

# 陕西宁强早志留世灰泥丘中微生物及其造岩意义<sup>\*</sup>

张廷山 边立曾 俞剑华  
(南京大学地球科学系 南京 210093)

兰光志 孙蓬育  
(西南石油学院勘探系 四川南充 637011)

**摘要** 通过扫描电镜分析,在陕西宁强早志留世深缓坡微晶灰泥丘中发现3种微生物化石,分别为:(1)表面光滑卵球体,其大小为 $5\mu\text{m}\times 3\mu\text{m}$ ,壳体表面光滑,长轴端具有圆形凹坑或凸起,可能为芽体及芽痕;此类化石能与真菌类菌孢对比;(2)表面粗糙的椭球体,其大小为 $60\mu\text{m}\times 50\mu\text{m}$ ,壳体表面粗糙,具蠕虫状断续条纹,并有方解石胶结物生长;(3)网格状结构,由钙化的胶质席状物及枝状物组成,网呈枝状分叉,盖覆于灰泥之上并参加造岩。经能谱分析,所有微生物化石均由碳酸钙组成,他们在灰泥丘的形成过程中起了重要的造岩作用。

**关键词** 微生物化石 灰泥丘 造岩作用 早志留世

## 1 前言

当我们讨论灰泥丘是微生物造礁作用的产物时,是基于两方面的认识,一是泥晶凝块岩中往往可见藻纹层、藻团块,具有早期硬化以及凝块造架形成格架系统和孔洞系统的特征,诚如 Tsien(1994)所认为的那样,泥晶凝块岩中微生物生命活动的痕迹可以作为判定微生物存在的根据。第二方面是通过实验室工作,发现只有在细菌的参与下,蓝藻丝体上才有碳酸盐岩沉淀。叠层石、凝块石中的泥晶(micrite)、斑点构造(clotted fabric)、中斑构造(mesoclotted fabric)被推测是细菌导致的碳酸盐岩沉积结构(Chafetz and Buczynski, 1992)。

事实上,长期以来一直缺少直接的证据可以说明微生物如何造岩和形成灰泥丘,尽管可以在灰泥丘中发现各种藻类,但对于这些藻类的造架功能并没有一致的认识,在许多情况下是带有推测和假设性的。Tsien 曾用生物粘结岩(biocementstone)来说明微生物的造岩作用,但生物粘结岩的概念并不十分明确。例如微生物在生物粘结岩中究竟是起建造格架作用和盖覆作用,还是起绑结作用,是一个尚待

阐明的问题。由于微晶凝块是灰泥丘中的最重要组份,所以微晶凝块的微生物成因是关键问题。

此外,以往在成岩作用研究中基本上没有考虑微生物组份对成岩作用的影响,然而,根据我们的工作发现,不同的微生物有着不同的成岩作用。在有的微生物壳壁上容易形成方解石胶结物,有的微生物壳壁上却不发生方解石胶结作用。

本次工作有幸在陕南宁强早志留世灰泥丘的凝块岩中通过扫描电镜获得了几种微生物实体化石,它们为我们提供了一些有关微生物造岩、成岩作用的信息,也为我们探讨碳酸盐岩中微生物的造岩作用提供了资料。

## 2 地质概况及化石产出状况

在志留纪兰多维列世—温洛克世早期,川西北广元至陕南地区为一宽缓的陆表海区,从下而上沉积了龙马溪组、崔家沟组、王家湾组和宁强组。生物礁散布于深缓坡上部至浅缓坡,发育有凝块石灰泥丘,层孔虫—珊瑚灰泥丘以及珊瑚—层孔岩格架点礁(张廷山等, 1995, 1996)。

微体化石产于陕西宁强王家湾组下部凝块石灰

收稿日期:1999-03-14,张廷山现在通信地址:四川南充西南石油学院碳酸盐岩研究室,邮编:637001

<sup>\*</sup>油气藏地质与开发工程“国家重点实验室基金项目成果之一(编号:95079712005)

泥丘的小型近球形凝块岩内,其沉积属深缓坡上部。

凝块石灰泥丘规模不大,直径仅十几厘米至几十厘米之间,地貌上具一定的隆起。灰泥丘由许多小型近球形凝块岩组成。近球形凝块岩内部发育小型藻纹层及凝块石格架。这种小型近球形凝块岩是构成凝块石灰泥丘的基本单元,可称作礁头或微型礁(方一亭等, 1993, Krainer, 1995),在灰泥丘中还可可见少量小型珊瑚,层孔虫,苔藓虫散布于丘内。

