

文章编号: 1009-3850(2010) 03-0065-06

中上杨子上奥陶统五峰组含放射虫硅质岩与古环境

刘 伟, 许效松, 冯心涛, 孙媛媛

(成都地质矿产研究所, 四川 成都 610081)

摘要: 四川雷波抓抓岩五峰组上部硅质岩含丰富的放射虫化石, 表明晚奥陶世五峰期富硅质海水随着第二次海侵进入到扬子克拉通, 进而证明了扬子西缘康滇古陆与川中古隆起间存在水道与巴颜喀拉海相通。在分析抓抓岩剖面五峰组沉积序列的基础上, 通过含放射虫硅质岩的区域对比, 清理了该时期各地区岩性岩相组合及地层接触关系, 恢复了中上扬子地区晚奥陶世五峰期的古环境。

关键词: 放射虫; 硅质岩; 五峰组; 古环境; 抓抓岩; 雷波

中图分类号: P512.2 文献标识码: A

放射虫是一类终生浮游、具硅质骨骼的原生动物。它们分布于从赤道至两极的各种海域, 其分布格局和群落结构受海水温度、盐度、深度、营养盐含量以及洋流、水团、海底火山等因素影响控制^[1] (谭智源等, 1999)。放射虫在前震旦纪就已出现^[2] (黄慧琼等, 1988)。中国的泥盆系、石炭系、二叠系的放射虫研究较为深入 (吴浩若, 1999; 冯庆来等, 2001; 王玉净, 2001, 2007; 等), 相关文献较多的。前人对中上扬子地区上奥陶统五峰组黑色硅质岩中的放射虫做过较多的研究^[7~10] (黄志诚等, 1991; 曲红军, 1992; 李文厚等, 1993; 何卫红等, 2003), 该组笔石页岩相的研究也已较为成熟 (汪啸风等, 1999; 陈旭等, 2000)^[11~12], 但含放射虫硅质岩的指相意义和相关研究仍值得广大地质工作者重视。

在四川雷波抓抓岩五峰组剖面考察中, 笔者在该组上部黑色硅质岩中获得了丰富的放射虫, 为中上扬子晚奥陶世五峰期古环境恢复提供了新的线索和依据。

1 区域地质背景

上奥陶统五峰组黑色岩系是扬子地区重要的生油岩, 广泛分布于中上扬子地区以及湘、赣等地区,

主要为黑色页岩、炭质页岩、硅质页岩、粉砂质页岩, 及薄层硅质岩, 富含笔石 (四川省地质矿产局, 1991)^[13]。在中上扬子克拉通上, 厚度一般仅数米至数十米, 为大面积欠补偿的缺氧盆地产物。

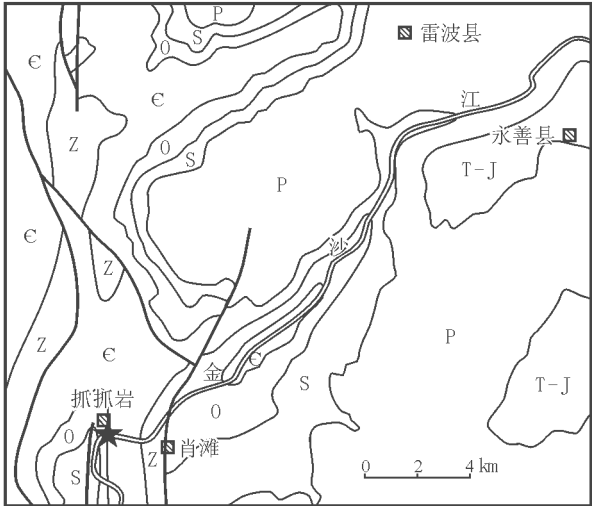


图 1 四川雷波抓抓岩剖面位置
Fig 1 Location of the Zhazhuayan section, Leibo, Sichuan

在局部地区, 五峰组顶部有薄层或透镜状结构的介壳灰岩, 即观音桥组。观音桥组以富产全球广为分布的“Himantia 动物群” (或称 Himantia-Kinnella 动

