

黑龙江省三江盆地 206 孔早白垩世 非海相沟鞭藻组合

万传彪 乔秀云

(大庆石油管理局勘探开发研究院, 黑龙江大庆 163712)

内 容 提 要

描述了三江盆地 206 孔早白垩世非海相沟鞭藻化石, 其中 2 新种。建立 1 沟鞭藻组合, 探讨了含藻类化石层位的地质时代及沉积环境, 并据藻类化石赋存情况, 推测了盆地有利的生油层段。

关键词 沟鞭藻类 非海相 早白垩世 三江盆地

三江盆地位于黑龙江、松花江、乌苏里江汇合之处, 地跨中苏两国, 我国境内面积约 33 730 km²。最近, 笔者在三江盆地普阳凹陷西侧 206 孔(插图 1)中发现了保存较好的早白垩世非海相沟鞭藻类。这一发现丰富了三江盆地古生物资料, 为地层划分对比提供了新的依据, 同时对沉积环境的探讨和油气勘探普查均具有一定意义。

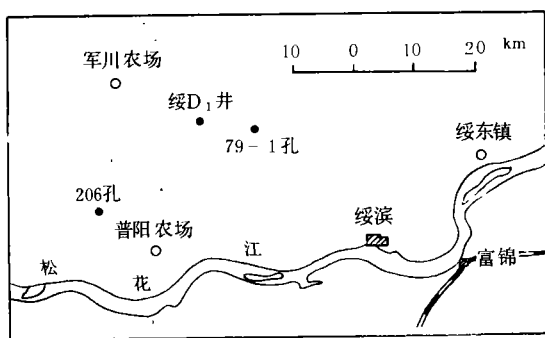


插图 1 206 孔位置图

Sketch map showing location of Well 206

文中所用钻孔资料及样品由宋铁星和迟远林提供, 陈光明承担样品分析工作, 薛亚杰清绘图件, 在样品的制备和照相中还得到李俊宝和钱泽书热情帮助, 南京地质古生物研究所何承全审阅了本文, 笔者在此谨致谢意。

一、地层简介

三江盆地普阳凹陷 206 孔终孔井深为 942.30m。682.00m 以上为胶结松散的第三系沉

积,682.00m 至 942.30m 为下白垩统。产有孢粉及沟鞭藻类化石,未见其它门类化石。从所产孢粉化石组合特征来看,可与蒲荣干等(1982)描述的与 206 孔相距约 30km 的 79-1 孔(插图 1)城子河组孢粉组合(B 组合)及张清波(1988)描述的鸡西盆地城子河组孢粉组合 I 进行对比。因此,本文暂将 682.00m 至 942.30m 这段地层归入城子河组。

普阳凹陷 206 孔城子河组层序如下:

上覆地层:第三系

-----假整合-----

城子河组(井深 682.00—942.30m,厚 260.30m)

- 19. 灰绿色断层角砾岩夹长石燧石及砂岩碎块。5.30m
- 18. 灰至白色凝灰粉砂岩。1.00m
- 17. 灰白色中粒砂岩。4.20m
- 16. 灰白至深灰色粉砂岩与细粒砂岩互层。6.10m
- 15. 深灰色断层泥。1.0m
- 14. 灰白色中粒砂岩。4.40m
- 13. 深灰至灰白色粉砂岩与细砂岩互层,局部夹粉砂岩透镜体及少量碳化煤。产孢粉及沟鞭藻类化石。6.40m
- 12. 灰白色中粒砂岩夹深灰色粉砂岩含植物碎屑。11.20m
- 11. 深灰色断层角砾岩。1.00m
- 10. 灰白色细砾岩。3.00m
- 9. 灰白色中粒砂岩。3.30m
- 8. 灰至灰白色断层角砾岩。0.20m
- 7. 灰白色中粒砂岩。2.90m
- 6. 灰白色、灰至深灰色粉砂岩与细粒砂岩呈薄互层夹灰白色中粒砂岩。上部粉砂岩中产孢粉及沟鞭藻类化石。8.30m
- 5. 灰至灰白色粉砂岩,细粒砂岩和中粒砂岩。31.00m
- 4. 灰至灰白色粉砂岩与细粒砂岩互层夹灰色粉砂岩。7.10m
- 3. 灰至灰白色细粒砂岩夹灰色粉砂岩。10.20m
- 2. 灰白色、灰至深灰色粉砂岩与细粒砂岩互层夹数层深灰至灰白色粉砂岩、细粒砂岩和中粒砂岩。产孢粉化石。63.26m
- 1. 灰白至深灰色中粒砂岩、粉砂岩夹灰白色粗砂岩。产孢粉化石。90.44m

