

# 松辽盆地白垩系青山口组核形石的发现 及其环境意义

刘万洙<sup>1)</sup>, 王璞珺<sup>1)</sup>, 高有峰<sup>1)</sup>, 王国栋<sup>1)</sup>, 白雪峰<sup>2)</sup>

1) 吉林大学地球科学学院, 长春, 130061; 2) 大庆油田勘探开发研究院, 黑龙江大庆, 163712

**内容提要:** 在松辽盆地上白垩统青山口组中首次发现核形石灰岩, 见于细砂岩、粉砂岩和泥质岩层系中。核形石有三种类型: 环状、石笋状和姜状核形石。多数核形石由核心和多环纹层组成, 少数具不明显核心或呈单层环状。该套核形石形成于湖泊三角洲前缘分流河口砂坝侧翼的水下分流间湾环境。地形坡度和三角洲前缘的生长, 致使核形石普遍发生准同生变形。由于核形石出现于青山口组二、三段, 处于温湿向干热气候转变时期, 因此核形石可能作为重要的古气候变迁标志。

**关键词:** 松辽盆地; 白垩系青山口组; 核形石; 沉积环境; 古气候标志

核形石是分泌粘液的藻类在生长过程中捕获、粘结碎屑物质和碳酸钙质点, 围绕核心加积而形成的颗粒(李熙泽等, 2000)。Dahanayake (1977)、Arenas (2007)、Larés (1998) 等对核形石灰岩垂向沉积序列和其环境指示意义进行了较为深入的研究。针对核形石的分类和成因问题, 曾允孚(1983)、黄志诚(1987)、贺自爱(1982)、刘效曾(1983)、Verrecchia (1997) 从核形石的形态、内部结构、其形成时的水动力条件入手, 对其成因进行推断。李熙泽(2000)对核形石单元层的类型和成因、单元纹层结构的控制因素进行了探讨。以上述的研究成果为基础, 笔者对松辽盆地喇嘛甸地区上白垩统青山口组中发现的核形石进行研究, 包括对核形石发育井段的详细岩心描述、照片采集, 对发育完好的核形石进行全直径横切面薄片制作及薄片鉴定、粒度分析等工作, 探讨了研究区发育的核形石特征和其形成环境, 以期对松辽盆地核形石的研究起到抛砖引玉的作用。

## 1 沉积特征与剖面特征

本次研究的核形石主要来自位于松辽盆地中央坳陷区大庆长垣喇嘛甸背斜构造上的喇 8-PS1413 井岩心资料(图 1)。核形石主要发育在青二、三段一套湖泊、三角洲相沉积地层中, 通过对喇 8-PS1413 井岩心的详细观察和描述, 测量出核形石层

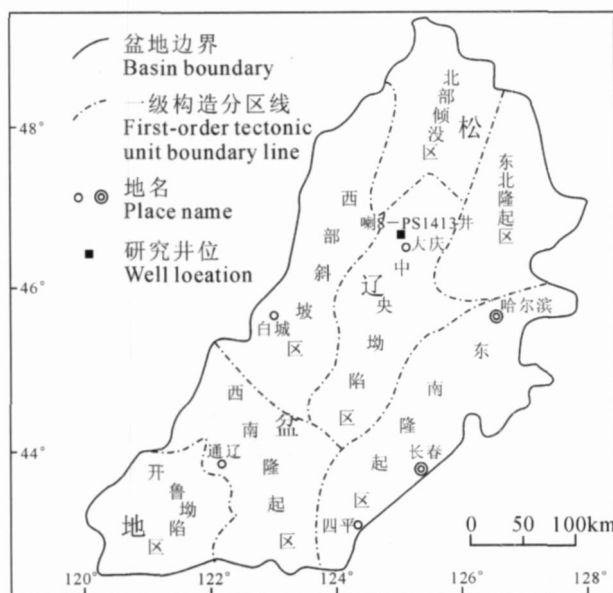


图 1 松辽盆地及研究井位示意图

Fig. 1 Sketch map showing the well location of studied well in Songliao Basin

厚 20cm, 其中核形石体积百分含量在 80%左右, 颜色以肉红色为主, 形状多数为椭球状和受挤压变形的不规则球状。核形石的大小相差也很悬殊, 最大的可达 10cm, 最小的仅 0.5mm。核形石之间的填隙物为分选较好, 次圆状磨圆的细砂级碎屑, 成分主要为石英、长石和介形虫碎屑, 碎屑颗粒被钙质交代

注: 本文为国家重点基础研究发展计划项目(编号 2006CB701403)资助的成果。

收稿日期: 2007-12-27; 改回日期: 2008-03-11; 责任编辑: 郝梓国。

作者简介: 刘万洙, 男, 1950 年生。副教授, 主要从事油气地质勘查和盆地火山岩研究。通讯地址: 130061, 长春市建设街 2199 号, 吉林大学地球科学学院; Email: lwz1950@163.com。

