

华南造山带下寒武统和中奥陶统发现放射虫

郑 宁¹ 宋天锐¹ 李廷栋¹ 刘 训¹
耿树方¹ 丁孝忠¹ 谭正修² 游国庆¹ 凌跃升²

(1. 中国地质科学院地质研究所, 北京 100037; 2. 湖南省地质调查院, 湖南 长沙 410000)

提要: 在华南造山带江西萍乡下寒武统牛角河组泥质板岩和湖南永州中奥陶统烟溪组硅质岩中首次发现放射虫。放射虫的发现表明萍乡—永州一带寒武纪—中奥陶世存在相当规模的处于低纬度的海盆。

关 键 词: 华南造山带; 下寒武统; 中奥陶统; 放射虫

中图分类号: P534.41-42; P913.6;

文献标志码: A

文章编号: 1000-3657(2012)01-0260-06

1 前 言

放射虫为海生单细胞原生动物。水深 4 000 m 以下的海底处于碳酸盐溶解补偿面(CCD 面)以下, 浮游生物(有孔虫、异足类等)的钙质壳往往溶解殆尽, 仅有放射虫不溶解的硅质壳堆积于海底, 构成放射虫软泥, 因而成为良好的深海沉积的标志。据统计, 放射虫软泥覆盖现代海底面积的 3.4%^[1]。放射虫的地理分布广泛, 大部分分布于低纬度的温暖海域, 由赤道向两极迅速减少。中国古生代放射虫已见报道的包括: 秦岭早古生代^[2-3]、三江地区晚泥盆世和早石炭世^[4]、赣东北及广西晚古生代^[5,6]、新疆古生代^[7-10]等。华南地区有关放射虫可查最早的记录为黄慧琼(1988)^[11]在湘黔新元古代地层中发现放射虫的报道(待核实), 此后先后在中元古代(待核实)^[12,13]、晚古生代^[14-18]、晚奥陶世地层中发现了放射虫^[19], 但在寒武系—中奥陶统一直没有相关报道。笔者首次在江西省萍乡市下寒武统和湖南省永州市中奥陶统发现放射虫(图 1), 为研究、恢复华南地区寒武奥陶纪古地理环境提供了重要线索。

2 含放射虫地层剖面概况

本次发现放射虫的下寒武统牛角河组和中奥陶统烟溪组均处于华南地层区范围内(表 1)。两套地层均为稳定的还原环境产物。

下寒武统牛角河组: 为灰—深灰色高炭质板岩(或石煤)、硅质板岩、粉砂质板岩及变质砂岩组成的砂板岩互层, 产海绵骨针及无铰纲小型腕足类化石; 本组之下部常夹一套深灰、黑色薄层状含炭硅质岩、炭硅质板岩, 称“华山硅质岩段”^[20]; 其下部以石煤层或高炭质板岩与老虎塘组灰白色硅质岩分界, 上以含炭硅质板岩或硅质板岩之夹层消失与高滩组灰、浅灰色厚—巨厚层状长石石英砂岩夹灰绿色板岩分界。萍乡市东桥地区含放射虫牛角河组剖面上部以灰绿色变质砂岩、变质含钙砂岩为主, 夹炭质板岩; 下部以灰黑色高炭质板岩、黑色板岩为主, 夹灰绿色板状页岩、变质长石石英砂岩; 黄铁矿成层分布, 含磷质层^[21]。

中奥陶统烟溪组: 为一套由黑色炭质板状页岩、薄层硅质岩、炭泥质硅质岩组成的笔石相地层^[23]。下

收稿日期: 2012-01-31; 改回日期: 2012-02-02

基金项目: 中国地质调查局“西太平洋大陆边缘深部过程与成矿作用”项目(1212010733802)、“中国地层构造区划与区域地质调查综合集成”项目(1212011120115)及“中国构造区划及其在全国地质志中的应用”项目(1212011120117)共同资助。