物群)为特征,上覆志留系龙马溪组底部含 *Glyptograptus persculptus* 笔石带的炭质页岩。

抓抓岩剖面构造位置属上扬子陆块西南地区,位于四川省雷波县境内金沙江北岸抓抓岩村附近(因修建溪洛渡电站,该剖面可能在数年内被淹没),距雷波县城约 30 km。剖面与金沙江南岸云南永善肖滩剖面隔江相望,露头极佳,交通便利(图 1)。



图 2 雷波抓抓岩五峰组沉积序列

1. 泥岩; 2 炭硅质泥岩; 3 硅质岩; 4. 放射虫

Fig 2 Depositional sequence through the Wufeng Formation in Zhuazhuayan, Leibo

1= mudstone, 2= carbonaceous siliceous mudstone, 3= siliceous rock, 4= radiolaria

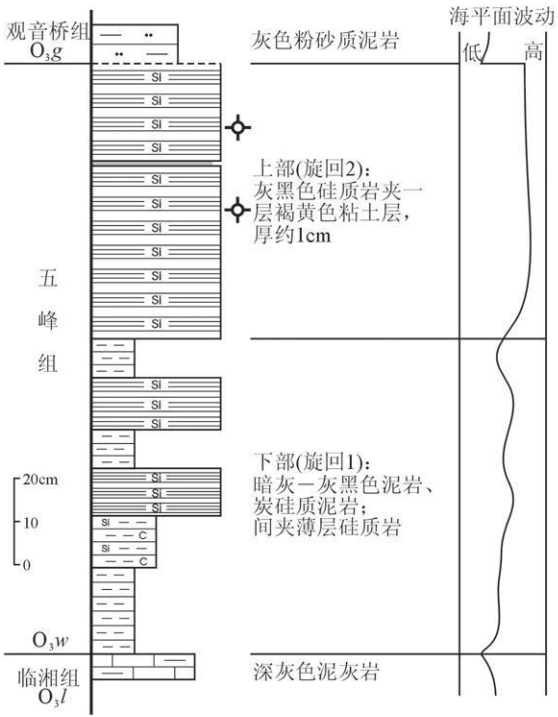
剖面结构上,五峰组下部为暗灰色、灰黑色泥岩,含少量石英质粉砂成分,间夹薄层或条带状炭硅质泥岩、硅质岩,笔石稀少,未见放射虫;上部为灰黑色硅质岩,岩石结构致密,节理发育,产丰富放射虫,但无笔石。沉积构造隐约可见水平层理。沉积序列由下而上,该组呈现出由泥质沉积向硅质沉积间互过渡的趋势。

显微镜下,放射虫呈星点状散布于硅质岩中,含量一般 2%~30%,局部可达约 40%~50%。硅质岩基质主要为隐晶质玉髓和石英,少量硅质碎屑及泥质。放射虫呈圆形或椭圆形,直径一般小于 0.2mm,多已被溶蚀呈铸模孔洞,总体轮廓模糊(图 3a),个别保存较完整的可见其放射刺(图 3b)。