的现象明显。核形石发育层段的下部发育一套灰白色钙质细砂岩,分选较好,次棱角一次圆状磨圆,最下部发育小型楔状交错层理,向上过渡为小型板状交错层理,为一套三角洲前缘分流河口砂坝沉积。靠近核形石上部为灰白色、肉红色泥灰岩与深灰色

泥岩互层,发育透镜状层理、波纹层理,具有三角洲前缘分流间湾微相的沉积特征(图 2)。

喇 8-PS1413 井含核形石层的纵向剖面层序描述如下:

喇 8-PS1413 井

青二、三段	1229.34~1251.68m	厚度: 22.34m
36.	1229.34~1229.98m 浅灰绿色泥质粉砂岩 泥质胶结 发育槽状交错层理和水平层理	0.64m
35.	1229.98~1230.83m 浅绿灰色细砂岩 泥质胶结 发育小型板状交错层理、槽状交错层理。	0.85m
34.	1230.83~1230.98m 深绿灰色泥质粉砂岩 发育波纹层理,局部见油浸。	0.15m
33.	1230.98~1231.18m 灰绿色粉砂质泥岩,发育波纹层理。	0.20m
32.	1231.18~1231.48m 深灰绿色泥岩,块状构造。	0.30m
31.	1231.48~1232.58m 浅灰绿色泥质粉砂岩 发育槽状交错层理、水平层理和波纹层理	1.10m
30.	1232.58~1232.78m 灰白色钙质细砂岩夹薄层深绿灰色泥质粉砂岩 发育波纹层理。	0.20m
29.	1232.78~1233.18m 深绿灰色泥岩,块状构造。	0.40m
28.	1233.18~1233.48m 浅绿灰色泥质粉砂岩 下部发育槽状交错层理,上部以波纹层理为主。	0.30m
27.	1233.48~1233.73m 灰白色细砂岩,泥质胶结,发育槽状交错层理 局部见油浸。	0.25m
26.	1233.73~1234.28m 灰绿色泥质粉砂岩,发育波纹层理,见砂质条带,砂质条带中见油浸。	0.55m
25.	1234.28~1234.48m 浅绿灰色细砂岩 泥质胶结 发育槽状交错层理,底部见有冲刷面。	0.20m
24.	1234.48~1234.78m 深灰色泥质粉砂岩,发育波纹层理。	0.30m
23.	1234.78~1236.58m 浅绿灰色细砂岩 泥质胶结 发育槽状交错层理、平行层理、泄水构造。	1.80m
22.	1236.58~1237.58m 浅绿灰色泥质粉砂岩 发育水平层理,其中在 1237.18m 处见油迹。	1.00m
21.	1237.58~1238.58m 灰白色钙质细砂岩,局部夹极薄层浅灰绿色泥岩 砂岩中发育爬升层理、波状层理 泥岩中发育波纹层理。	1.00m
20.	1238.58~1239.32m 深灰色泥岩与肉红色泥灰岩不等厚互层,泥灰岩发育透镜状层理、波纹层理和包卷层理。	0.74m
19.	1239.32~1239.52m 肉红色含碎屑核形石灰岩 核形石体积分数为 80%,最大直径 15cm。核形石间填隙物为粉砂—细砂级碎屑和介形虫碎屑,碎屑物质间由钙质胶结。	0.20m
18.	1239.52~1239.63m 灰白色钙质细砂岩,分选较好,次圆状,钙质胶结,发育不明显小型板状交错层理,未见生物化石。	0.11m
17.	1239.63~1240.28m 灰白色钙质细砂岩,分选较好,次圆状,钙质胶结,发育小型楔状交错层理 波纹层理 小型板状交错层理,富含油。	0.65m
16.	1240.28~1240.38m 深灰色泥质粉砂岩与灰白色细砂岩不等厚互层 细砂岩层向上变薄,发育波纹层理和透镜状层理 见虫孔和植物碎屑。	0.10m
15.	1240.38~1241.60m 灰白色钙质细砂岩,碎屑颗粒分选较好,次圆状,钙质胶结,发育板状交错层理 富含油。	1.22m
14.	1241.60~1241.80m 灰白色钙质细砂岩,水平层理,局部发育变形层理,泄水构造。	0.20m
13.	1241.80~1244.45m 灰绿色细砂岩,泥质胶结,板状交错层理、平行层理 富含油。碎屑颗粒分选较好,次圆状。	2.65m
12.	1244.45~1244.70m 灰白色细砂岩与灰黑色泥岩互层 水平层理、水平波纹层理 上部发育槽状交错层理,见泄水构造。	0.25m
11.	1244.70~1245.00m 浅灰绿色细砂岩 泥质胶结 槽状交错层理。	0.30m
10.	1245.00~1245.80m 浅灰绿色钙质中粒砂岩,钙质胶结,槽状交错层理 见少量植物碎屑。	0.80m
9.	1245.80~1246.20m 灰白色钙质细砂岩与灰绿色粉砂质泥岩薄互层 由下向上泥岩层减少,发育波纹层理、波状交错层理。	0.40m
8.	1246.20~1246.80m 浅灰绿色细砂岩 泥质胶结 发育槽状交错层理、水平层理,局部夹泥质条带,见油浸。	0.60m
7.	1246.80~1247.95m 灰白色粉砂岩,泥质胶结,夹极薄层深灰色泥岩,发育水平层理、波纹层理和透镜状层理。	1.15m
6.	1247.95~1248.42m 灰白色泥质粉砂岩,下部发育平行层理 上部发育槽状交错层理。见油迹。	0.47m
5.	1248.42~1249.40m 灰白色钙质粉砂岩,波纹层理,局部见有粉砂岩与深灰色泥质粉砂岩薄互层。	0.98m
4.	1249.40~1249.92m 深灰色泥岩与灰白色粉砂岩,局部不等厚互层,由下向上粉砂岩层逐渐减少,发育水平层理、透镜状层理和波纹层理。	0.52m
3.	1249.92~1250.80m 灰色钙质细砂岩 钙质胶结 槽状交错层理。	0.88m
2.	1250.80~1251.14m 深灰色泥质粉砂岩,水平层理、波纹层理。	0.34m
1.	1251.14~1251.68m 灰白色细砂岩,泥质胶结,富含油。	0.54m

