 四突藻属 | Genus <i>Tetranguladinium</i> Yu, Gao et Mao, 1983..... | (70) |
| 中原藻属(新属) | Genus <i>Zhongyuandinium</i> Zhu, He et Jin gen. nov. | (71) |
| (二) 绿藻门 | Chlorophyta | (76) |
| 绿藻纲 | Chlorophyceae Kützing, 1843..... | (76) |
| 双星藻目 | Zygnematales..... | (76) |
| 双星藻科 | Zygnemataceae | (76) |
| 光对裂藻属 | Genus <i>Psiloschizosporis</i> Jain, 1968 | (76) |
| 绿球藻目 | Chlorococcales Marchand orth. mut. et emend. Pascher, 1915..... | (76) |
| 水网藻科 | Hydrodictyaceae(Gray) Dumortier orth. mut. Cohn, 1880..... | (76) |
| 盘星藻属 | Genus <i>Pediastrum</i> Meyen, 1829..... | (76) |
| 塔斯曼藻目 | Tasmanales Mäddler, 1963 | (77) |
| 塔斯曼藻科 | Tasmanaceae Sommer, 1956. emend. Mäddler, 1963..... | (77) |
| 褶皱藻属 | Genus <i>Campenia</i> Mäddler, 1963..... | (77) |
| 克氏藻属 | Genus <i>Cooksonella</i> Nagy, 1965 | (79) |
| (三) 疑源类 | Acritarcha Evitt, 1963..... | (80) |
| 棒球藻属 | Genus <i>Filisphaeridium</i> Staplin, Jansonius et Pocock, 1965 | (80) |
| 粒面球藻属 | Genus <i>Granodiscus</i> Mäddler, 1963 | (81) |
| 光面球藻属 | Genus <i>Leiosphaeridia</i> Eisenack, 1958 | (82) |
| 开口藻属 | Genus <i>Porusphaera</i> Jiabo, 1978..... | (82) |
| 皱面球藻属 | Genus <i>Rugosphaera</i> Jiabo, 1978..... | (82) |
| EARLY TERTIARY MICROPHYTOPLANKTON FROM THE DONGPU REGION (Abstract).....何承全 靳广兴 朱神照 (84) | | |
| 参考文献.....何承全 朱神照 靳广兴 (88) | | |
| 图版说明及图版.....靳广兴 何承全 朱神照 (90) | | |

前 言

为了加速我国石油工业的发展,大力勘探开发中原地区油气田,根据石油工业部和中国科学院于1983年制定的在中原油田进行科研协作的计划,于1983年4月至1985年10月对东濮地区十年生产勘探中所采获和鉴定的大量微体化石标本进行了系统的整理和研究,并补充采集、分析和鉴定了部分钻孔岩芯井段中的微体化石,编写了东濮地区早第三纪介形类、轮藻、腹足类、孢粉、沟鞭藻及其他藻类5篇专著。

《东濮地区早第三纪沟鞭藻及其他藻类》汇集了10年来的微体浮游植物化石的研究成果。在近3年的科技会战中,我们又重新从40多口岩芯井取样2000多块,进行了较系统的分析鉴定。本区下第三系发育,沉积厚度达6910m,其沉积环境较复杂并有丰富的微体化石,其中发育不少奇特的种类,为世界各地所罕见。不仅有新属新种,还发现某些种是在特定条件下发育的。这无论对找油找气,还是对古生物学科的发展及古沉积环境的探讨都有其十分重要的意义。

本区下第三系分为孔店组、沙河街组和东营组。在后两组中沟鞭藻类丰富,还有较多的疑源类及绿藻门的化石。本书描述沟鞭藻类、绿藻和疑源类化石计45个属129个种(64个新种):其中沟鞭藻类35个属(4个新属)108个种(60个新种);绿藻门5个属9个种(3个新种);疑源类5个属12个种(1个新种)。还对5个种做了新的联合。

根据本区微体浮游藻类化石的演变规律,并结合各组段岩性、岩相的变化及地层接触关系,建立了3个沟鞭藻类化石组合、5个亚组合。沙河街组四段和二段的化石较稀少,且向上延续发展,故未建立组合或亚组合。

对本区下第三系沙河街组和东营组的地质时代(尤其沙河街组),我们的认识和过去的有些不同。沙河街组四段至三段为中晚始新世,沙河街组二段可能为早渐新世,沙河街组一段为早中渐新世,东营组为中晚渐新世。对这两组的沉积环境也取得了一些新资料,认为下第三系沙河街组四段上部至东营组下部(除沙河街组二段)含沟鞭藻类化石的层段都是在海侵作用下的沉积。

