

# 汉中下志留统放射虫硅质岩的 岩石学特征及其地质意义

李文厚

(西北大学地质系,西安 710069)

**提要** 汉中梁山地区的放射虫硅质岩成层性好,层次多,厚度较大,分布面积较广,主要同充填石英的放射虫铸型与隐晶质、微晶质的玉髓、石英及少量伊利石泥质基质构成。岩石中  $\text{SiO}_2$  的平均含量在 90% 以上。从岩石学碱性条件下转变和分解,析出  $\text{SiO}_2$ ,造成有利于硅质生物大量繁殖的条件。本区下志留统龙马溪组的放射虫硅质岩形成在水深相对较浅的深水陆棚与大陆坡过渡带上,水深约在 200 m 左右。

**关键词** 放射虫硅质岩 下志留统 汉中

**分类号** P 588.34

**第一作者简介** 李文厚 男 48岁 副教授 沉积学

1990年,笔者在陕西汉中地区下古生界上奥陶统南郑组顶部和下志留统龙马溪组底部发现大量层状燧石岩,通过室内岩石薄片和扫描电镜鉴定,确定其中一块样品为放射虫硅质岩。1994年后又在下志留统龙马溪组底部采得大量样品,进一步肯定了该区放射虫硅质岩的存在。

## 1 放射虫硅质岩剖面

剖面位于扬子地台北部边缘,地理位置属汉中地区南郑县梁山乡后沟,露头良好。自上而下简述如下:

上覆地层:下二叠统栖霞组

————— 平行不整合 —————

下志留统龙马溪组

⑥ 黄灰色页岩夹薄层状粉砂岩 71.76 m

⑤ 黄灰色页岩 30.00 m

④ 黄灰色薄层状细粉砂岩 15.02 m

③ 深灰色硅质页岩,顶部 4 m 为灰白色页状细粉砂岩 25.34 m

② 深灰色硅质页岩夹灰白色纹层状粉砂岩及黑色层状放射虫硅质岩 24.14 m

————— 整合 —————

上奥陶统南郑组

① 灰黄色钙质泥岩夹黄色粉砂岩及少量黑色层

状放射虫硅质岩

6.04 m

————— 整合 —————

下伏地层:上奥陶统临湘组

本文的放射虫硅质岩主要采自第 2 层,即下志留统龙马溪组底部。其中 4 块样品中见到了放射虫化石,样品重量约 2 kg

## 2 岩石学特征

汉中梁山地区放射虫硅质岩主要由充填了石英的放射虫铸型与隐晶质、微晶质的玉髓、石英及少量伊利石泥质基质构成。放射虫及其碎屑含量在 15% ~ 75% 之间,通常含量在 40% 以上(图版 1、2)。岩石中  $\text{SiO}_2$  的平均含量在 90% 以上(表 1)。微量元素 Ba 含量在  $337 \times 10^{-6} \sim 936 \times 10^{-6}$  之间, Sr 含量在  $38 \times 10^{-6} \sim 290 \times 10^{-6}$  之间,  $\text{Cr}$  含量平均为  $106.3 \times 10^{-6}$ (表 2)。放射虫的外壳在薄片呈圆形或椭圆形,直径一般在 0.15~0.35 mm 之间,其中 0.2 mm 左右的占绝大多数。壳体在溶解、结晶及交代作用下均遭破坏,常为纤状玉髓或石英充填交代。个别可见保存较完整的内部结构和刺(图版 3、4、5、6、7),偶见硅质海绵骨针(图版 8)。此外,薄片似脱玻化的火山玻璃、黑云及分散状黄铁矿,据分析认为黑云母很可能是火山碎屑岩中的晶屑<sup>[1]</sup>。