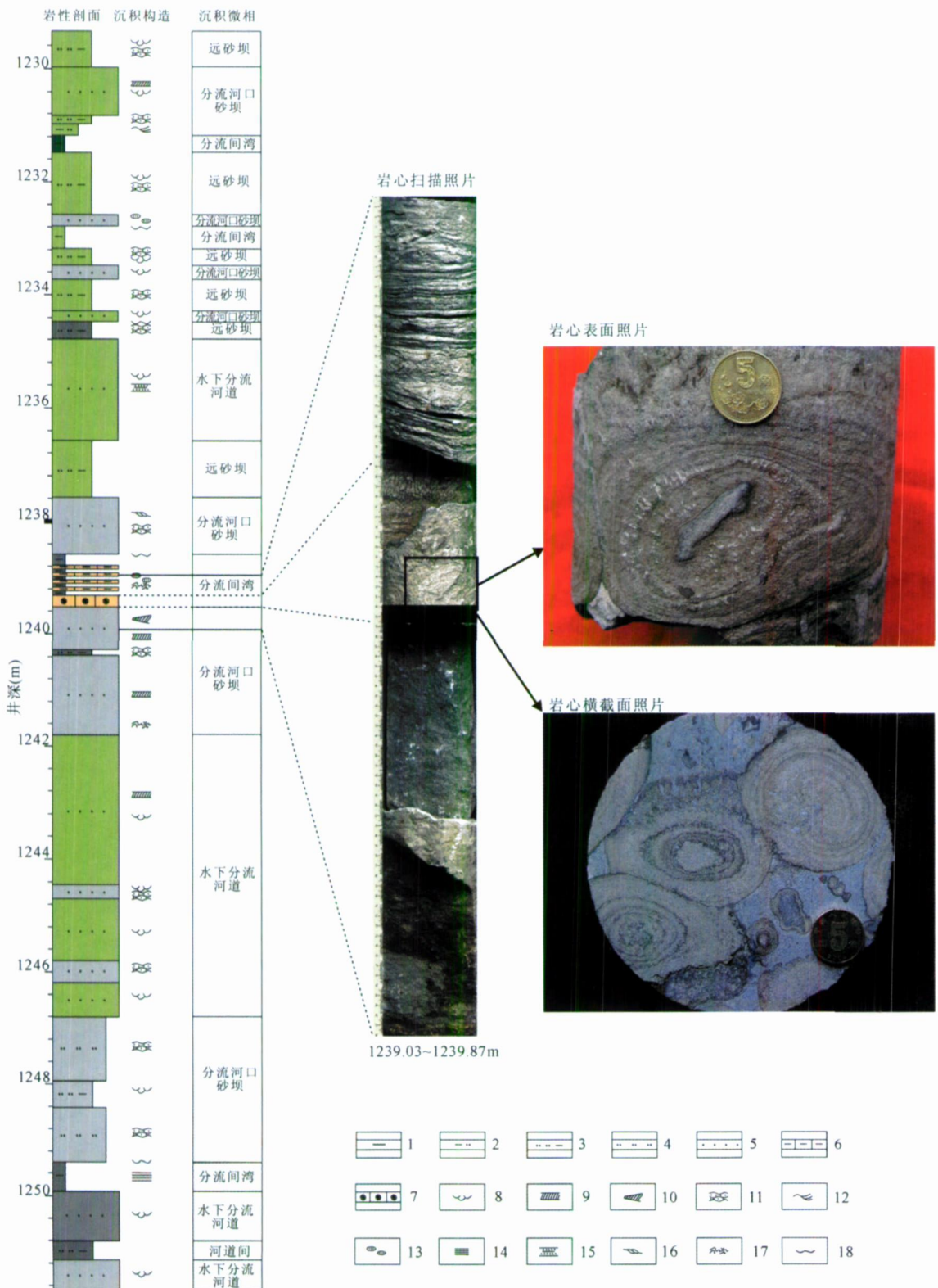


图 2 喇 8-PS1413 井青二、三段核形石发育层段岩性剖面与核形石特征

Fig. 2 The lithology profile and oncolites characteristics of the oncolites-develop layer in Qingshankou Formation, Well La8-PS1413

1—泥岩; 2—粉砂质泥岩; 3—泥质粉砂岩; 4—粉砂岩; 5—细砂岩; 6—泥灰岩; 7—含碎屑核形石灰岩; 8—槽状交错层理; 9—板状交错层理; 10—楔状交错层理; 11—波状层理; 12—波纹层理; 13—透镜状层理; 14—水平层理; 15—平行层理; 16—爬升层理; 17—滑塌变形层理; 18—冲刷面

1—Mudstone; 2—silty mudstone; 3—muddy siltstone; 4—siltstone; 5—sandstone; 6—marlite; 7—clastic-bearing oncolites limestone; 8—trough cross bedding; 9—tabular cross bedding; 10—wedge shaped cross bedding; 11—wavy bedding; 12—wavy lamination; 13—lenticular bedding; 14—horizontal bedding; 15—parallel bedding; 16—climbing cross bedding; 17—slump deformation bedding; 18—scoured surface