此外,还从微体浮游植物对有机质的产生和聚集,沟鞭藻类与油母质——干酪根的关系以及东濮地区沟鞭藻类组合与油气区的关系等三方面讨论了化石沟鞭藻类和石油形成的密切关系。在我国过去发表这方面的材料很少。这一研究可直接或间接地为石油资源评价提供依据,从而为地质勘探找油找气服务;同时也扩大了古生物学研究的领域。

参加本书编著的有何承全、朱神照和靳广兴。素材整理由朱神照、靳广兴、李光星和何承全完成。中原石油勘探局地质勘探开发研究院地质化实验室孢粉组李光星、周开义、孙自华等全体同志都付出了一定的劳动;部分样品分析由秦玉阁、毕桂霞和南京地质古生物研究所黄凤宝、何翠玲、赵鼎、王兰等同志完成;扫描电子显微照片由南京地质古生物研究所李懋摄制;中原石油勘探局地质勘探开发研究院地质化实验室地化组负责元素分析测定工作,技术服务室同志和南京地质古生物研究所闻美琴同志清绘图表。在编著过程中得到宋之琛教授的热情指导。在此对他们均表示衷心感谢。

《东濮地区早第三纪沟鞭藻及其他藻类》是在石油工业部和中国科学院地学部的资助下完成的;在工作中得到中原石油勘探局和南京地质古生物研究所有关领导及部门的大力支持和帮助,谨此致谢。

由于时间紧促,加上我们的水平又有限,难免有错误和不妥之处,敬请批评指正。

一、地层概述

东濮地区位于华北平原中部，即指鲁西、豫北地区，包括山东莘县、东明、菏泽，河南清丰、南乐、范县、濮阳、滑县、长垣、兰考以及河北魏县，面积约5300 km² (图1)。区内下第三系发育，厚达6910m。以黄河为界划分为南、北两区，南区局部地区可见基性岩和玄武岩，北区有巨厚的蒸发岩沉积，根据岩性及古生物特征，本区下第三系被划分为三个组