从五峰组的岩性岩相变化来看图 2 五峰期早

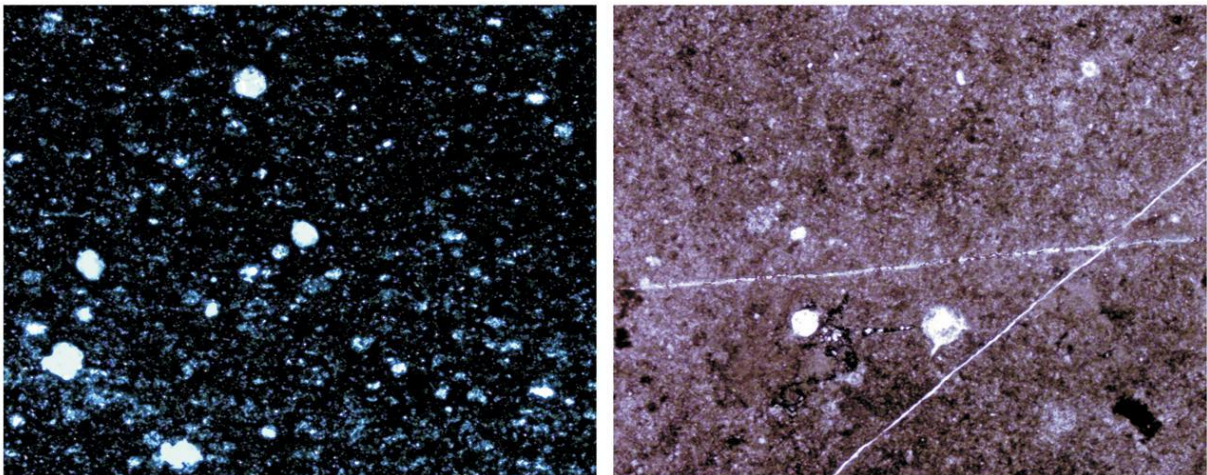
2 沉积序列特征

抓抓岩剖面五峰组 (Q_w) 厚约 1.37m。底部与临湘组 (Q_l) 深灰色泥灰岩界面平整,未见侵蚀特征,顶部与观音桥组 (Q_g) 灰色、浅灰色粉砂质泥岩接触,岩性、颜色突变(图 2)。



期(对应该组下部沉积),该地区以浅海相泥质沉积为主,间夹硅质岩,表明了海平面的波动不定。五峰期晚期(对应该组上部沉积),泥质沉积明显减少,取而代之的是稳定的含放射虫硅质岩沉积。这是富硅质海水随着海平面的显著上升进入扬子克拉通的直接体现,进而表明扬子陆表海与外海形成了良好的沟通。

由此可见,晚奥陶世五峰期经历了两期主要的海侵海退旋回(四级)。第二期旋回与含放射虫硅质岩的形成密接相关。实际上,更为精确的稀土及稳定同位素研究表明五峰期海平面从上升到下降,其中经历了 5 次海平面波动^[10](何卫红等, 2003),而沉积物基本上表现为水下的沉积间断。



a 放射虫被溶蚀, 10×2.5(+) b 保存较完整放射虫可见放射刺, 10×2.5(-)

图 3 五峰组含放射虫硅质岩微观特征

Fig. 3 Microscopic features of the radiolarian siliceous rocks in the Wufeng Formation

a Corroded radiolaria, cross-polarized light, 10×2.5; b Well-preserved radiolaria, plane-polarized light, 10×2.5

3 含放射虫硅质岩的古环境意义

3.1 含放射虫硅质岩的成因

古生代放射虫与硅质岩相伴相生。对硅质岩来说,海水中硅质含量越高,对形成硅质岩越为有利,同时,硅质岩对放射虫死亡后的埋藏和保存也起到了积极的作用。

对放射虫而言,尽管海水中硅质是其形成骨架的重要成分,但放射虫的数量和分布范围还受一些其它因素影响,如温度、盐度、深度、营养盐含量、洋流、水团及海底火山等。结合现代中国东海、南海等地对放射虫的调查(谭智源等,1999),五峰组中的放射虫反映了一种安静、清洁、远离陆缘碎屑及淡水补给的古海水环境。

五峰组含放射虫硅质岩可以证明扬子陆表海与外海良好的连通性,这样的环境足以满足放射虫活动所需的营养及硅质岩沉积的要求。地球化学分析也证明五峰组硅质岩属于正常海水中生物化学和化学沉积,无明显海底热水活动的迹象^[14](雷卞军等,2002)。到目前为止,五峰组中已多次报道了单层厚度、层数不等的斑脱岩^[7, 15-16](黄志诚等,1991;苏文博等,2002,2006),但还没有发现与火山岩密切相关的放射虫硅质岩。