作者简介: 郑宁, 女, 1983 年生, 博士生, 从事区域地质与区域矿产方面的研究; E-mail: zhengningliao@163.com。

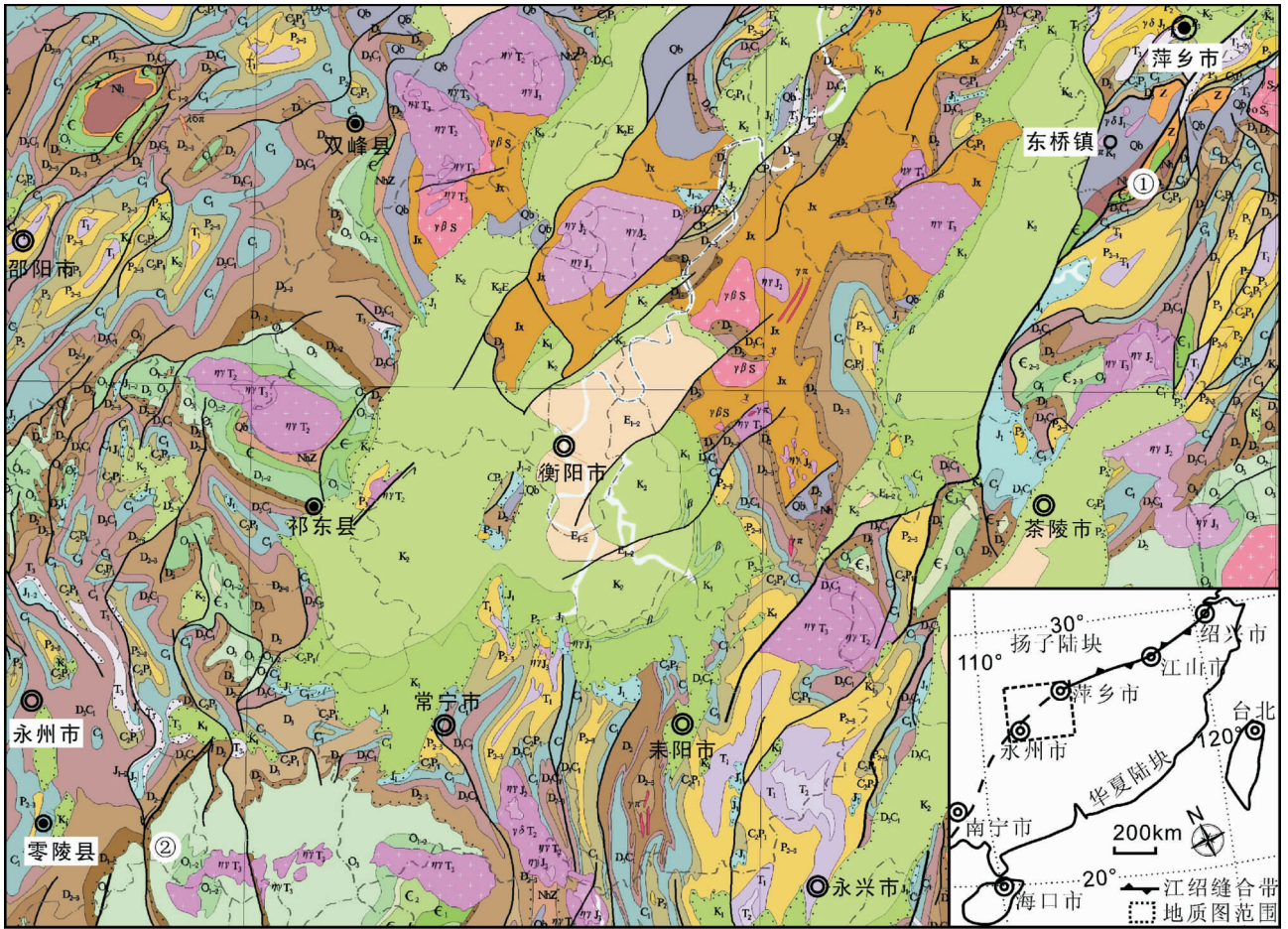


图 1 萍乡—永州一带地质图^[20]