(未见底)

二、沟鞭藻组合特征及时代讨论

三江盆地 206 孔的沟鞭藻化石产自城子河组的第 13 层(井深 705m 处)和第 6 层(井深 733m 处),岩性均为深灰色粉砂岩。这两层的沟鞭藻面貌基本相同,故归为 1 个组合(表 1)。现将沟鞭藻组合特征叙述如下。

Vesperopsis-Nyktericysta 组合 本组合以拟蝙蝠藻属 *Vesperopsis* (43.3—46.3%)和蝙蝠藻属 (*Nyktericysta*) (40.7—41.3%)的高含量为特征。还见有一定量的假角藻属 (*Pseudoceratium*) (11.1—15.5%),以及零星出现的杯球藻属 (*Batiacasphaera*) (0—1.7%)和门沟藻属 (*Laciniadinium*) (0—1.9%)。这是属种十分单调的沟鞭藻组合。

本组合中, *Vesperopsis* 与 *Nyktericysta* 的百分含量非常高,两属之和占沟鞭藻总量的 82.0—87.6%。这两属是由 Bint 于 1986 年建立的。它们在美国西部 Albian 期的 Kiowa 组、Tucumcari 组、Mowry 组中有大量发现。在美国阿拉斯加北部, *Nyktericysta* 见于中晚 Barremian 期和中晚 Albian 期,而 *Vesperopsis* 仅产于中晚 Albian 期。在加拿大安大略省的 Moose 河盆地,可能为 Albian 期的 Mattagamii 组中也产有 *Nyktericysta*。该属在加拿大西部的早 Cenomanian 期,英国的中 Barremian 期和早 Albian 期地层中,中国内蒙古海拉尔盆地早白垩世大磨拐河组,阜新盆地早白垩世阜新组中均有发现。*Vesperopsis* 在阜新组中也有产出。由此可以看出,本组合的时代属于早白垩世。由于本文所记录的沟鞭藻均为新种,与北美早中白垩世的沟鞭藻难以进一步对比。

表 1 206 孔沟鞭藻统计表
Table showing statistics of dinoflagellates from Well 206

层位及深度	第 6 层(733m)	第 13 层(705m)
<i>Nyktericysta puyangensis</i>	11(18.9%)	6(11.1%)
<i>N. sp.</i>	13(22.4%)	16(29.6%)
<i>Vesperopsis sanjiangensis</i>	14(24.1%)	8(14.8%)
<i>V. sp.</i>	10(17.2%)	11(31.5%)
<i>Pseudoceratium sp.</i>	9(15.5%)	6(11.1%)
<i>Batiacasphaera sp.</i>	1(1.7%)	
<i>Laciniadinium sp.</i>		1(1.9%)
沟鞭藻/(沟鞭藻+孢粉)	42.7%	48.3%
孢粉/(沟鞭藻+孢粉)	57.3%	51.7%

* 数字示化石个数(百分数)。

本井与沟鞭藻同层产出的化石仅有孢粉,其它门类的化石尚未见及。从产出的孢粉化石来看,出现的均是早白垩世常见或早白垩世特征分子,如无突肋纹孢(*Cicatricosisporites*)、有突肋纹孢(*Appendicisporites*)、刺毛孢(*Pilosisporites*)、凹边瘤面孢(*Concavissimisporites*)、膜环弱缝孢(*Aequitriradites*)、三瓣孢(*Trilobosporites*)、三孔孢(*Triporoletes*)、具环肋纹孢(*Contignisporites*)、费克斯孢(*Fixisporites*)等,反映的地质时代也属于早白垩世。