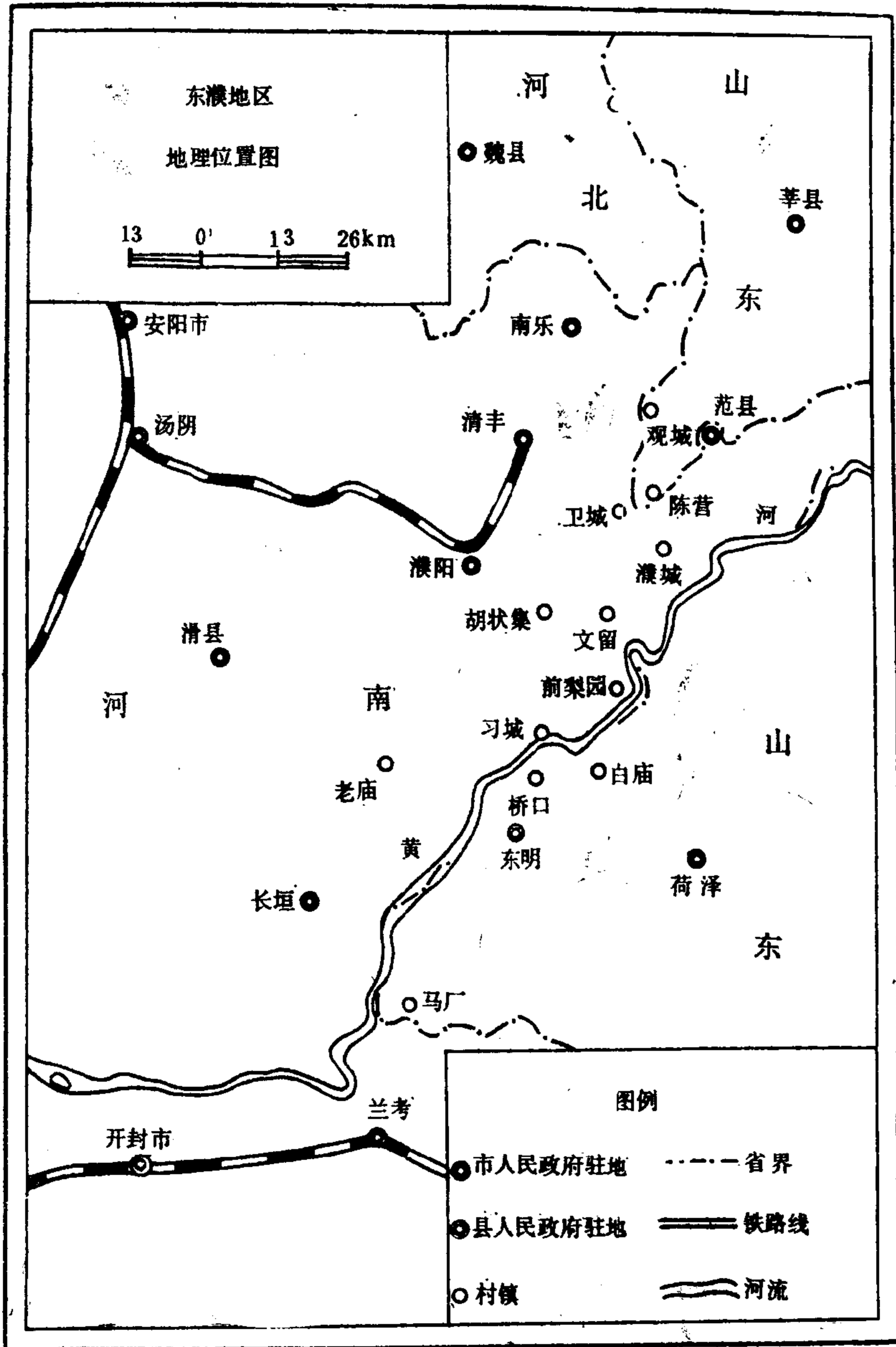


图1 东濮地区地理位置图

(图2), 其划分方案及组段命名均与渤海沿岸地区完全一致, 自下而上层序如下:

(一) 孔店组

孔店组主要分布于山东莘县, 河南濮阳、滑县、兰考地区。岩性为暗紫红色、紫红色泥岩与棕色石英粉砂岩呈交互层。南部地区以灰白色钙质粉砂岩、砂岩为主夹紫红色泥岩, 顶部可见玄武岩, 老庙地区灰白色含砾砂岩发育。厚0~580m。与下伏二叠系石盒子群呈不整合接触。

(二) 沙河街组

沙河街组在区内广泛分布, 岩性为灰色、深灰色、紫红色泥岩、粉砂岩、砂岩及灰白色岩盐组成, 并夹碳酸盐岩、油页岩、页岩。厚5100m。与下伏地层孔店组可能呈不整合接触。本组自下而上分为四段:

1. 沙河街组四段

沙河街组四段岩性为紫红色、灰色泥岩与棕红色、灰色、灰白色粉砂岩, 钙质粉砂岩、细砂岩呈不等厚互层。厚0~720m。见少量动植物化石。本段可分上、下两部分。下部为紫红色泥岩与棕红色粉砂岩互层。厚0~370m。北区本段地层下部石膏质泥岩, 钙质、白云质粉砂岩较发育, 南区见玄武岩。上部以灰色、褐色粉砂岩、钙质粉砂岩、细砂岩与深灰色泥岩呈间互层。最大厚度350m。北区本段地层上部页岩较发育, 南区砂岩较粗, 且发育玄武岩。

2. 沙河街组三段

沙河街组三段连续沉积于沙河街组四段之上。以深灰色泥岩、灰色粉砂岩、砂岩为主, 夹薄层油页岩、钙质页岩, 局部地区发育厚层岩盐、石膏岩及薄层生物灰岩。厚1550~2700m。本段可分三部分。下部为深灰色泥岩与粉砂岩互层, 最大厚度约800~1000m。北区为深灰色泥岩与粉砂岩呈不等厚互层, 并夹油页岩、页岩、含石膏泥岩, 文留、胡状集地区发育巨厚的灰白色岩盐、石膏岩层; 南区为深灰色泥岩与粉—细砂岩互层, 而无膏盐沉积。中部为深灰色、灰色泥岩、粉砂岩、油页岩与灰白色粉砂岩互层。最大厚度约600~1300m。北区本段地层中部为深灰色泥岩、油页岩与粉砂岩互层, 中夹含石膏质泥岩, 唯濮城、卫城地区发育巨厚的盐层和石膏盐层; 南区为灰色泥岩夹油页岩、泥灰岩及粉—细砂岩。上部为灰色泥岩、棕褐色油页岩与浅灰色粉砂岩呈不等厚互层。厚约150~400m。南区本段地层上部油页岩不发育, 但钙质、高岭土质粉砂岩普见, 玄武岩仅有零星分布。北区的观城, 南区的马厂、兰考地区出现薄层钙质含鲕粒细砂岩、生物灰岩夹层。

3. 沙河街组二段

沙河街组二段和下伏沙河街组三段在局部地区可能有沉积间断。紫红色、灰绿色泥岩与灰白色、浅灰色粉砂岩呈不等厚互层, 底部发育黑色泥岩, 局部地区发育泥膏岩、含石膏泥岩。厚约400~900m。根据岩性和古生物特征, 本段可分两部分。下部为紫红色泥岩夹粉砂岩, 底部发育灰色泥岩。厚约520m。上部以紫红色、肉红色、灰绿色泥岩为主夹紫红色粉砂岩。厚约380m。北区的文留、濮城地区为紫红色、灰绿色泥岩与泥膏岩、含石膏泥岩互层; 南区的桥口地区白色钙质细砂岩发育。