①—江西省萍乡市含放射虫下寒武统剖面;②—湖南省永州市含放射虫中奥陶统剖面

Fig.1 Geological map of Pingxiang-Yongzhou area^[20]

①—Lower Cambrian section with Radiolaria in Pingxiang, Jiangxi Province, ②— Middle Ordovician section with Radiolaria in Yongzhou, Hunan Province

伏桥亭子组为灰绿色、黄绿色纹层状或条带状板状页岩,上覆天马山组由浅变质长石石英砂岩、粉砂岩与泥岩互层组成,上下地层均呈整合接触关系。湖南省永州市零陵地区含放射虫的中奥陶统剖面,上部为灰色炭泥质板岩夹薄层炭泥质硅质岩,风化后呈灰白色,薄层炭泥质硅质岩单层厚 3~5 cm;向上二者互层出现;下部为灰黑色薄层炭泥质硅质岩,夹薄层炭泥质板岩,风化后为灰白色,薄层炭泥质硅质岩单层厚 3~8 cm^[24]。

3 牛角河组及烟溪组古生物组合特征

下寒武统牛角河组和中奥陶统烟溪组古生物化石已有诸多发现并进行了比较详细的研究,但放射虫的发现尚属首次,现简述如下:

牛角河组含海绵骨针 *Protospongia* sp.^[21], 在崇义县芦柴坑华山硅质岩段获少量腕足类 *Acrothela* sp., *Homotreta* sp., 另有双壳类。本次发现的放射虫产于炭质含量较高浅变质泥板岩中,虫体近似椭球体,镜下观测薄片,个体在 80 μm×60 μm 到 500 μm×370 μm 之间,放射虫的密度较小,虫体已为空洞,大部分仍保留放射刺形态,种属尚不能鉴定。

湖南中奥陶统烟溪组笔石化石极其丰富,主要有 *Didymograptus bifidus*, *Tetragraptus erectus*, *Pterograptus elegans*, *P. sinicus*, *Cryptograptus tricornis*, *Climacograptus forticaudatus*, *C. uniformis*, *C. cf. bicornis*, *C. antiquus*, *Glyptograptus teretiusculus*, *Glyssograptus hinckesii*, *G. fimbriatus*, *Leptograptus* sp., *Orthograptus tricornis*, *O. calcaratus*, *O. quadrimucronatus*, *Nemagraptus gracilis*, *N.*