## 2 核形石的特征

### 2.1 核形石的内部结构

核形石由核心和纹层两个基本单元组成。核心结构是核形石形成的基础,纹层围绕核心呈层分布。核心物质的形状影响着核形石形成初始阶段的纹层形状及外部形态,随着纹层厚度增大,核心的影响逐渐减弱。本次发现的核形石的核心主要由完整的介形虫化石、泥灰岩碎屑、介形虫碎屑和细砂级陆源碎屑物质组成(图 3a)。核心的大小不一致,经岩心和显微镜下观察,其直径一般在 0.5~20.0mm 之间。核心的物质成分对纹层发育影响不大,但通过对核心物质成分的分析可以粗略判断其形成环境。

纹层包围核心形成环状结构,形态为近同心多层环状、单层环状和不规则状。从样品中可看出个体较大的核形石是由颜色不同的两种纹层交织叠覆形成,镜下观察发现这两种颜色不同的纹层分别由棕黄色、棕黑色富有机质和灰白色、浅橄榄灰色贫有机质的泥晶方解石组成(图 3b)。单层环状的核形石体积较小,内部结构发育不明显,主要表现为泥灰岩碎屑或粉砂、细砂级碎屑组成核心,外部有一层厚一般在 0.1mm 左右的富有机质薄膜层。

### 2.2 核形石的类型

核形石的类型与沉积环境有着密切的关系,在动荡的水环境中形成的核形石由于其各个方向的外层表面与底面经常接触,故而形成的核形石以圆状或近圆状、多环状为主,统称为环状核形石;当核形石形成的环境较稳定时,在其形成过程中通常在一段时间内只有一个方向的外表面与底层接触,故而

形成的核形石形状不规则,本次发现的这类核形石可分为两种,一种为具有断面和石笋构造的石笋状核形石,另一种为姜状核形石。

环状核形石(图 4a)个体较大,一般呈圆状或近圆状,由环状纹层和核心两个基本单元组成。环状纹层具同心多环状和少环状二种类型,但其基本是由深色富有机质的泥晶方解石纹层和浅色贫有机质的泥晶方解石纹层组成。核心的组成物质主要有各种岩屑、矿物碎屑和生物碎屑。本次发现的环状核形石内部结构和外部形态特征基本保持原始生长发育状态,形态似鲕状灰岩中的鲕粒,但体积较鲕粒大的多。

石笋状核形石内部结构较为简单,主要由单一环状外壳和核心组成,可见有生长的根。环状纹层同样为深色富有机质和浅色贫有机质的泥晶方解石,核心主要为泥晶方解石。在石笋状核形石中可以看到外壳从根部向生长方向延伸的现象,石笋状核形石的外部形态类似于碳酸盐岩溶洞中的有根的石笋(图 4b)。