东濮地区北部

东濮地区南部

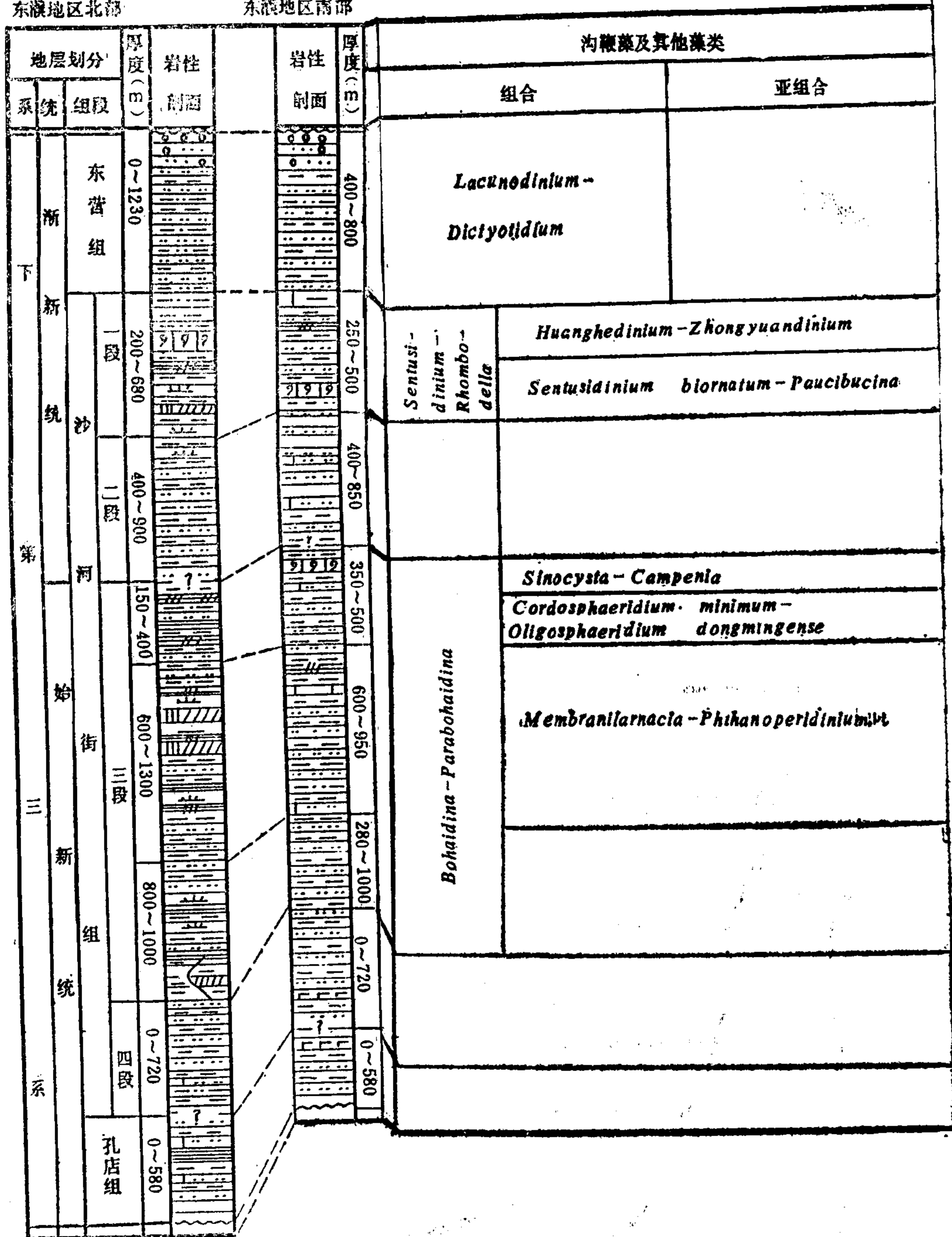


图 2 东濮地区早第三纪沟鞭藻和其他藻类化石组合及地层柱状图

4. 沙河街组一段

沙河街组一段连续沉积于沙河街组二段之上。本段在全区较为稳定，为灰色泥岩夹钙质、白云质泥岩、泥质白云岩、灰色粉砂岩和灰白色生物灰岩。局部地区发育厚层岩盐、泥膏岩和含石膏泥岩。厚200~680m。根据岩性和古生物特征，本段可分两部分。下部为灰色泥岩夹薄层白云岩、灰岩、粉砂岩和油页岩。厚约255m。北区的文留、濮城地区发育岩盐、泥膏岩、含石膏泥岩；南区油页岩不发育，而灰白色砂岩发育，并可见玄武岩。上部为灰色泥岩夹薄层生物灰岩、泥质白云岩、白云质泥岩、白云质灰岩及粉砂岩、钙质粉砂岩，偶见灰绿色泥岩。厚约425m。北区本段地层上部可见含石膏泥岩；南区灰白色生物灰岩发育。含丰富的沟鞭藻类、腹足类、介形类、孢粉及少量轮藻化石。