综上所述,本沟鞭藻组合时代应为早白垩世。

三、沉积环境讨论

现生沟鞭藻分布很广,在淡水、半咸水和海水中都能生存。化石沟鞭藻也是如此,在世界各地海相和非海相地层中均有发现。海相地层中的沟鞭藻类型丰富多彩,在横向和纵向上的分布更广些。非海相沟鞭藻发现的类型则要少得多,组合面貌也相当单调,往往有时 1 个种就代表了 1 个组合。三江盆地普阳凹陷 206 孔的沟鞭藻组合面貌十分单调,出现的类型均不能与海相沟鞭藻进行种级对比,显示出具典型非海相沟鞭藻组合的特点。组合中的 *Nyktericysta* 和 *Vesperopsis* 属最早是在美国西部 Kiowa 组中发现的,为一有海相化石带厘

定的地层。但其中的 *N. davisii* 产在河流-三角洲 Cheyenne 砂岩中,与其它在 Kiowa 组中产出的沟鞭藻化石相比具有更显著的耐低盐度环境,然而还找不出其为淡水-微咸水环境的证据(Bint, 1986)。在加拿大安大略省的 Moose 河盆地 Mattagamii 组属于网结河-沼泽沉积体系,也产有以 *Nyktericysta* 属为优势,同时有 *Balmula* 属参加的属种单调的组合,并与淡水藻类中的卵形孢(*Ovoidites*)和对裂藻(*Schizosporis*)共生在一起(Zippi and Norris, 1988)。我国阜新盆地的阜新组中也产有被证明是非海相沟鞭藻组合(茅绍智等,1990),其中包含了 *Nyktericysta*, *Vesperopsis* 和 *Pseudoceratium* 等化石。我们在三江盆地 206 孔中发现的沟鞭藻组合与上述加拿大 Moose 河盆地以及中国阜新盆地的沟鞭藻组合特征十分相似,属种均很单调,显示了相似的沉积环境。*Nyktericysta* 属在中国内蒙古海拉尔盆地大磨拐河组也有大量发现(万传彪等,1990),与之共生的有大量淡水绿藻类和淡水疑源类化石。如绿藻类中的盘星藻(*Pediastrum*)。该属的现存种约有 35 个,均在淡水环境中生活,是公认的分布十分广泛的淡水指相化石。此外还见有大量的栅列藻(*Scenedesmus*)化石,该属的现存种约有 100 个,也全部为淡水生活,在世界各地诸如湖泊、池塘、沟渠、水坑等水体中都能生存;疑源类的环纹藻(*Concentricystes*)也代表淡水湖相。从上述的事实可以看出, *Nyktericysta* 和 *Vesperopsis* 属包含了海相和非海相甚至淡水相的许多种。三江盆地 206 孔的 *Nyktericysta* 和 *Vesperopsis* 属的种与已知的海相种和非海相种均有区别,也未发现与其共生的淡水或海相化石,故推测以这两属分子为主的组合可能代表了非海相环境。

我们在做 206 孔样品的藻类分析同时,还相对应地做了样品的微量元素分析。从分析结果看,井深为 705m 处的 Sr、Ga、Ni 和 Sr/Ba 值分别为 239×10^{-6} 、 62×10^{-6} 、 24×10^{-6} 和 0.34;井深为 733m 处的 Sr、Ga、Ni 和 Sr/Ba 值分别为 203×10^{-6} 、 60×10^{-6} 、 28×10^{-6} 和 0.44。而海相的 Sr 值一般认为是 $800-1\ 000 \times 10^{-6}$,陆相的 Sr 值小于 300×10^{-6} ;海相的 Ga 值小于 8×10^{-6} ,陆相的 Ga 值大于 17×10^{-6} ;海相的 Ni 值大于 40×10^{-6} ,陆相的 Ni 值小于 40×10^{-6} ,海相的 Sr/Ba 值大于 1,陆相的 Sr/Ba 值小于 1。故上述两处产沟鞭藻的地层微量元素分析结果显示了陆相环境的特征,与用沟鞭藻分析的环境结论相一致。因此可以认为本井产沟鞭藻的地层是非海相环境下沉积产物,水体性质很可能介于淡水至微咸水之间。