姜状核形石内部结构和外部结构均较为简单,主要由核心和外部一层厚约 0.2mm 左右的富有机质外壳组成。核心物质成分主要为泥晶方解石岩屑或粉砂、细砂级碎屑,外部形态为似碳酸盐岩结核,呈孤立的不规则的姜状(图 4c)。姜状核形石形成初期与石笋状核形石和环状核形石具有相同或相似的核心成分,在后期形成过程中夭折而未形成环状或者石笋状。

## 3 核形石沉积环境分析

本次研究发现的核形石主要出现在含介形虫碎屑细砂岩、粉砂岩和粉砂质泥岩等细碎屑岩类中。

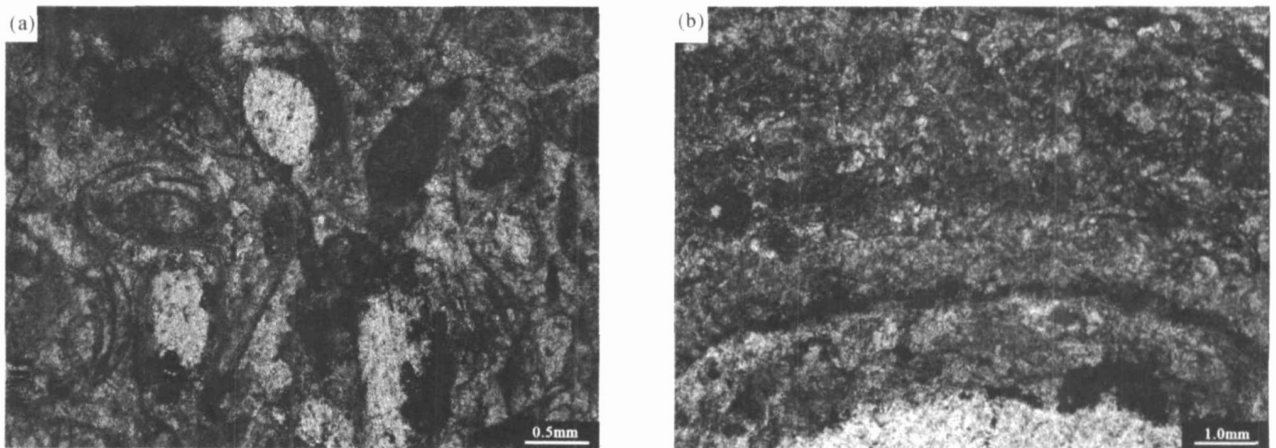
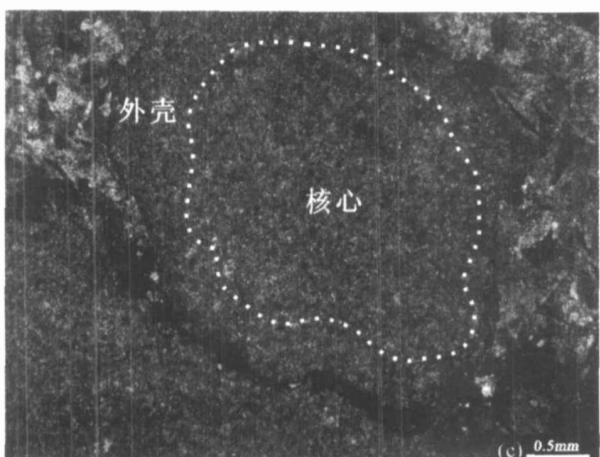
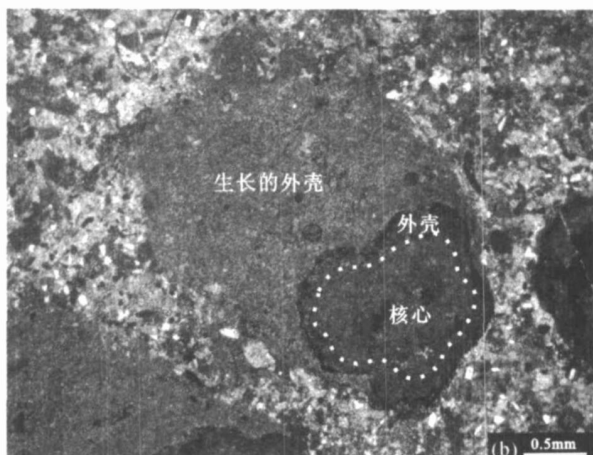
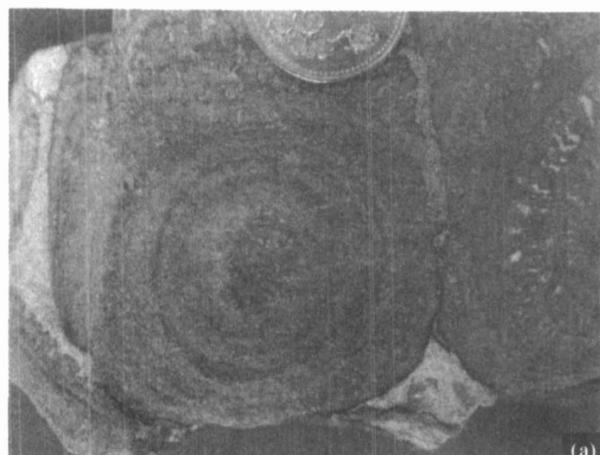