本区的放射虫硅质岩具水平层理,与纹层发育

的硅质页岩、薄层粉砂岩组成互层。硅质岩单层厚度不大,一般仅几厘米到 10 cm 左右。放射虫硅质岩成层性好,层次多,厚度较大,分布面积较广。

### 3 放射虫硅质岩成因及形成环境讨论

放射虫是一种单细胞浮游生物,从奥陶纪开始大量出现。通常认为,只有分泌氧化硅的放射虫才能呈化石状态保存下来。由于分泌氧化硅的放射虫的蛋白石壳不稳定,在埋藏前有 98% 以上在水体中和海底上溶解,因此目前许多人认为放射虫的快速沉积是最终形成层状放射虫硅质岩的先决条件。从岩石学特征分析,本区放射虫硅质的形成机理可解释为,由远源的火山喷发物提供了  $\text{SiO}_2$  的来源。火山喷发物在海水碱性条件下转变和分解,析出  $\text{SiO}_2$ ,海水中  $\text{SiO}_2$  含量大增,造成有利于硅质生物大量繁殖的条件<sup>[2]</sup>,死后堆积海底。这种生物成因的氧化硅,或称蛋白石-A,是含水氧化硅不稳定的非晶态变体。随着时间推移和温度增高,蛋白石-A 逐渐转变为石英,在过渡阶段呈无序的低温方石英-鳞石英出现。生物成因的蛋白石-A 转变为石英的过程中,都会发生溶解和沉淀作用<sup>[3]</sup>。绝大多数放射虫会因蛋白石在水体中溶解而消失,或者因蛋白石-A 转变为蛋白石-CT 和石英的过程中受到更多的破坏,加上燧石的重结晶作用,故而在古生代乃至中生代的硅质岩系中很难见到保存良好的放射虫化石<sup>[4]</sup>。

表 1 硅质岩的常量元素分析

Table 1 Invariable element analysis on silicalite

样品号 岩石名称 氧化物(%)	样品号						
	S-4	S-5	S-7	S-10	S-15	S-16	S-19
	硅质岩	硅质岩	硅质岩	硅质岩	硅质岩	硅质岩	硅质岩
$\text{SiO}_2$	85.03	95.98	88.99	94.88	93.26	91.81	83.79
$\text{TiO}_2$	0.29	0.07	0.26	0.08	0.09	0.12	0.33
$\text{Al}_2\text{O}_3$	6.02	1.40	5.17	1.74	2.35	2.94	6.90
FeO	0.22	0.48	0.16	0.37	0.70	0.16	0.27
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	1.09	0.43	0.68	0.55	1.05	1.58	2.17
MnO	-	-	-	-	-	-	-
CaO	1.17	0.15	0.22	0.16	0.23	0.23	0.33
MgO	0.61	0.20	0.53	0.23	0.23	0.35	0.77
$\text{K}_2\text{O}$	1.39	0.21	0.98	0.28	0.36	0.40	1.47
$\text{Na}_2\text{O}$	0.08	0.09	-	0.08	0.02	0.01	0.11
$\text{P}_2\text{O}_5$	0.59	0.04	0.06	0.04	0.04	0.06	0.15
$\text{H}_2\text{O}^+$	2.25	0.95	2.06	1.03	1.34	1.48	2.66
$\text{H}_2\text{O}^-$	0.90	0.18	0.73	0.30	-	-	0.90
烧失量	0.16	0.02	0.35	0.04	0.69	0.62	0.13
总和	99.97	100.32	100.41	99.90	100.36	99.82	100.30

样品由中国科学院地质研究所测定

汉中梁山地区位于扬子地台北缘的龙门一大巴山褶皱带内,自震旦纪开始到早三叠世处于相对稳定的地台发展阶段。在晚奥陶世到早志留世期间,古海盆底部处在滞流的强还原环境,水深大体处在 60 m~ 200 m 之间的深水陆棚附近<sup>[5,6]</sup>。当然,上奥陶统南郑组与下志留统龙马溪组沉积时的古水深还是有一定区别的,前者海相窄盐度动物化石丰富,以游泳生物为主,底栖生物较少,岩层中常见具丘交错层理的粉细砂岩透镜体。关于丘状交错层理的成因,一般认为是在风暴盛行的出棚区沉积的。但本区南郑组的风暴沉积厚度较薄,仅发育丘状交错层理段和泥岩段。这是因为,风暴岩也有近源和远源之分。近源风暴岩形成于浅水陆棚,沉积物粒度较粗,层厚,底部侵蚀充填构造发育,并有浅的水道沉积。而远源风暴岩则形成于深水陆棚,以细粒沉积物为主,层薄,底界侵蚀构造不发育。由此看来,南郑组具丘状交错层理的粉细砂岩层段属深水陆棚远源风暴岩沉积。而下志留统龙马溪组含大量单调的浮游笔石,未见底栖生物化石,岩石的水平纹层及页岩发育,层薄,含黄铁矿晶粒,底部夹黑色层状放射虫硅质岩,表明水体比上奥陶统南郑组沉积时相对较深,沉积环境大致处在深水陆棚与大陆坡的过渡带附近<sup>[7]</sup>。