在暖水中的沟鞭藻主要产生具长刺的收缩式囊泡,以使其表面积增大不致迅速下沉,而较凉的水体密度大,主要产生腔式和贴近式囊泡。本井未发现收缩式囊泡,本井产沟鞭藻的地层,其沉积时的水体似应较凉。

据研究,从沟鞭藻与孢粉化石占微体植物群的百分含量上可以大致判断沉积时离陆地的远近。本井 705m 和 733m 中的沟鞭藻占沟鞭藻与孢粉之和的百分含量分别为 48.3% 和 42.7%(表 I),孢粉中蕨类孢子与裸子类花粉含量近等,说明 206 孔上述两个层段沉积时距陆地不很远。

四、沟鞭藻类与生油层的关系

目前普遍认为(何承全,1984b),浮游藻类的生油能力比其它微生物及孢粉强。同时,作为海洋、湖泊等水域中水生动物食物链的浮游藻类其产量也是十分巨大的,现生沟鞭藻证明,环境对其有利时,它的一个单独的种就能迅速繁殖。产量十分惊人,甚至可使水体变色。事实上,含沟鞭藻丰富的地层一般均为好的生油层。世界上一些特大油田中都发现了丰富的

沟鞭藻类和疑源类化石,中国的一些大油田如大庆、胜利、华北、大港、北部湾、珠江口、莺歌海盆地、塔里木盆地等都或多或少地发现过这类化石(何承全,1984b),其中许多沟鞭藻和疑源类化石产在生油层中。三江盆地206孔位于绥滨普阳凹陷中的隆起部位,其附近是一个对油气聚集十分有利的平窿,因此,本区富含沟鞭藻类等有机质的层段,很可能是本区最有希望的生油岩系。

五、化石描述

多甲藻目 Order Peridiniales Haeckel, 1894

蝙蝠藻属 Genus *Nyktericysta* Bint. 1986

普阳蝙蝠藻(新种) *Nyktericysta puyangensis* sp. nov.

(图版 I, 图 3, 5, 6, 8, 10; 图版 II, 图 1, 3, 8)

正模标本 图版 II, 图 8。

描述 囊泡较大,背腹压扁。轮廓蝙蝠形。顶角窄三角形,顶端有一实心棒状物。两底角近等或不等。两侧角较宽、钝、各侧角均具沟前和沟后突起,沟后突起长,沟前突起短,或退化为圆角形。壁两层,内囊延伸出5个末端浑圆的角。外层一般紧靠内层,但在角部可不同程度分离形成小腔。内层光滑,外层表面具长短不一的皱脊夹颗粒状纹饰。拟板式不清。横沟由侧角的凹入和弱的横脊指示,纵沟不明显。顶古口,口盖在腹面连生,古口缝线弱角状。

度量 囊泡长 87.9—103.8 μm , 宽 75.5—97.8 μm , 沟前突起长 0—4.0 μm , 沟后突起长 10.2—29.8 μm , 底角长 18.8—32.5 μm (测量8个标本)。正模标本长为 73.8 μm , 宽 85 μm , 沟后突起长分别为 11.3、13.8 μm , 底角长 25.0 μm 。

比较 新种以内外层在角末端部分分离形成小腔,外层表面饰以长短不一的皱脊夹颗粒纹饰与具粒状至多刺纹饰的 *N. ? pannosa*, 网状纹饰的 *N. arachnion* 和 *N. reticulata*, 以及外层与内层相贴且外层具小孔的 *N. davisii* 相区别。

产地层位 黑龙江普阳、城子河组。

拟蝙蝠藻属 Genus *Vesperopsis* Bint. 1986. emend. nov.