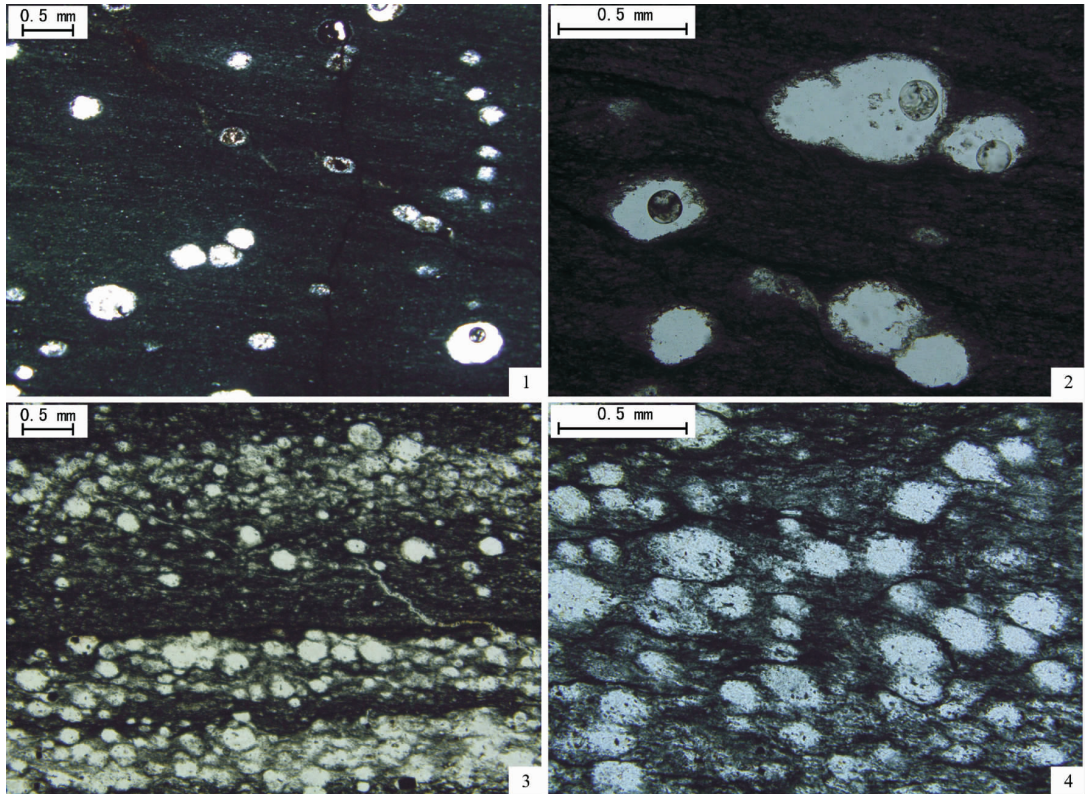


图 2 萍乡及永州地区放射虫微观特征

1~2—萍乡下寒武统泥板岩内放射虫;3~4—永州中奥陶统硅质岩内放射虫

Fig.2 Microscopic features of the Radiolaria in Pingxiang and Yongzhou

1-2 show Radiolaria fossils in the lower Cambrian slate of Pingxiang, 3-4-show Radiolaria fossils in the middle Ordovician silicite of Yongzhou

exilis, *N. remotus*, *N. linearis*, *Dicranograptus nicholsoni diapason*, *Dicellograptus sextans*, *D. sextans exilis*, *D. complanatus*, *D. flexuosus*, *D. ornatus*, *D. intortus*, *D. divaricatus salopiensis* 及三叶虫 *Cyclopyge* sp. , *Paraphillipsinella bella*, *Pseudopetigurus vatus* 等^[23]。在永州市零陵地区烟溪组硅质岩中首次发现的放射虫(图 2~3), 虽目前尚不能鉴定种属, 但镜下观察其形态类似于本次在江西萍乡下寒武统和前人在四川雷波上奥陶统五峰组(表 1)中发现的放射虫。本区烟溪组发现的化石不多, 且保存不好, 仅见笔石 *Didymograptus* sp.^[24]。

4 放射虫指示古环境意义

放射虫以其独特的生存环境和硅质壳使其在古环境研究中具有重要的意义, 萍乡—永州一带寒武奥陶纪古沉积、古构造格局一直存在争议, 放射虫的发现将为相关研究提供一些线索和证据: ①放射虫