表 2 硅质岩的微量元素分析

Table 2 Trace element analysis on silicalite

样品号 岩石名称 氧化物(%)	样品号						
	S-4	S-5	S-7	S-10	S-15	S-16	S-19
	硅质岩	硅质岩	硅质岩	硅质岩	硅质岩	硅质岩	硅质岩
Nb	5	-	4	3	-	10	-
Zr	67	9	58	28	21	38	83
Y	52	31	38	35	32	33	50
Sr	73	38	112	48	52	68	290
Rb	72	48	65	38	19	37	94
Th	8	8	9	6	4	6	13
Ga	9	15	13	12	12	15	13
Ni	62	-	1	-	3	17	34
Co	-	-	-	-	-	-	2
Cr	225	89	84	80	98	40	128
Ce	65	11	37	33	-	18	42
V	178	224	886	194	77	71	1290
La	30	10	15	-	-	33	40
Ba	648	763	831	936	864	337	930
Sc	8	5	6	3	3	3	11
Zn	245	-	16	-	5	-	75

样品由中国科学院地质研究所测定

通常认为,富含放射虫的硅质沉积物大多堆积物大多数堆积于远离陆源区的远洋或半远洋的深水

环境,而且必定是在碳酸钙补偿深度附近或以下,常与浊积岩、蛇绿岩等共生。然而,本区下志留统龙马溪组的放射虫硅质岩却形成在水深相对较浅的深水陆棚与陆坡过渡带上,水深约在 200 m 左右。表明仅仅依据放射虫的出现来判断水体深浅是不全面的,在大陆边缘洋流上升带同样可以形成放射虫硅质岩<sup>[8]</sup>。

#### 参 考 文 献

- [1] 杨万蓉,江纳言. 浙江长兴组火山岩和放射虫的发现. 地层学杂志, 1980, 4(1): 67- 69.  
 [2] 黄志诚,黄钟瑾,陈智娜. 下扬子区五峰组火山碎屑岩与放射虫

硅质岩. 沉积学报, 1991, 9(2): 1- 15.

- [3] Jones D L. and Murchey B., Geologic significance of Paleozoic and Mesozoic radiolarian chert. Ann. Rev. Earth Planet Sci., 1986, 14: 455- 492.  
 [4] 吴浩若. 放射虫及其地质意义. 国外地质, 1986, (7): 1- 4.  
 [5] 西北大学地质系. 梁山地质, 西安: 西北大学出版社, 1992, 14- 52.  
 [6] 李耀西,宋礼生,周志强等编著. 大巴山西段早古生代地层志. 北京: 地质出版社, 1975, 62- 101.  
 [7] 孔庆玉,龚与甄. 苏皖地区下二叠统放射虫硅质岩形成环境探讨. 石油与天然气地质, 1987, 8(1): 86- 89.  
 [8] 童玉明,周祖勋. 鄂东南下二叠统茅口组放射虫硅质岩的成因初探. 沉积学报, 1985, 3(2): 67- 74.

## Petrological Characteristics of Radiolarian Silicalite and Its Geological Significance of Lower Silurian in the Hanzhong Region

*Li Wenhou*

(Department of Geology, Northwest University Xian 710069)

### Abstract

The well stratificated and widespread radiolarian silicalite with a fairly great thickness in the Liangshan region, Hanzhong, is mainly composed of quartz filling radiolarian cast, aphanitic or microcrystalline chert and quartz as well as a little illite matrix. The average content of SiO<sub>2</sub> in the rock is above 90%. By analysis of petrological characteristics, the origin of radiolarian silicalite in this region is explained that the distal volcanic product provided SiO<sub>2</sub>, for volcanic product changes, dissolved and released out SiO<sub>2</sub> into sea water where formed a favorable environment for the growth of siliceous organism. The radiolarian silicalite of the Lower Silurian Longmaxi Formation in this region was formed in the transitive zone between the deepwater continental shelf where the water depth is relatively shallow and the continental slope, in which the sea-water depth is about 200 m.

**Key words** radiolarian silicalite Lower Silurian Hanzhong