图 3 核形石核心(a)与纹层(b)显微特征(喇 8-PS1413 井 1239.40m)

Fig. 3 The microscopic characteristics of the core(a) and lamina(b) in the oncolite (Well La8-PS1413, 1239.40m)



(a)一环状核形石(岩心照片), 网球状, 纹层为同心多环状, 直径4.5cm; (b)一石笋状核形石(显微照片), 石笋状, 具单层外壳, 外壳从根向外部生长, 直径2.5mm; (c)一姜状核形石(显微照片), 呈不规则姜状, 具单层外壳, 直径3.0mm  
 (a)—Annular oncolite (core photograph), spherical-shape, concentric multilayer lamina,  $d=4.5\text{cm}$ ; (b)—stalagmite-shape oncolite (microgram), stalagmite-shape, single shell with growth from the root to exterior in certain direction,  $d=2.5\text{mm}$ ; (c)—ginger-shape oncolite (microgram), ginger-shape, single shell,  $d=3.0\text{mm}$ .

图4 核形石类型及特征(喇8-PS1413井1239.40m)

Fig. 4 The types and characteristics of the oncolites (Well La8-PS1413, 1239.40m)

核形石核心及其纹层物质组成能反映核形石的形成环境(李熙泽等, 2000)。通过显微镜下薄片鉴定, 可见核形石的核心主要为完整的介形虫、介形虫碎屑、含介形虫碎屑细砂岩和泥灰岩团块等, 其中完整的介形虫个体大小一般在 $1\sim 1.5\text{mm}$ 之间。核形石核心外部的生长环带主要由富含有机质和贫有机质的泥晶方解石层交替组成, 整个核形石的组成说明核形石形成于一个陆源碎屑供给很小, 比较有利于介形虫生长和钙质沉淀的环境。

核形石发育层段下部的岩性为灰白色钙质细砂岩, 碎屑颗粒呈次圆状, 分选较好, 钙质胶结, 发育小型板状交错层理, 属于典型的分流河口砂坝沉积; 上部岩性为灰黑色泥岩与灰白色泥灰岩不等厚互层, 灰白色泥灰岩呈透镜状分布在灰黑色泥岩中, 发育水平层理, 底部见波纹层理和变形层理, 属于比较典型的水下分流间湾沉积。核形石个体之间充填的填隙物主要为细砂、粉砂级碎屑和介形虫碎屑等, 砂质碎屑粒径大小一般在 $0.05\sim 0.15\text{mm}$ 之间, 分选较

好, 磨圆为次棱角状和次圆状, 胶结物主要为钙质。由于填隙物为钙质胶结, 且成岩期后的钙质交代作用较强, 所以在核形石间填隙物中选取了两个不同的区域做粒度分析(图5)。从粒度分布直方图中可以看出, 两者分选都较好, 且都存在着较粗的尾部, 表现出负偏态特征; 从概率累积曲线图可见, 两者均为两段式沉积, 分别为跳跃组分与悬浮组分, 其中跳跃组分的含量都在70%以上。核形石间填隙物表现出三角洲前缘河口砂坝微相的粒度分布特征, 这与岩心中所见的核形石发育层段下部一套灰白色钙质细砂岩所表现出来的沉积微相特征一致。

根据以上核形石组成成分、保存环境以及对其填隙物和下部层位砂岩的粒度分布特征分析, 认为核形石形成于三角洲前缘分流河口砂坝侧翼的水下分流间湾环境中, 此处受到三角洲陆源供给影响小, 同时又具备形成核形石的物质形成和沉淀的条件。比较强烈的沿岸流或波浪为环状核形石的形成提供了动荡的水体环境。在岩心中观察到的核形石层在