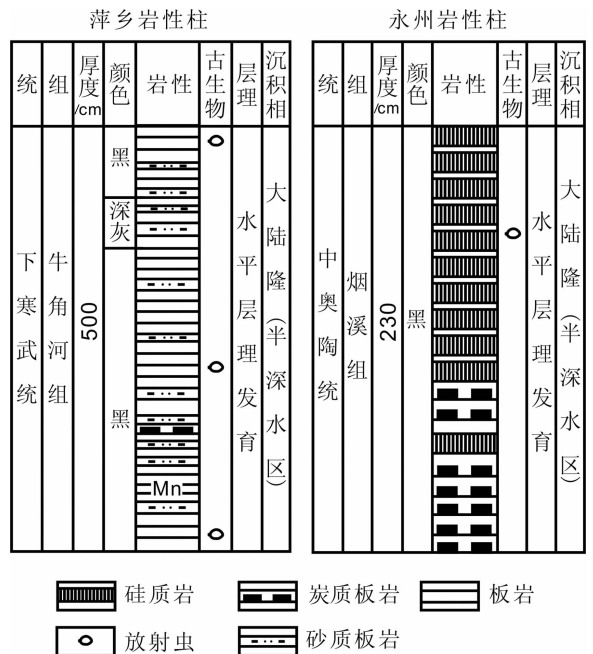


图 3 牛角河组与烟溪组柱状剖面
Fig.3 Columnar sections of Niujiaohe Formation and Yanxi Formation

表 1 萍乡—永州一带及邻区寒武奥陶系地层划分及对比^[25,26]

Table 1 Cambrian and Ordovician stratigraphic division and correlation of Pingxiang-Yongzhou and adjacent areas^[25,26]

地层	扬子地层区 赣北分区		华南地层区 湘中分区	华南地层区湘 南、湘东南分区	华南地层区 赣南分区
上奥陶统	汤头组	五峰组 黄泥岗组	天马山组		蒲陇组 石口组
中奥陶统	汤山群	砚瓦山组 胡乐组	烟溪组	烟溪组	韩江组 陇溪组
下奥陶统	仑山群	宁国组 印渚埠组		桥亭子组	七溪岭组 爵山沟组
上寒武统	西阳山组 华严寺组		白水溪组	爵山沟	
			琅林冲组	小紫荆组	
中寒武统	杨柳岗组			茶园头组	高滩组
下寒武统	观音堂组 王音铺组	荷塘组	小烟溪组	香楠组	牛角河组

类绝大多数是漂浮生物，白天在海面以下 200~300 m 深度被动漂浮，夜间返回海面，对水体盐度和陆源供给物质很敏感，多生活在正常盐度的远洋环境中，因此，推测早寒武—中奥陶世萍乡—永州一带存在相当规模的海盆；②放射虫多生活在暖水环境中，推断早寒武—中奥陶世时期本区海盆可能处于低纬度范围内；③据研究在硅质壳溶解深度(约 5 000 m)以上^[27]，放射虫在深海泥中的密度随水体的加深而增大，根据本区放射虫密度不大的情况推测，萍乡—永州一带寒武奥陶纪可能为半深水环境，有待进一步研究。

致谢：野外工作得到了湖南地质调查院刘耀荣等领导的大力支持，在资料收集过程中得到该单位相关同志的全力帮助，室内鉴定是在中国地质科学院地质研究所的王乃文研究员的细心指导和帮助下才得以完成的，此外评审专家给予了许多宝贵的建议和帮助，在此一并表示衷心的感谢！

参考文献 (References) :

[1] 魏沐潮. 微体古生物学简明教程[M]. 成都地质学院, 1986:51-53.

Wei Muchao. Concise Course of Micropalaeontology[M]. Chengdu Academy of Geosciences, 1986:51-53 (in Chinese with English abstract).

[2] 张思纯, 唐尚文. 北秦岭早古生代放射虫硅质岩的发现与板块构造[J]. 陕西地质, 1983, 1(2):1-9.
Zhang Sichun, Tang Shangwen. The discovery of early Paleozoic radiolarian chert and plate tectonics in northern Qinling[J]. Geology of Shaanxi, 1983, 1(2):1-9(in Chinese with English abstract).

[3] 宋庆原, 崔智林, 华洪, 等. 陕西富平晚奥陶世放射虫化石 [J]. 西北大学学报(自然科学版), 2000, 30(1):65-68.
Song Qingyuan, Cui Zhilin, Hua Hong, et al. The late Ordovician radiolaria from Fuping of Shaanxi Province, China [J]. Journal of Northwest University(Natural Science Edition), 2000, 30(1):65-68 (in Chinese with English abstract).