### 3 微生物类型及其成岩、造岩作用

凝块岩内的微生物是通过扫描电镜获得的。所获微生物包括 3 种类型,一是表面光滑的卵球体,二是表面粗糙的椭球体,三是网格状结构。它们在成岩、造岩作用中起着不同的作用。

#### 3.1 表面光滑卵球体

钙质,卵球形,表面光滑,  $6 \times 5 \mu\text{m} - 20 \times 20 \mu\text{m}$ ,长轴端具一圆形凹坑,长轴另一端具一小球形凸起,卵球体镶嵌于周围泥晶围岩之间(图版 I, 图 2)。

这些表面光滑的卵球体可能为真菌的菌孢,比细菌的一般大小要大许多,现代真菌的菌孢中常见出芽的芽体及芽体脱落后留下的痕迹,这可能与化石中所见圆形凹坑,球形凸起相对应。此种光滑卵球体仅作为沉积组份赋存于微晶凝块内,据全屏能谱分析,其成分为碳酸钙质(插图 1),周围未见明显的胶结作用。

#### 3.2 表面粗糙的椭球体

椭球形,长轴  $60 \mu\text{m}$ ,短轴  $50 \mu\text{m}$ ,表面具蠕虫状断续条纹,壳壁有被压的凹陷及皱褶,壳体表面生长有方解石晶体胶结物(图版 I, 图 3)。

这是一种生物归属不明的微体化石,由于存在表面继续条纹纹饰,具有壳壁被压的凹陷及皱褶,有着一定的形态特征,可以区别于无机成因的构造及组份。从形态上可以归入疑源类,但它的壳体经全屏能谱分析为碳酸钙,而疑源类的壳体是碳化的,所以它可能是某种菌孢。值得注意的是它与真菌孢子不一样,真菌孢子尽管本身钙化,但钙质胶结物并不依附于其上生长。此种化石的表面生长有方解石胶结物。这说明不同生物组份对钙质胶结作用的影响不同,由于胶结作用对于原生孔隙的保存有着重要影响,所以不同生物组份对胶结作用的不同影响是一个不可忽视的因素。

#### 3.3 网格状结构

网格状结构由钙化的胶质席状物及枝状物组

成。网呈匍匐状盖覆于灰泥之上。网呈枝状分叉,分叉角近  $90^\circ$ ,网眼不规则形状,多边形至近圆形,大的网眼直径可达  $35 \mu\text{m}$ ,小的网眼可小于  $1 \mu\text{m}$ ,丝体直径约  $1/3 \mu\text{m}$ (图版 I, 图 4, 5, 6)。

经全屏能谱分析,化石由碳酸钙组成(插图 2),根据形态结构,推测其为藻类叶状体,因不具髓部和皮层的分化,故有可能是绿藻门分子。不管来源于何种生物,它可能是一种生物膜,其形态可以和意大利维特波热泉钙华中发现的胶质席对比(Folk, 1993, fig. 4)。此网格状的钙化席起明显的盖覆作用,形成盖覆岩(图版 I, 图 5, 6),同时,叶状体具与围岩逐渐过渡的特征,说明它具有一定的造岩功能(图版 I, 图 8)。这些事实说明尽管灰泥丘及凝块岩形成机理多种多样,但微体藻类的钙化网格状胶质席起着类似皮壳状层孔虫、皮壳状珊瑚或者皮壳状红藻的作用,可以固定绑结其他钙质碎屑成丘,而其本身也参与成岩。