模式种 *Vesperopsis mayi* Bint. 1986

修订属征 囊泡贴近式到贴近收缩式,背腹压扁,具一顶角,两侧角和两底角。侧角的大小近等。底角大小相等或不等。壁单层,较薄,光滑或具分离的实心的短突起。拟板式不清,横沟由侧角的凹入指示,或缺乏,纵沟不明。顶古口,口盖在腹面连生,古口缝线弱角形。

比较 修订后的属征,扩大了 Bint(1986)所定义的范围。原定义的单壁表面光滑无纹饰,现将具短突起的类型也归入该属。该属与 *Muderongia* 属和 *Nyktericysta* 属的区别在于前者为单层壁,后者均为双层壁;*Australisphaera* Davey 1978 也是单层壁,但有一个自由口盖,且侧角不如 *Vesperopsis* 发育完美。*Pseudoceratium* 属包括几个单层的种,但这些种只有一个侧角和一个底角,而本属有两侧角和两底角。

分布时代 美国西部、加拿大安大略省阿尔卑期;中国黑龙江三江盆地、辽宁阜新盆地早白垩世。

三江拟蝙蝠藻(新种)*Vesperopsis sanjiangensis* sp. nov.

(图版 I, 图 1, 4; 图版 II, 图 9; 插图 2)

正模标本 图版 II, 图 9。

描述 中等到大, 背腹压扁的囊泡。具一顶角, 两侧角和两底角。顶角窄三角形, 角顶端具一实心短棒。侧角近等, 一般沟后突起长, 沟前突起短或退化至完全消失, 每个突起末端多具实心小棒。底角近等或不等, 锥形, 末端具实心小棒。壁单层, 薄, 表面具实心的短柱状突起, 长 $2-3\mu\text{m}$ 。末端二分叉或不分叉, 突起之间不相接。拟板式不清, 横沟缺乏或由侧角的凹入指示。顶古口, 口盖在腹面连生, 但可损失掉。古口疑线锯齿形。

度量 囊泡长 $66.4-85.5\mu\text{m}$ 。宽 $74.8-86.8\mu\text{m}$ 。顶角长 $24.2-28.6\mu\text{m}$ 。侧角沟前突起长 $0-3.7\mu\text{m}$ 。侧角沟后突起 $7.5-19.8\mu\text{m}$ 。底角长 $15.5-30.3\mu\text{m}$ (测量 8 个标本)。正模标本长 $82.5\mu\text{m}$ 。宽 $75.1\mu\text{m}$ 。顶角长 $17.5\mu\text{m}$ 。侧角沟后突起分别为 12.5 、 $15.0\mu\text{m}$ 。底角长分别为 16.5 、 $21.3\mu\text{m}$ 。

比较 本新种以壁表面具实心棒状突起, 与壁表面光滑的 *Vesperopsis mayi* Bint. 1986 和 *V. nebulosa* Bint. 1986 区别。

产地层位 黑龙江普阳, 城子河组。

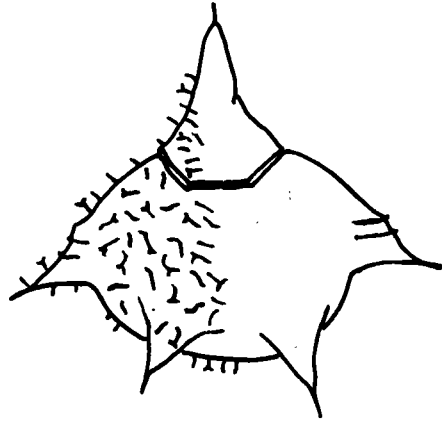


插图 2 *Vesperopsis sanjiangensis* sp. nov.
背面观(dorsal view), $\times 530$

假角藻属 Genus *Pseudoceratium* Gocht. 1957. emend. Bint. 1986

假角藻(未定种) *Pseudoceratium* sp.

(图版 I, 图 7; 图版 II, 图 2, 5—7, 10)

描述 角藻型轮廓。中等到大。具 1 顶角、1 底角和 1 沟后角。顶角长锥形, 顶端多具一实心短棒, 底角向下逐渐变尖, 并具一细尖的实心短棒, 沟后角比底角短, 靠近尾部, 角末端逐渐变尖, 并具一细尖的实心短棒。横沟和纵沟不明显。可能为两层壁, 无壁腔。表面为不规则的网状纹饰。顶古口, 口盖在腹面连生。古口缝线弱角形, 拟板式不清。