[4] 沈上越, 启荣, 程惠兰, 等. “三江”地区哀牢山带两类硅质岩特征及大地构造意义[J]. 岩石矿物学杂志, 2001, 20(1):42-46.
Shen Shangyue, Qi Rong, Cheng Huilan, et al. Characteristics and geotectonic implications of two sorts of silicalites in Ailao Mountain Belt, “Three-River” area [J]. Acta Petrologica et Mineralogica, 2001, 20(1):42-46(in Chinese with English abstract).

[5] 吴浩若, 咸向阳, 邝国敦. 广西南部晚古生代放射虫组合及其地质意义[J]. 地质科学, 1994, 29(4):339-345.
Wu Haoruo, Xian Xiangyang, Kuang Guodun. Late Paleozoic radiolarian assemblages of southern Guangxi and its geological

- significance [J]. Chinese Journal of Geology (Scientia Geologica Sinica), 1994, 29(4):339-345(in Chinese with English abstract).
- [6] 王忠诚, 吴浩若, 邝国敦. 广西晚古生代硅岩的地球化学及其形成的大地构造环境[J]. 岩石学报, 1995, 11(3):449-455.
Wang Zhongcheng, Wu Haoruo, Kuang Guodun. Late Paleozoic radiolarian assemblages of southern Guangxi and its geological significance [J]. Acta Petrologica Sinica, 1995, 11 (3):449-455 (in Chinese with English abstract).
- [7] 舒良树, 王玉净. 新疆卡拉麦里蛇绿岩带中硅质岩的放射虫化石[J]. 地质论评, 2003, 49(4):108-413.
Shu Liangshu, Wang Yujing. Late Devonian-early Carboniferous radiolarian fossils from siliceous rocks of the Kelameili Ophiolite, Xinjiang[J]. Geological Review, 2003, 49(4):108-413.
- [8] 李文钊, 夏斌, 吴国干, 等. 新疆鄯善康古尔塔格蛇绿岩及其大地构造意义[J]. 岩石学报, 2005, 21(6):1617-1631.
Li Wenqian, Xiabin, Wu Guogan, et al. Kangguertage ophiolite and tectonic significance, Shanshan, Xinjiang China[J]. Acta Petrologica Sinica, 2005, 21(6):1617-1631(in Chinese with English abstract).
- [9] 刘万洙, 白雪峰, 包亚范, 等. 新疆库鲁克塔格地区寒武-奥陶系硅质岩的岩石学特征及其成因分析 [J]. 新疆地质, 2006, 24(4):344-347.
Liu Wanzhu, Bai Xuefeng, Bao Yafan, et al. Petrological characteristics and genetic analysis of the silicalite on Cambrian-Ordovician in Kuruketage region, Xingjiang province [J]. Xinjiang Geology, 2006, 24(4):344-347(in Chinese with English abstract).
- [10] 李玮, 胡健民, 高卫, 等. 新疆南天山库干一带泥盆纪—早石炭世放射虫组合的发现[J]. 中国地质, 2007, 34(4):584-591.
Li Wei, Hu Jianmin, Gao Wei, et al. Discovery of a Devonian-lower Carboniferous radiolarian assemblage in the Korgan area, South Tianshan mountains[J]. Geology in China, 2007, 34(4):584-591(in Chinese with English abstract).
- [11] 黄慧琼, 许效松, 刘宝珺. 湘西—黔东南早震旦世大塘坡组锰矿中放射虫的发现及环境意义 [J]. 沉积与特提斯地质, 1988, (3/4):51-61.
Huang Huiqiong, Xu Xiaosong, Liu Baojun. The discovery and environmental significance of radiolaria from manganese deposits in the early Sinian Datangpo formation in Western Hunan and eastern Guizhou[J]. Sedimentary Geology and Tethyan Geology, 1988, (3/4): 51-61(in Chinese with English abstract).
- [12] 薛重生, 张克信, 曾忠平, 等. 赣东北蛇绿混杂岩和张村群—登山群变质岩中发现微古化石[J]. 地质科技情报, 1996, (1):30-40.
Xue Chongsheng, Zhang Kexin, Zeng Zhongping, et al. Discovery of microfossil in ophiolite mélange in the North-East of Jiangxi and Zhangchun Group-Dengshan Group [J]. Geological Science and Technology Information, 1996, (1):30-40 (in Chinese with English abstract).