3.2 含放射虫硅质岩平面分布特征

雷波抓抓岩五峰组岩性具有较明显的二分性,即下部泥岩段和上部硅质岩段(上文已述)。该现象在中上扬子地区多处可见(图4),足见五峰期第二期海侵影响范围广泛。

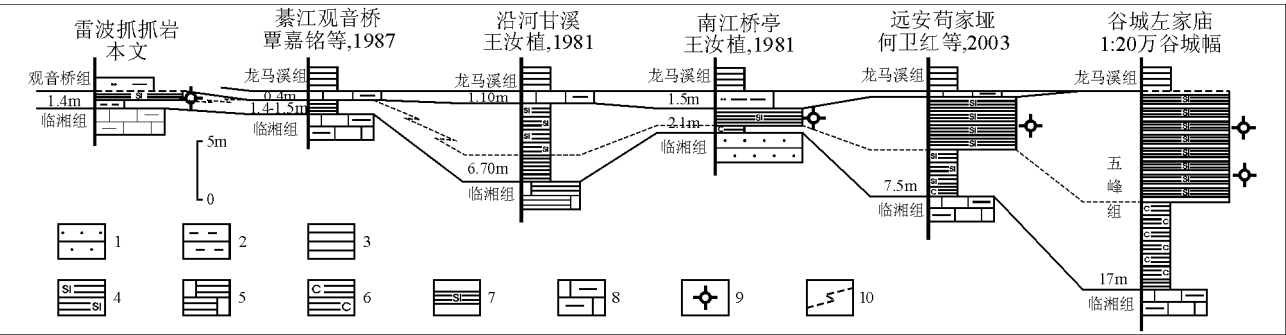


图 4 五峰组含放射虫硅质岩区域对比(剖面位置参见图 5)

1. 砂岩; 2 泥岩; 3 页岩; 4. 硅质岩; 5. 钙质页岩; 6 炭质页岩; 7. 硅质岩; 8 泥灰岩; 9 放射虫; 10 岩相界限

Fig. 4 Regional correlation of the radiolarian siliceous rocks in the Wufeng Formation

1= sandstone; 2= mudstone; 3= shale; 4= siliceous shale; 5= calcareous shale; 6= carbonaceous shale; 7= siliceous rock; 8= marl; 9= radiolaria; 10= sedimentary facies boundary