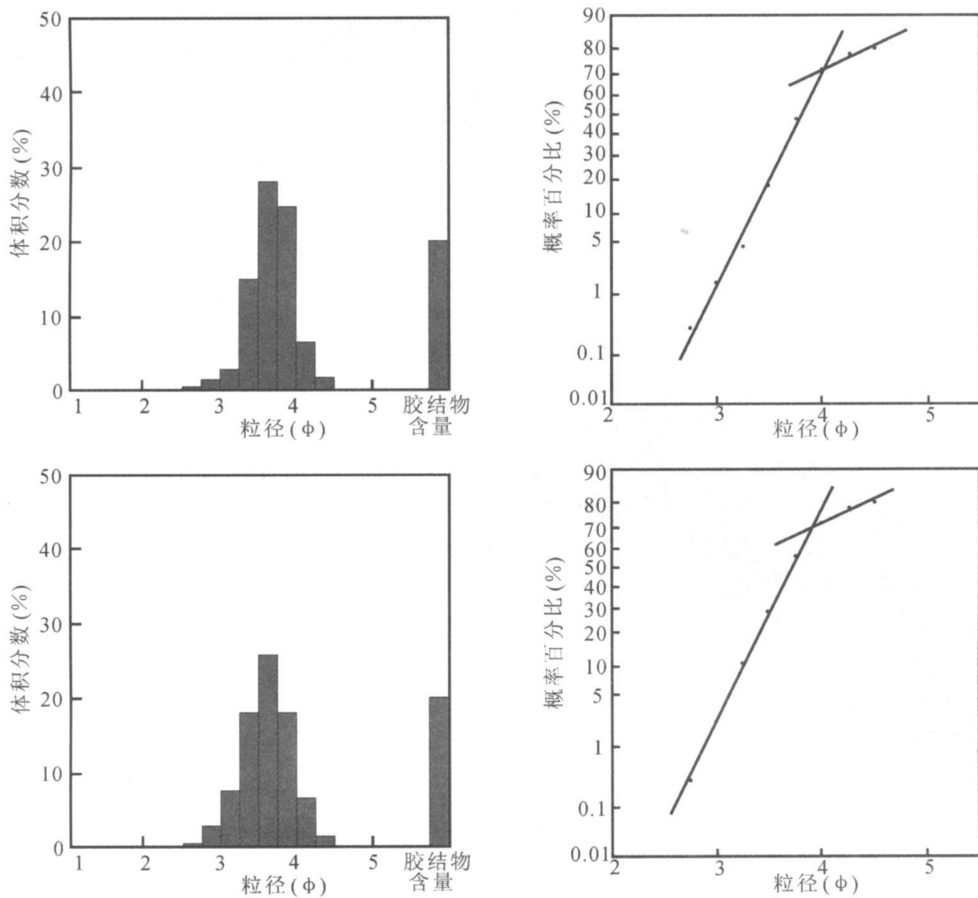


图 5 核形石间填隙物的粒度分布特征

Fig. 5 The characteristics of grain size distribution from the fillings between oncolites

垂向上具有堆积的特点, 上覆沉积物对核形石层的压实作用不明显。而在水平侧向上, 单个核形石具有被侧向挤压的特征, 即水平截面呈椭圆状, 核形石之间见缝合线构造(图 6), 表明在核形石生长过程

中受到三角洲砂体整体向深水方向的推移挤压, 导致核形石被侧向压扁, 核形石之间被三角洲前缘河口砂坝的碎屑颗粒充填。

黄清华(1999)根据孢粉研究, 证实松辽盆地青

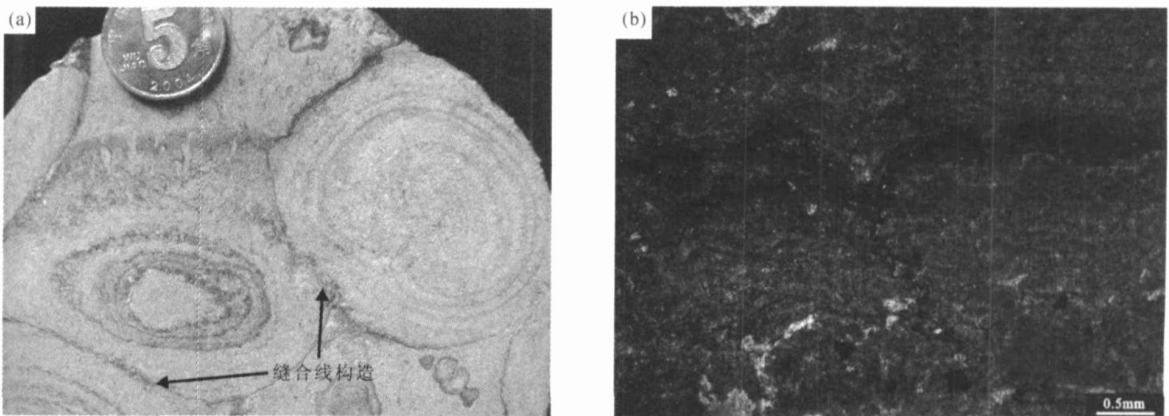


图 6 核形石挤压变形(a)和缝合线构造显微特征(b)(喇 8-PS1413 井 1239. 40m)