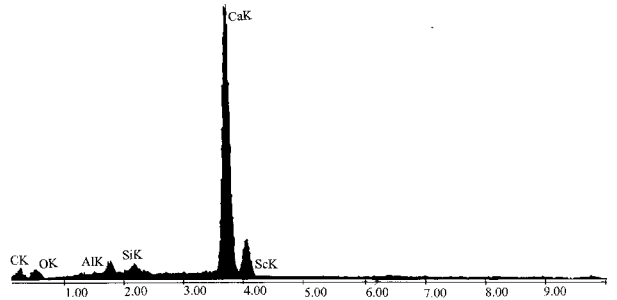


插图 1 光滑球形微生物壳体成份能谱分析图  
EDAX analysis of smooth ball-like microbial shell

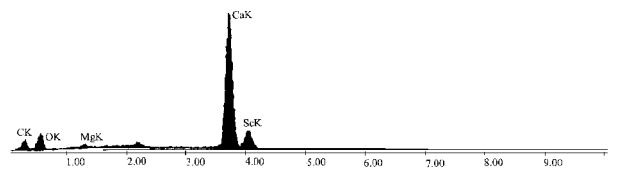


插图 2 泡沫网格状化石能谱分析图  
EDAX analysis of foamed network-like fossil

综上所述,通过扫描电镜对陕南宁强早志留世灰泥丘中微生物的研究,揭示出钙化网格状胶质席对于灰泥丘的形成十分重要,正是由于它的存在,才使钙质碎屑物得以固定和被绑结成礁,并且其本身也参与成岩,才有可能抗浪。同时,表面粗糙的椭球体微生物有助于钙质胶结作用的发生。古生物对于造岩作用及成岩作用的研究是一个值得重视的领域。

方一亭教授审阅本文,并提出宝贵意见,在此深

## 参 考 文 献

- 方一亭, 边立曾, 施贵军等, 1993. 江西玉山县王家坝晚奥陶世三衢山组点礁发育特征及群落研究. 南京大学学报, 29: 277-293
- 边立曾, 方一亭, 黄志诚, 1986. 浙赣交界区晚奥陶世生物礁的类型及特征. 见: 范嘉松主编. 中国生物礁与油气. 北京: 海洋出版社. 54-75
- 张廷山, 兰光志, 陈晓慧等, 1995. 川西北早志留世陆源碎屑-碳酸盐混积缓坡. 沉积学报, 13(4): 27-36

- 张廷山, 陈晓慧, 边立曾等, 1996. 大地构造对上扬子区志留纪生物礁分布及发育的控制. 沉积学报, 14(4): 84-93
- Chafetz H S, Buczynski C, 1992. *Palaios*, 7: 277-293
- Folk R L, 1993. SEM imaging of bacteria and nanobacteria in carbonate sediments and rocks. *Journal of Sedimentary Petrology*, 63(5): 990-999
- Krainer Karl, 1995. Anthracoporella mounds in the Late Carboniferous Auernig Group, Carnic Alps (Austria). *Facies*, 32: 195-214
- Tsien H H, 1994. The role of microorganisms and the origin of micrite components in algal and micrite mounds. *Memoires Institut Geologique de Universite Catholique de Louvain*, 35: 123-135

## MICROBIAL FOSSILS IN LOWER SILURIAN MICRITE MOUND, NINGQIANG, SOUTHERN SHAANXI

ZHANG Ting-Shan, BIAN Li-Zeng and YU Jian-Hua  
(Department of Earth Science, Nanjing University, Nanjing 210093)  
LAN Guang-Zhi and SUN Peng-Yu  
(SW Petroleum Institute, Sichua Nanchong 637001)

**Key words** microbial fossils, micrite mound, biogenic sedimentation, Lower Silurian

## Abstract

The Early Silurian storm-influenced siliciclastic and carbonate ramp environment was recognized from the north margin of Sichuan Basin. According to the SEM studies, three kinds of microbial fossils are found in the deep ramp micrite mound of Ningqiang, Shaanxi and reported herein: (1) Smooth ball-like body fossil with egg shape,  $5\mu\text{m} \times 3\mu\text{m}$  in size, has smooth shell with bud and bud scar or birth scar developed, and can compare with yeast through the comparative studies; (2) rough ellipsoid fossil,  $60\mu\text{m}$

$\times 50\mu\text{m}$  in size, has rough surface and calcite cementation developed on it and might serve as catalysts for creation of the cement; (3) foamed network-like fossil is formed by foamed network biofilm material covered the micrite, some small branches stretched out from the main part of the fossil. The branches are composed of foamed network material and they show biocement characteristics. The shape of the fossil suggests that it be one kind of algae. From the data of EDAX analysis, all microbial fossils are composed of calcite and they might play a role in the formation of calcium carbonate in the micrite mounds.

## 图 版 说 明

## 图 版 I

1. 陕西宁强王家湾组灰泥丘。
2. 表面光滑的球形微生物(真菌),  $\times 6000$ 。
3. 表面粗糙的球形微生物,  $\times 1200$ 。
4. 泡沫网格状化石,  $\times 4000$ 。
5. 泡沫网格状化石,  $\times 2000$ 。
6. 泡沫网格状化石,  $\times 1000$ 。
7. 泡沫网格状化石,  $\times 4000$ 。
8. 泡沫网格状化石,  $\times 4000$ 。