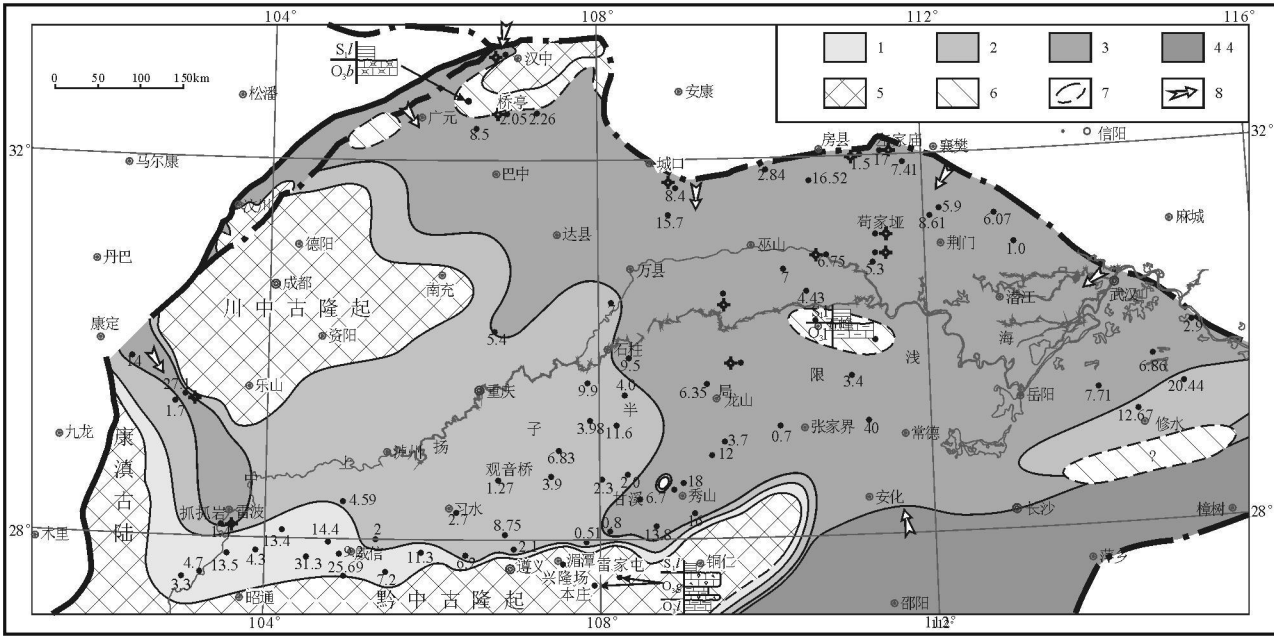


图 6 中上扬子地区晚奥陶世五峰期半局限海沉积格局

1 钙质粉砂岩 钙质泥岩; 2 炭质泥页岩 粉砂质泥页岩; 3 硅质岩 硅质页岩—炭质页岩; 4 陆架斜坡炭质页岩 硅质页岩; 5 古隆起; 6 古剥蚀区; 7 推测边界; 8 海侵方向

Fig 6 Sedimentary framework of the semi-restricted sea in the middle upper Yangtze area during the Wufengian of the Late Ordovician
1= calcareous siltstone, calcareous mudstone 2= carbonaceous argillite, silty argillite 3= siliceous rocks, siliceous shale, carbonaceous shale 4= continental slope, carbonaceous shale, siliceous shale 5= old uplift 6= fossil denudation area 7= inferred boundary 8= transgression direction

板块间挤压缩减影响而变窄。

古海域方面, 扬子北缘、东北缘大面积地区与外海相连; 扬子东南缘因沉积记录的后期剥蚀破坏, 仅据沉积演化模式推测与外海相通, 有待进一步研究。总体上, 该时期扬子克拉通西高、东低的古地形特点。海域面积呈缩小趋势, 至观音桥组沉积末期达最低位; 古隆起逐渐扩大, 形成半局限的古地理格局, 但不排除南秦岭构造单元中存在若干古隆起的可能性。含放射虫硅质岩主要位于半局限浅海中的深水地区。

古隆起方面, 川中古隆起形态的确定除露头资料还参考了钻井、地震及航磁资料; 康滇古陆及黔中古隆起以露头资料为主, 贵州铜仁以东地区据地层接触关系推测边界; 扬子北缘汉南古陆边界以露头资料为主。从沉积物反馈来看, 川中古隆起、黔中古隆起主体并未向沉积区提供粗碎屑沉积; 较为明显的陆缘碎屑补给在贵州毕节、威信, 云南昭通地区, 形成了该缺氧盆地中少有的边缘相沉积。

如图 6 所示, 该时期中上扬子地区还存在贵州湄潭、湖北五峰前河、广元严家坝等多个短暂的剥蚀区。从地层接触关系来看, 贵州湄潭地区观音桥组

直接超覆在临湘组或宝塔组之上, 其上为龙马溪组, 缺失五峰组, 观音桥组顶底面可见小型冲刷侵蚀^[18] (胡兆珣等, 1983)。湖北五峰前河、广元严家坝等地也有类似接触关系, 界限附近常见风化壳或对下伏地层的冲刷侵蚀。这样的地层接触关系表明了晚奥陶世总体海退的趋势, 形成了多个短暂暴露的剥蚀区, 进而说明五峰组和观音桥组分属两个不同的海进—海退旋回沉积(三级), 它们具有不同的岩性岩相组合, 不同的生物面貌, 这样就有必要将五峰组沉积期与观音桥组沉积期古环境恢复分开进行考虑。

研究中得到金淳泰研究员的悉心指导, 在此表示诚挚谢意。文中参考了大量区调、钻井、地震成果, 未能一一列出, 深表歉意。

参考文献:

[1] 谭智源, 陈木宏. 中国近海的放射虫[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
[2] 黄慧琼, 许效松, 刘宝瑞. 湘西黔东早震旦世大塘坡组锰矿中放射虫的发现及环境意义[J]. 岩相古地理, 1988 (3—4): 51—61.
[3] 吴浩若. 放射虫硅质岩对华南古地理的启示[J]. 古地理学报,

1999 1(2): 28—35.