Fig. 6 The extrusion deformation(a) and the microscopic characteristics of the stylolite(b) in the oncolites (Well La8-PS1413, 1239. 40m)

二、三段沉积时期的植被以常绿阔叶林为主, 草本植物居次席, 反映了古气温的一种突变事件(升温事件), 而喇 8-PS1413 井中发现的核形石正处于这种温湿向干热气候转变时期, 因此核形石可能作为重要的古气候变迁标志。下一步的工作将对其进行重点论证。

## 4 结 论

(1) 在松辽盆地喇嘛甸地区白垩系青二、三段一套三角洲前缘亚相地层沉积序列中发现核形石。根据核形石的内部结构和外部形态, 把核形石分为环状核形石、石笋状核形石和姜状核形石三种。环状核形石具有由深色富有机质的泥晶方解石纹层和浅色贫有机质的泥晶方解石纹层组成同心环状纹层, 其核心由各种岩屑、矿物碎屑和生物碎屑组成。石笋状核形石主要由单一的环状外壳和核心组成, 可见有生长的根。姜状核形石由核心和外部一层富有机质的外壳组成。

(2) 松辽盆地青二、三段核形石形成于三角洲前缘的分流河口砂坝侧翼的水下分流间湾环境中, 核形石之间被三角洲前缘河口砂坝的碎屑颗粒充填。

## 参 考 文 献

贺自爱. 1982. 藻灰结核分类及其成因. 石油与天然气地质, 3(1):

41~48.

黄清华, 郑玉龙, 杨明杰, 李星军, 韩敏欣, 陈春瑞. 1999. 松辽盆地白垩纪古气候研究. 微体古生物学, 16(1): 95~103.

黄志诚, 朱嗣昭. 1987. 安徽奥陶系石灰岩中含铁非骨架核形石的成因及其聚铁作用. 沉积学报, 5(2): 29~38.

李熙哲, 管守锐, 谢庆宾, 等. 2000. 平邑盆地第三系官中段核形石成因分析. 岩石学报, 16(2): 262~268.

刘效曾. 1983. 川西北中三叠统隐藻类碳酸盐岩特征及其环境意义. 沉积学报, 1(3): 79~87.

曾允孚, 张锦泉, 林文球. 1983. 广西泗顶泥盆系上统融县组中核形石的类型及其环境意义. 沉积学报, 1(1): 42~49.

Arenas C, Cabrera L, Ramos E. 2007. Sedimentology of tufa facies and continental microbialites from the Palaeogene of Mallorca Island (Spain). *Sedimentary Geology* 197: 1~27.

Dahanayake, K. 1977. Classification of oncolites from the upper Jurassic carbonates of the French Jura. *Sediment. Geol.*, 18(4): 337~354.

Eric P. Verrecchiz, Pierre Freydet, Jacques Julien, Frdric Baltzer. 1997. The unusual hydrodynamical behaviour of freshwater oncolites. *Sedimentary Geology*, 113: 225~243.

Silvia Larés, Ricardo M. Palma. 1998. Environmental implications of oncolites and associated sediments from the Remoredo Formation (Lower Jurassic) Mendoza, Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 140: 357~366.

## Discovery of Oncolites in the Qingshankou Formation of Cretaceous, Songliao Basin and Its Environmental Significance

LIU Wanzhu<sup>1)</sup>, WANG Pujun<sup>1)</sup>, GAO Youfeng<sup>1)</sup>, WANG Guodong<sup>1)</sup>, BAI Xuefeng<sup>2)</sup>

1) College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun, 130061;

2) Daqing Exploration & Development Institute, Daqing, Heilongjiang, 163712

### Abstract

Oncolitic limestone was firstly discovered in the Qingshankou Formation of Cretaceous in Songliao Basin. It occurs primarily in fine-grained sandstone, siltstone and the mudstone. Based on the metamorphic features, the oncolites from the study area can be divided into three types; annular oncolite, stalagmite oncolite, and ginger-shaped oncolite. Most oncolites are composed of a core and multi-ring lamina, but minor amount doesn't have distinct core or monolayer lamina. Research indicated that the oncolites formed mainly in the underground shallow bay environment of lake delta front. The penecontemporaneous deformation of the oncolites is attributed to growing of topographic slope and deltaic front. The fact that the oncolites occur in the second and third sections of the Qingshankou Formation indicates a transitional period from humid to dried and hot climates, and therefore, the rock can be considered an important index of paleoclimate changes.

**Key words:** Songliao Basin; Qingshankou Formation of Cretaceous; oncolite; depositional environment; paleoclimatic mark