(三) 东营组

东营组连续沉积于沙河街组一段之上。为紫红色泥岩、杂色泥岩与紫红色、灰白色含砾砂岩、粉砂岩互层。厚0~1230m。北区本组地层顶部砾状砂岩和砾岩发育，南区的桥口至马厂地区未见砾岩，但有少量的油页岩、玄武岩。与上覆地层上第三系馆陶组呈不整合接触。

二、沟鞭藻类组合特征

东濮凹陷下第三系颇为发育，微体浮游植物(尤以沟鞭藻类)丰富，属种多，保存尚佳。大部分化石在地层纵向上分布有限，横向上变化比较稳定，具有重要的生物地层意义。本区与渤海沿岸地区相比，微体浮游植物群的总面貌基本相似，一些主要类群，如 *Bohaidina*、*Parabohaidina*、*Rhombodella*、*Paucibucina*、*Membranilarnacia*、*Cordosphaeridium*、*Oligosphaeridium*、*Hystrichosphaeridium*、*Cleistosphaeridium*、*Sentusidinium* 等都是相同的。很明显，它们应同属于一个生物地理区。但是彼此也存在一定的差异，即在东濮凹陷发育了一些独特的新类型，如 *Huanghedinium*、*Paraperidinium*、*Zhongyuandinium* 等在渤海沿岸地区至今尚未发现；同样，在渤海沿岸地区的一些地方性的种类在本区也没有见到。

本区早第三纪微体浮游植物的发生、发展和消失的变化规律与各组段的岩性变化大体一致。一般地说，沙河街组三段和一段的沟鞭藻化石丰富，出现的层次多，是这次研究的重要层段；东营组则由于井下取岩芯少，且分析岩屑样品也不多，因此当前从该组所获得的化石材料是不充分的，使组合面貌显得较为单调；在沙河街组四段和二段，化石较少，属种单调，多数延续时间又较长，故目前不宜建立组合或亚组合。

根据本区下第三系中微体浮游植物(主要是沟鞭藻类)的变化规律(表1)以及各组段岩性岩相特征，共建立了3个沟鞭藻类组合、5个沟鞭藻类亚组合。3个组合和渤海沿岸地区下第三系沙河街组至东营组的有关组合基本一致，唯亚组合是地方性的。现依组合、亚组合顺序自下而上分述如下：

(一)渤海藻属-副渤海藻属 *Bohaidina*-*Parabohaidina* 组合

本组合分布于沙河街组三段。该组合的特征是：①微体浮游植物繁盛(尤其 *Bohaidina* 在中下部通常极丰富)，是本区早第三纪微体浮游植物发展的第一次高峰；②属种的丰度及分异度均较高，已初步记录了约30个属80余个种，其中沟鞭藻23个属65个种，而绿藻和疑源类均不多；③在沟鞭藻类中，膝沟藻科的分子在种数上和多甲藻科的比较接近，但在囊孢丰度上后者占了压倒的优势；④以 *Cordosphaeridium*、*Oligosphaeridium*、*Hystrichosphaeridium*、*Achomosphaera*、*Palaeohystrichodinium*、*Cleistosphaeridium* 和 *Bipolaribucina* 等为代表的收缩式囊孢分子在种数上占有十分重要的地位，贴式囊孢(*Bohaidina*、*Parabohaidina*、*Fromea*、*Sinocysta*、*Luxadinium* 及 *Palaeoperidinium* 等)次之；⑤在局部地区沙河街组三段底部 *Pediastrum* 或许较丰富(偶尔多达100%)，在顶部的个别样品中，*Campenia irregularis* 可以大量出现，而 *Campenia* 的其他种虽然在沙河街组三段记录不少，但多数源于岩屑样品。该组合的属种发育情况如下：

在沟鞭藻类中，以 *Bohaidina retirugosa*、*B. granulata*、*B. laevigata*、*Bosedinia operculata*、*Cleistosphaeridium shandongense*、*Fromea zhongyuanensis*、*Luxadinium elongatum*、*Membranilarnacia fibrosa*、*Parabohaidina granulata*、*P. ceratoides*、*P. laevigata*、*P. retirugosa*、*Phthanoperidinium biconicum*、*Saeptodinium circulare*、*Sinocysta subtilis* 和 *S.*