- [13] 陈冠宝, 李红生, 徐树桐, 等. 皖南上溪群中放射虫化石和古蛋类化石的发现及其古地理意义 [J]. 古地理学报, 2007, 9(6):589-596.
Chen Guanbao, Li Hongsheng, Xu Shutong, et al. Radiolarian and archaeooides fossils from the Shangxi Group in southern Anhui Province and their palaeogeographic significance [J]. Journal of Palaeogeography, 2007, 9 (6):589-596 (in Chinese with English abstract).
- [14] 赵崇贺, 何科昭, 莫宣学, 等. 赣东北深断裂带蛇绿混杂岩中含晚古生代放射虫硅质岩的发现及其意义[J]. 科学通报, 1995, 40(23):2161-2163.
Zhao Chonghe, He Kezhao, Mo Xuanxue, et al. Discovery and significance of late Paleozoic radiolarian silicalite of ophiolite mélange in deep fractured zone in the North-East of Jiangxi [J]. Chinese Science Bulletin, 1995, 40(23):2161-2163(in Chinese).
- [15] 何科昭, 赵崇贺, 乐昌硕, 等. “板溪群”构造属性的再认识与思考[J]. 地学前缘, 1999, 6(4):353-362.
He Kezhao, Zhao Chonghe, Le Changshuo, et al. Reexamination and impressions on “Banxi Group”[J]. Earth Science Frontiers, 1999, 6(4): 353-362(in Chinese with English abstract).
- [16] 何科昭, 聂泽同, 赵崇贺, 等. 赣东北晚古生代放射虫化石综述 [J]. 现代地质, 2000, 14(1):1-7.
He Kezhao, Nie Zetong, Zhao Chonghe, et al. Discovering fossils on the late Paleozoic radiolarian in Northeast Jiangxi Province [J]. Geoscience, 2000, 14(1):1-7(in Chinese with English abstract).
- [17] 王博, 舒良树. 对赣东北晚古生代放射虫的初步认识[J]. 地质论评, 2001, 47(4):337-344.
Wang Bo, Shu Liangshu. Notes on Late Paleozoic Radiolarians of Northeastern Jiangxi Province[J]. Geological Review, 2001, 47(4): 337-344(in Chinese with English abstract).
- [18] 邓国辉, 龙建军, 贺和岭. 赣东北构造带中的“放射虫硅质岩”不是“茅口组硅质岩”[J]. 现代地质, 2006, 20(4):573-578.
Deng Guohui, Long Junjun, He Heling. The “Radiolarian Cherts” in the structural-Ophiolitic Melange Belt, Northeastern Jiangxi, is not the “Siliceous Rock” of Maokou Formation [J]. Geoscience, 2006, 20(4): 573-578(in Chinese with English abstract).
- [19] 刘伟, 许效松, 冯心涛, 等. 中上扬子上奥陶统五峰组含放射虫硅质岩与古环境[J]. 沉积与特提斯地质, 2010, 30(3):65-70.
Liu Wei, Xu Xiaosong, Feng Xintao, et al. Radiolarian siliceous rocks and palaeoenvironmental reconstruction for the upper Ordovician Wufeng Formation in the middle-upper Yangtze area [J]. Sedimentary Geology and Tethyan Geology, 2010, 30 (3):65-70(in Chinese with English abstract).
- [20] 丁孝忠, 范本贤, 韩坤英, 等. 1:100 万地质图数据库检索系统. 2007.
Ding Xiaozhong, Fan Benxian, Han Kunying, et al. Management system for 1:1 M geological map database of China. 2007.
- [21] 刘亚光, 周殿超, 陈胜高, 等. 全国地层多重新划分对比研究——江西省岩石地层[M]. 武汉:中国地质大学出版社, 1997:50-160.
Liu Yaguang, Zhou Dianchao, Chen Shenggao, et al. Multiple Division and Correlation of National Stratigraphy-lithostratigraphy of Jiangxi Province [M]. Wuhan:China University of Geosciences Press, 1997:50-160(in Chinese).
- [22] 湖南省地质局. 1:20 万区域地质报告—株洲幅 [R]. 湖南省地质