度量 囊泡长 $48.8-105.2\mu\text{m}$ 。宽 $28.3-50.6\mu\text{m}$ 。顶角长 $14.6-43.8\mu\text{m}$ 。沟后角长 $8.5-18.8\mu\text{m}$ 。底角长 $13.8-27.5\mu\text{m}$ (测量 7 个标本)。

比较 当前的标本与 *Pseudoceratium interiorensense* Bint 1986 较相似, 区别在于前者外壁表面未观察到小穿孔以及角部的小腔。

产地层位 黑龙江普阳, 城子河组。

门沟藻属 Genus *Laciniadinium* McIntyre. 1975**门沟藻(未定种) *Laciniadinium*? sp.**

(图版 I, 图 9)

描述 囊泡近卵形。无顶、底角。壁单层,较薄,表面细网状纹饰。横沟以低脊为界,环形,赤道位置,宽 $6.3\mu\text{m}$ 。纵沟不清。上下囊泡近等。联合式古口,(tI3P)型,角部有些圆滑;口盖脱落,保存在原腔内。

度量 囊泡长 $57.5\mu\text{m}$, 宽 $50\mu\text{m}$ 。

比较 当前标本的口盖非连生与属征区别,暂归该属。

产地层位 黑龙江普阳,城子河组。

杯球藻属 Genus *Batiacasphaera* Drugg. 1970**杯球藻(未定种) *Batiacasphaera* sp.**

(图版 I, 图 2)

描述 个体小,轮廓圆形,无顶凸、底凸及横沟。壁单层,较薄,表面具短皱脊夹有少许颗粒。拟板式仅以古口表示。古口较大,顶式,(tA)型,轮廓线锯齿形,缺刻明显。自由口盖。

度量 囊泡直径 $43.8\mu\text{m}$ 。

比较 当前标本与 *Batiacasphaera henanensis* He, Zhu and Jin, 1989 十分相似,区别在于当前标本个体较大,口盖脱落并非原位保存。

产地层位 黑龙江普阳,城子河组。

参 考 文 献

- 万传彪、张莹,1990: 海拉尔盆地早白垩世沟鞭藻类和疑源类的发现及其意义。大庆石油地质与开发,9(3):1—14。
- 宋之琛、何承全、钱泽书、潘昭仁、郑国光、郑岳芳,1978: 渤海沿岸地区早第三纪沟鞭藻类和疑源类。科学出版社。
- 余静贤,1982: 黑龙江省绥滨地区晚侏罗世晚期—早白垩世沟鞭藻组合。中国地质科学院沈阳地质矿产研究所所刊,第5号,227—276页。
- 何承全,1981: 北部湾沿岸地区第三纪盘星藻属和葡萄藻属。古生物学报,20(2):115—126。
- 何承全,1984a: 北部湾沿岸地区第三纪沟鞭藻类和疑源类。中国科学院南京地质古生物研究所集刊,第19号,143—197页。科学出版社。
- 何承全,1984b: 化石沟鞭藻类与石油的重要关系。古生物学报,23(4):519—522。
- 何承全、王可德,1990: 东海陆架盆地西南部始新世海相沟鞭藻类。微体古生物学报,7(4):403—426。
- 何承全、朱神照、靳广兴,1989: 东濮地区早第三纪沟鞭藻及其他藻类。石油工业出版社。
- 何承全、钱泽书,1979: 广西百色盆地早第三纪沟鞭藻和疑源类。古生物学报,18(2):171—188。
- 张清波,1988: 黑龙江鸡西盆地城子河组孢粉组合。地层古生物论文集,第十九辑,81—106页。地质出版社。
- 茅绍智、余静贤,1990: 陆相沟鞭藻的起源和演化及其生油意义。地球科学——中国地质大学学报,15(3):283—290。
- 蒲荣干、吴洪章,1982: 黑龙江省东部晚中生代地层的孢子花粉。中国地质科学院沈阳地质矿产研究所所刊,第5号,383—456页。辽宁科学技术出版社。
- Bint, A. N., 1986: Fossil Ceratiaceae: A restudy and new taxa from the Mid-Cretaceous of the Western Interior. U. S. A. Palynology, 10: 135—180.
- Evitt, W. R., 1961: Observations on the morphology of fossil dinoflagellates. Micropaleontology, 7(4): 385—420.
- Evitt, W. R., 1985: Sporopollen in dinoflagellate cysts. their morphology and interpretation. A. A. S. P. Foundation.