表1 东濮地区下第三系沙河街组至东营组微体浮游植物(藻类)化石分布表

| 始新统 (E ₂) | | | | 渐新统 (E ₃) | | | | 东营组下部 | 地层 | 化石名称 |
|-----------------------|---|----|---|-----------------------|---|----|---|-------|---------------------------------------------|------|
| 沙河街组 | | | | | | | | | | |
| 四段 | | 三段 | | 二段 | | 一段 | | | | |
| 下 | 上 | 下 | 中 | 上 | 下 | 上 | 下 | 上 | | |
| | | | | | | | | | <i>Bohaidina retirugosa</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Luxadinium elongatum</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Parabohaidina puyangensis</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Pediastrum boryanum</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Sinocysta minuta</i> | |
| | | | | | | | | | <i>S. subtilis</i> | |
| | | | | | | | | | <i>S. sp.</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Bohaidina apiciporata</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Cooksonella circularis</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Phthanoperidinium sp.</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Rugosphaera asperata</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Sentusidinium sp. 2</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Tetranguladinium opimum</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Parabohaidina ceratoides</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Tetranguladinium minoiaense</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Bohaidina granulata</i> | |
| | | | | | | | | | <i>B. laevigata</i> | |
| | | | | | | | | | <i>B. microreticulata</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Pediastrum boryanum var. longicorne</i> | |
| | | | | | | | | | <i>P. boryanum var. undulatum</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Phthanoperidinium biconicum</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Bosedinia operculata</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Oligosphaeridium minor</i> | |
| | | | | | | | | | <i>O. ovatum</i> | |
| | | ① | | | | | | | <i>Campenia irregularis</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Granodiscus staplinii</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Parabohaidina laevigata subsp. minor</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Rhombodella symphyanthera</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Granodiscus granulatus</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Leiosphaeridia caperata</i> | |
| | | | | | | | | | <i>L. hyalina</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Parabohaidina granulata</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Psiloschizosporis parvus</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Rugosphaera micirugis</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Bipolaribucina biornata</i> | |
| | | | | | | | | | <i>B. huanghuaensis</i> | |
| | | | | | | | | | <i>B. sp. 2</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Phthanoperidinium tenellum</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Rhombodella elongata</i> | |

续表

| 始新统 (E ₂) | | | | 渐新统 (E ₃) | | | | 东营组下部 | 地层名称 |
|-----------------------|---|----|---|-----------------------|---|----|---|-------|----------------------------------------|
| 沙河街组 | | | | | | | | | |
| 四段 | | 三段 | | 二段 | | 一段 | | | |
| 下 | 上 | 下 | 中 | 上 | 下 | 上 | 下 | 上 | |
| | | | | | | | | | <i>Membranilarnacia fibrosa</i> |
| | | | | | | | | | <i>M. paucitubata</i> |
| | | | | | | | | | <i>Bohaidina prolata</i> |
| | | | | | | | | | <i>Fromea zhongyuanensis</i> |
| | | | | | | | | | <i>Cleistosphaeridium shandongense</i> |
| | | | | | | | | | <i>Filisphaeridium baculatum</i> |
| | | | | | | | | | <i>Campenia biornata</i> |
| | | | | | | | | | <i>Hystriospheridium calospinum</i> |
| | | | | | | | | | <i>Palaeoperidinium commune</i> |
| | | | | | | | | | <i>Parabohaidina retirugosa</i> |
| | | | | | | | | | <i>Alterbia</i> sp. |
| | | | | | | | | | <i>Campenia verrucosa</i> |
| | | | | | | | | | <i>Luxadinium dongmingense</i> |
| | | | | | | | | | <i>Saeptodinium circulare</i> |
| | | | | | | | | | <i>Campenia densa</i> |
| | | | | | | | | | <i>Palaeoperidinium paradoxum</i> |
| | | | | | | | | | <i>Achomosphaera minuta</i> |
| | | | | | | | | | <i>Cordosphaeridium minimum</i> |
| | | | | | | | | | <i>Oligosphaeridium dongmingense</i> |
| | | | | | | | | | <i>O. homomorphum</i> |
| | | | | | | | | | <i>Diconodinium brevispinum</i> |
| | | | | | | | | | <i>D.</i> sp. |
| | | | | | | | | | <i>Luxadinium speciale</i> |
| | | | | | | | | | <i>Palaeoperidinium oviforme</i> |
| | | | | | | | | | <i>Granodiscus</i> sp. |
| | | | | | | | | | <i>Laciniadinium emans</i> |
| | | | | | | | | | <i>L. cf. rhomboidale</i> |
| | | | | | | | | | <i>L.</i> sp. |
| | | | | | | | | | <i>Luxadinium macrocephalum</i> |
| | | | | | | | | | <i>L. psilatum</i> |
| | | | | | | | | | <i>Palaeohystriochodinium elegans</i> |
| | | | | | | | | | <i>P. quadratum</i> |
| | | | | | | | | | <i>Palaeoperidinium</i> sp. |
| | | | | | | | | | <i>Saeptodinium</i> sp. |
| | | | | | | | | | <i>Sinocysta macrocephala</i> |
| | | | | | | | | | <i>Oligosphaeridium</i> sp. 1 |
| | | | | | | | | | <i>O.</i> sp. 2 |
| | | | | | | | | | <i>O.</i> sp. 3 |
| | | | | | | | | | <i>Cleistosphaeridium panshanense</i> |