[4] 冯庆来,张振芳,顾松竹,等.二叠-三叠纪转折期放射虫动物群的变化[J].地质科技情报,2001 20(3): 31—34.

[5] 王玉净.中国古生代放射虫研究世纪回顾-为庆贺盛金章院士80华诞而作[J].微体古生物学报,2001 18(4): 313—320

[6] 王玉净,杨群.中国石炭-二叠纪放射虫化石带及古生物地理学意义[J].微体古生物学报,2007 24(4): 337—345

[7] 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[J].沉积学报,1991 9(2): 1—13

[8] 曲红军.试论古构造对轿顶山式锰矿的控制作用[J].地质与勘探,1992 28(6): 1—5.

[9] 李文厚,柳益群,尹凤娟,等.南郑梁山地区下古生界放射虫硅质岩的发现[J].西北大学学报,1993 23(1): 75—76 81

[10] 何卫红,汪啸风,卜建军.扬子海盆中部晚奥陶世五峰期海平面变化[J].地球学报,2003 24(1): 55—60

[11] 汪啸风, B D Erdmann, 陈孝红. “赫南特阶”和奥陶系-志留系界线的厘定[J]. 华南地质与矿产, 1999 (3): 12—18

[12] 陈旭,戎嘉余,樊隽轩,等.奥陶-志留系界线地层生物带的全球对比[J].古生物学报,2000 39(1): 100—114.

[13] 四川省地质矿产局.四川省区域地质志[M].北京:地质出版社,1991

[14] 雷卞军,阙洪培,胡宁,等.鄂西古生代硅质岩的地球化学特征及沉积环境[J].沉积与特提斯地质,2002 22(2): 70—79

[15] 苏文博,何龙清,王永标,等.华南奥陶-志留系五峰组及龙马溪组底部斑脱岩与高分辨综合地层[J].中国科学(D辑),2002 32(3): 207—219.

[16] 苏文博,王永标,龚淑云.一条新发现的奥陶系-志留系界线剖面[J].现代地质,2006 20(3): 409—412

[17] 刘宝珺,许效松.中国南方岩相古地理图集[M].北京:科学出版社,1994

[18] 胡兆珣,龚联瓚,杨绳武,等.贵州石阡奥陶-志留系分界地层新知.地层学杂志,1983 7(2): 140—142

Radiolarian siliceous rocks and palaeoenvironmental reconstruction for the Upper Ordovician Wufeng Formation in the middle upper Yangtze area

LIU Wei, XU Xiao-Song, FENG Xin-tao, SUN Yuan-Yuan
(Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610081, Sichuan, China)

Abstract: Abundant radiolarian fossils were discovered in the siliceous rocks from the Wufeng Formation in Zhuazhuayan, Leibo, Sichuan. This discovery indicates that the silica rich sea water once entered into the Yangtze craton in response to the second phase of marine transgressions during the Wufengian of the Late Ordovician, resulting in the deposition of radiolarian siliceous sediments. It also implies that there once existed the channels connected the Bayan Har Sea with the Xikang-Yunnan old land and the central Sichuan palaeo-uplift on the western margin of the Yangtze craton. The palaeoenvironments are reconstructed in this study for the middle upper Yangtze area during the Wufengian of the Late Ordovician on the basis of depositional sequences, regional correlation, lithologic associations and stratigraphic contacts in the Wufeng Formation in the Zhuazhuayan section, Leibo, Sichuan.

Key words: radiolaria, siliceous rock, Wufeng Formation, palaeoenvironment, Zhuazhuayan, Leibo