333p.

- Lentin, J. K. . and Williams, G. L. . 1985: Fossil dinoflagellates: index to genera and species. Canadian Technical Report of Hydrography and Ocean Sciences. (60) : 451p.
- Wall, D. . and Evitt, W. R. . 1975: A comparison of the modern genus *Ceratium* Schrank, 1793, with certain Cretaceous marine dinoflagellates. *Micropaleontology*, **21** (1) : 14—44.
- Williams, G. L. . and Bujak, J. P. . 1985: Mesozoic and Cenozoic dinoflagellates. In: Bolli, H. M. . Saunders, J. B. and Perch Nielson, K. (eds.). p. 847—964. *Plankton Stratigraphy*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Zippi P. A. . and Norris G. . 1988: Ceratioid Dinocysts from Albian Carbonaceous Clastic Sediments, Moose River Basin, Ontario, Canada. 7th International Palynological Congress. Abstracts, p. 189.

[1991 年 3 月收到, 1993 年 9 月修改]

EARLY CRETACEOUS NONMARINE DINOFLAGELLATE ASSEMBLAGES OF WELL 206 IN SANJIANG BASIN FROM HEILONGJIANG

Wan Chuan-biao and Qiao Xiu-yun

(Research Institute of Exploration and Development, Daqing

Petroleum Administrative Bureau, Daqing 163712, Heilongjiang)

Key words: Early Cretaceous, Sanjiang Basin, dinoflagellate assemblage

Summary

The fossil dinoflagellates of Well 206 (at depths of 705m and 733m) in the Sanjiang Basin were found from Beds 13 and 6 of the Chengzihe Formation. Both beds are composed of dark grey siltstones, yielding similar dinoflagellates to each other (Table 1), with one dinoflagellate assemblage recognized, namely, the *Vesperopsis-Nyktericysta* Assemblage. This assemblage is characterized by the dominance of *Vesperopsis* and *Nyktericysta* which are nearly equal in percentage, totally occupying 80.0—87.6%, together with small amounts of *Pseudoceratium* (11.1—15.5%), *Batiacasphaera* (0—1.7%) and *Laciniadinium* (0—1.9%).

Nyktericysta occurs in middle—late Barremian and middle—late Albian of the North Slope, Alaska, middle—late Albian of the U. S. Western Interior, early Cenomanian of the Canadian Westerior, middle Barremian and early Aptian of England (quoted from Bint, 1986), Early Cretaceous of the Hailar Basin, China (Wan and Zhang, 1990), and Early Cretaceous of the Fuxin Basin, China (Mao and Yu, 1990). The stratigraphic distributions of both genera indicate the middle—late Early Cretaceous age of this dinoflagellate assem-

blage.

This dinoflagellate assemblage displays dull features, in which no cysts can be compared with those of marine dinoflagellate species, and thus the products of these dinoflagellates probably have thrived under nonmarine environments; only fossil sporopollen appears in the dinoflagellate bed. The numerical values of Sr, Ga, Ni and Sr/Ba are 239×10^{-6} , 62×10^{-6} , 24×10^{-6} and 0.34 in Bed 13 (Well depth: 705m), and 203×10^{-6} , 60×10^{-6} , 28×10^{-6} —and 0.44 in Bed 6 (Well depth: 733m), all displaying terrestrial freshwater conditions. From these it can be inferred that the dinoflagellate bed of Well 206 belongs to nonmarine depositional environments, probably with freshwater to brackish-water.

***Vesperopsis sanjiangensis* sp. nov.**

(P1. I, figs. 1, 4; P1. II, fig. 9; text-fig. 2)

Holotype sample: P1. II, fig. 9.