| 始新统 (E ₂) | | | | 渐新统 (E ₃) | | | | 东营组下部 | 地 层 单 位 |
|-----------------------|---|-----|---|-----------------------|---|-----|---|-------|---------------------------------------|
| 沙 河 街 组 | | | | | | | | | |
| 四 段 | | 三 段 | | 二 段 | | 一 段 | | | |
| 下 | 上 | 下 | 中 | 上 | 下 | 上 | 下 | 上 | |
| | | | | | | | | | C.sp. |
| | | | | | | | | | <i>Conicoidium granulatum</i> |
| | | | | | | | | | <i>Cordosphaeridium</i> sp. |
| | | | | | | | | | <i>Luxadinium orientale</i> |
| | | | | | | | | | <i>Granodiscus crassus</i> |
| | | | | | | | | | <i>Campenia circellata</i> |
| | | | | | | | | | <i>Filisphaeridium</i> sp. |
| | | | | | | | | | <i>Paucibucina dongyingensis</i> |
| | | | | | | | | | <i>P.simplex</i> |
| | | | | | | | | | <i>Rhombodella baculata</i> |
| | | | | | | | | | <i>R.papillifera</i> |
| | | | | | | | | | <i>R.sp.</i> |
| | | | | | | | | | <i>Sentusidinium bellulum</i> |
| | | | | | | | | | <i>Batiacasphaera henanensis</i> |
| | | | | | | | | | <i>B.oligacatha</i> |
| | | | | | | | | | <i>Cleistosphaeridium elegans</i> |
| | | | | | | | | | <i>C.minor</i> |
| | | | | | | | | | <i>Filisphaeridium evexibaculatum</i> |
| | | | | | | | | | <i>F.longibaculatum</i> |
| | | | | | | | | | <i>Leiosphaeridia taxodiformis</i> |
| | | | | | | | | | <i>Operculodinium capituliferum</i> |
| | | | | | | | | | <i>O.minutum</i> |
| | | | | | | | | | <i>O.zhongyuanense</i> |
| | | | | | | | | | <i>Rhombodella bifurcata</i> |
| | | | | | | | | | <i>R.tubiformis</i> |
| | | | | | | | | | <i>R.variabilis</i> |
| | | | | | | | | | <i>R.verruciformis</i> |
| | | | | | | | | | <i>Sentusidinium bifidum</i> |
| | | | | | | | | | <i>S.biornatum</i> |
| | | | | | | | | | <i>S.densispinum</i> |
| | | | | | | | | | <i>S.minor</i> |
| | | | | | | | | | <i>S.shenxianense</i> |
| | | | | | | | | | <i>Spiniferites puyangensis</i> |
| | | | | | | | | | <i>Bipolaribucina</i> sp.1 |
| | | | | | | | | | <i>Chytroeisphaeridia</i> sp. |
| | | | | | | | | | <i>Huanghedinium granorugosum</i> |
| | | | | | | | | | <i>H.magnum</i> |
| | | | | | | | | | <i>Lejeunecysta illecebrosa</i> |
| | | | | | | | | | <i>Paraperidinium bellum</i> |

续表

| 始新统 (E ₂) | | | | 渐新统 (E ₃) | | | | 东营组下部 | 地 层 单 位 | 石 名 称 |
|-----------------------|---|-----|---|-----------------------|---|-----|---|-------|---------------------------------------|-------|
| 沙 河 街 组 | | | | | | | | | | |
| 四 段 | | 三 段 | | 二 段 | | 一 段 | | | | |
| 下 | 上 | 下 | 中 | 上 | 下 | 上 | 下 | 上 | | |
| | | | | | | | | | <i>P.draco</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Porusphaera bellatula</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Sentusidinium sp.1</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Zhongyuandinium biconicum</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Z.craciatum</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Z.decorosum</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Z.elongatum</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Z.granorugosum</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Z.minor</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Z.simplex</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Z.striatum</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Z.turbinatum</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Pyxidnopsis minor</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Pyxidnopsis pylomica</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Alterbia puyangensis</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Dictyotidium reticulatum</i> | |
| | | | | | | | | | <i>D.asperatum</i> | |
| | | | | | | | | | <i>D.microreticulatum</i> | |
| | | | | | | | | | <i>D.pachydermum</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Hungarodiscus? foveolatus</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Lacunodinium fissile</i> | |
| | | | | | | | | | <i>L.puyangense</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Palaeoperidinium leptodermatum</i> | |
| | | | | | | | | | <i>Piominangularia granulata</i> | |