- 局, 1965:32-40.
Geological Bureau of Hunan Province. 1:200 000 Regional Geological report -Zhuzhou [R]. Geological Bureau of Hunan Province, 1965:32-40(in Chinese).
- [23] 张纯臣, 谭正修, 朱伦杰, 等. 全国地层多重划分对比研究——湖南省岩石地层[M]. 中国地质大学出版社, 1997:41-122.
Zhang Chunchen, Tan Zhengxiu, Zhu Lunjie, et al. Multiple Division and Correlation of National Stratigraphy——Lithostratigraphy of Jiangxi Province [M]. China University of Geosciences Press, 1997:41-122(in Chinese).
- [24] 湖南省地质局. 1:20 万区域地质报告——零陵幅[R].湖南省地质局, 1976:20-58.
Geological Bureau of Hunan Province. 1:200 000 Regional Geological Report——Lingling [R]. Geological Bureau of Hunan Province, 1965:32-40(in Chinese).
- [25] 罗海晏, 杜心培, 姜翠萍. 中国地质图集——湖南省地质[M]. 北京:地质出版社, 2002:245-252.
Luo Haiyan, Du Xinyu, Jiang Cuiqing. Geological Atlas of China——Hunan Province Geology [M]. Beijing:Geological Publishing House, 2002:245-252(in Chinese).
- [26] 吴安国, 焦秉正, 聂国邻. 中国地质图集—江西省地质 [M]. 北京:地质出版社, 2002. 201-208.
Wu Anguo, Jiao Bingzheng, Nie Guolin. Geological Atlas of China -Jiangxi Province Geology [M]. Beijing:Geological Publishing House, 2002. 201-208(in Chinese).
- [27] 陈木宏, 谭智源. 南海中、北部沉积物中的放射虫[M]. 北京:科学出版社, 1996:133-134.
Chen Muhong, Tan Zhiyuan. Radiolaria in Sediments of the Middle and Northern South China Sea [M]. Beijing:Science Press, 1996:133-134(in Chinese).

The discovery of the Lower Cambrian and Middle Ordovician Radiolaria in the South China orogenic belt

ZHENG Ning¹, SONG Tian-rui¹, LI Ting-dong¹, LIU Xun¹, GENG Shu-fang¹,
DING Xiao-zhong¹, TAN Zheng-xiu², YOU Guo-qing¹, LING Yue-sheng²

(1. Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China; 2. Hunan Institute of Geological Survey, Changsha 410000, Hunan, China)

Abstract: Radiolaria fossils were discovered for the first time in the lower Cambrian and middle Ordovician strata of the South China orogenic belt. They occur in argillaceous slate of the lower Cambrian Niujiaohe Formation in Pingxiang of Jiangxi Province and silicalite of the middle Ordovician Yanxi Formation in Yongzhou of Hunan Province. The discovery of Radiolaria shows that there might have existed a low-latitude sea basin of considerable scale in Pingxiang-Yongzhou area in Cambrian-Ordovician period.

Key words: South China orogenic belt; lower Cambrian; middle Ordovician; Radiolaria

About the first author: ZHENG Ning, female, born in 1983, doctor candidate, engages in the study of sedimentology; E-mail: zhengninglaio@163.com.