Description: Cysts medium to large, dorsoventrally compressed, single-walled, and thin, with an apical, two lateral, and two antapical horns. Apical horn triangular; lateral horns subequal in size. Postcingular prominence usually longer than the precingular. Antapical horns conical, subequal or different in size. Each horn possibly bearing a solid projection at its tip. Autophragm 2—3 μm in length, with solid separate baculine processes bifurcated or unbranched at the tip. Paratabulation not expressed. Cingulum possibly indicated by indentation of lateral horns, and occasionally by transverse lines, or without indications. Archeophyle apical. Operculum adnate ventrally, but often broken away. Archeopyle suture zigzag.

Dimensions (μm): Cyst length 66.4—85.5, width 74.8—86.8; operculum length 30.2—33.5, width 24.6—26.5. Horns approximate lengths: apical horn 24.2—28.6; postcingular horn 7.5—19.8; precingular horn 0—3.7; antapical horn 15.5—30.3 (measured from 8 specimens). Holotype sample length 82.5, width 75.1; operculum length 25.2, width 24.5; apical horn length 17.5; postcingular prominences lengths 12.5 and 15.0; antapical horns lengths 16.5 and 21.3.

Comparison: *Vesperopsis sanjiangensis* differs from *V. mayi* Bint, 1986 and *V. nebulosa* Bint, 1986 in having solid separate baculine processes.

Occurrence: Upper part of Chengzihe Formation, Puyang area, Heilongjiang.

***Nyktericysta (Nyktericysta) puyangensis* sp. nov.**

(P1. I, figs. 3, 5, 6, 8, 10; P1. II, figs. 1, 3, 8)

Holotype sample: P1. II, fig. 8.

Description: Cysts medium to large in size, dorsoventrally compressed, with one apical, two lateral and two antapical horns. Apical horn triangular, bearing a solid projection at its tip. Antapical horns subequal or different in size. Each lateral horn with shorter precingular and longer postcingular prominences. Cysts two-walled. Endocyst produced into five prominent, terminally rounded horns. Periphragm usually appressed to, but variably

separated from endophragm at horns. Endophragm smooth; rugose ridge on periphragm mingled with granules. Paratabulation not expressed. Cingulum possibly indicated by indentation of lateral horns, and occasionally by transverse lines. Sulcus not indicated. Archeopyle apical. Operculum adnate ventrally, possibly broken away. Archeopyle suture weakly angular.

Dimensions (μm): Cyst length 87.9—103.8, width 75.5—79.8; operculum length 33.6—43.7, width 28.1—46.8; precingular and postcingular prominences lengths 0—4.0 and 10.2—29.8; antapical horn length 18.8—32.5 (measured from 8 specimens). Holotype sample length 73.8, width 85; postcingular prominences lengths 11.3 and 13.8, antapical horn length 25.0.

Comparison: The new species differs from other species of the genus in having rugose ridge mingled with granules on the surface of periphragm which is usually separated from endophragm at horns.

Occurrence: Upper part of Chengzihe Formation, Puyang area, Heilongjiang.

图 版 说 明

标本保存在大庆石油管理局勘探开发研究院地质试验室。凡未证明倍数者均为放大 600 倍。标本均采自黑龙江省三江盆地 206 孔城子河组。

图 版 I

1. 4. *Vesperopsis sanjiangensis* sp. nov. 标本号: B-17, A-18。
2. *Batiacasphaera* sp. 标本号: C-1。
- 3, 5, 6, 8, 10. *Nyktericysta puyangensis* sp. nov. 标本号: A-20, A-4, A-12, B-6, A-15。
7. *Pseudoceratium* sp. 标本号: B-9。
9. *Laciniadinium* ? sp. 标本号: A-3。
11. *Vesperopsis* sp. 标本号: A-22。

图 版 II

- 1, 3, 8. *Nyktericysta puyangensis* sp. nov.
8. 正模标本(Holotype)。8b. $\times 705$, 示内外层在侧角部分离。标本号: A-21, A-1, B-23。
- 2, 5—7, 10. *Pseudoceratium* sp. 标本号: B-1, B-11, C-2, B-12, A-11。
4. *Vesperopsis* sp. 标本号: B-3。
9. *Vesperopsis sanjiangensis* sp. nov.
- 正模标本(Holotype)。9b. $\times 705$, 示二分叉和不分叉的棒状突起。标本号: B-19。