①虚线表示岩屑资料。

*minuta*为主, 大多特别丰富; *Bipolaribucina huanghuaensis*, *Bohaidina microreticulata*, *Cleistosphaeridium panshanense*, *Laciniadinium eminens*, *Luxadinium dongmingense*, *Membranilarnacia paucitubata*, *Oligosphaeridium ovatum*, *Palaeohystrichodinium elegans*和 *Parabohaidina puyangensis*次之或较少; *Achomosphaera minuta*, *Bipolaribucina biornata*, *B. ? sp. 2*, *Bohaidina apiciporata*, *B. prolata*, *Cleistosphaeridium sp.*, *Cordosphaeridium minimum*, *Hystrichosphaeridium calospinum*, *Laciniadinium cf. rhomboidale*, *Luxadinium macrocephalum*, *L. psilatum*, *L. orientale*, *L. speciale*, *Oligosphaeridium dongmingense*, *O. homomorphum*, *O. sp. 1*, *O. sp. 2*, *O. sp. 3*, *Palaeohystrichodinium quadratum*, *Palaeoperidinium commune*, *P. paradoxum*, *Diconodinium brevispinum*, *Sinocysta macrocephala*和 *S. sp.*等一般零星地出现。

绿藻以 *Campenia biornata*, *C. circellata*, *C. circellata subsp. minor*, *C. irregularis*, *C. densa*, *Pediastrum boryanum*较常见, *Campenia verrucosa*较少。值得提出的是, 在 *Campenia*中, 除 *C. irregularis*外, 其他种多源于岩屑样品。

疑源类以 *Filisphaeridium baculatum*, *Granodiscus staplinii*, *Leiosphaeridia hyalina*, *Rugosphaera asperata*和 *R. micirugis*较丰富, *Granodiscus granulatus*, *G. sp.*, *Leiosphaeridia caperata*和 *Rhombodella symphyanthera*等较稀少或零星出现。

根据一些特殊分子的出现层序和数量变化情况, 本组合大体上可分为3个沟鞭藻亚组合。

1. 膜突藻属-先多甲藻属 *Membranilarnacia-Phthanoperidinium* 亚组合

分布于沙河街组三段中下部, 即沙河街组三段的第4至第2小段(简称 $S_3^4 \sim S_3^2$)。亚组合特征为: ① *Bohaidina*在区内广泛发育, 极为繁盛, 出现层次多; ②在中部, *Membranilarnacia*和 *Bipolaribucina*彼此共生, 较发达, 而在下部, *Phthanoperidinium*和 *Pediastrum*的分子相对较多以及 *Rugosphaera asperata*局部大量出现; ③以 *Hystrichosphaeridium calospinum*为代表的具管状突起的分子少量出现, 具细刺状突起的属种也不发育; ④ *Campenia*的分子不发育, 一般数量较少(据岩芯资料)。

2. 最小心球藻-东明稀管藻 *Cordosphaeridium minimum-Oligosphaeridium dongmingense* 亚组合

本亚组合分布于沙河街组三段上部的下小段, 在黄河以南地区较发育。其特征是: 在黄河以南, ①以 *Cordosphaeridium*和 *Oligosphaeridium*为代表的具管状突起的属种占有重要的位置, 可以说沙河街组三段具大管状突起的种类基本上都集中于这个地区的本亚组合; ② *Bohaidina*或 *Parabohaidina*仍较发达; ③ *Saeptodinium circulare*和 *Fromea zhongyuanensis*通常颇发育。在黄河以北地区, *Bohaidina*已不如 *Parabohaidina*发育, 同时出现少量的 *Conicoidium granulatum*。

3. 中华藻属-褶皱藻属 *Sinocysta-Campenia* 亚组合

大体上分布于沙河街组三段上部的上小段。在这一沉积时期, 随着环境的变化, 微体浮游植物的发育所显示出的一些地区性的分异更加明显。亚组合特征为: ① *Bohaidina*和 *Parabohaidina*的发育已不如以前稳定; ②具管状突起的属种急剧衰退(仅 *Oligosphaeridium*的分子零星出现)或全然消失; ③在黄河以南地区 *Sinocysta*, *Luxadinium*和 *Laciniadinium*的含量比以前明显地增多, 而在黄河北部地区, 有的岩芯样品含有大量的 *Campenia irregularis*(含量达100%), 若这类分子与 *Bohaidina*, *Parabohaidina*和 *Cleistosphaeridium*共生时, 其