

湖南新化震旦系留茶坡组管状宏体化石的发现及意义

刘建清, 谢渊, 赵瞻, 林家善, 杨平

成都地质矿产研究所沉积与能源地质研究室, 四川成都 610081

摘要:首次在湘西新化震旦系留茶坡组厚层块状硅质岩中发现个体大小达厘米级的管状宏体化石, 内部结构清晰, 从其个体大小、结构特征分析, 并与相同层位的陕西北强高家山生物群、峡东地区灯影组管状化石对比, 认为是目前这一地区发现的最可靠的后生动物化石, 可能系一新的种属。文中同时结合埃迪卡拉生物群及其上下层位生物群研究现状, 简要探讨了其在生命早期演化研究中的意义。

关键词: 管状化石; 震旦系; 留茶坡组

中图分类号: P534.31; Q913.5 文献标志码: A doi: 10.3975/cagsb.2012.05.04

The Discovery of Macroscopic Tubular Fossils from Sinian Liuchapo Formation in Xinhua County, Hunan Province and Its Significance

LIU Jian-qing, XIE Yuan, ZHAO Zhan, LIN Jia-shan, YANG Ping

Department of Sedimentary Petrography and Energy Resource, Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu, Sichuan 610081

Abstract: Centimeter-scale macroscopic tubular fossil was discovered for the first time in silicalite of Sinian Liuchapo Formation in Xinhua County, Hunan Province. Its clear structure and body size can be compared with Gaojiashan biota in Ningqiang County of Shaanxi Province and Liaotuo tubular fossils of Hubei Province. The tubular fossils may be a new biological species and the most reliable metazoa in this area. In this paper the significance of the discovery in the study of early biological evolution has been discussed in combination with Ediacaran biota and biota in its upper and lower horizons.

Key words: tubular fossils; Sinian; Liuchapo Formation

自20世纪70年代以来, 国内外学者对埃迪卡拉生物群中最早、最可靠后生动物化石的发现, 为早期生命的研究提供了重要的化石证据(马冀等, 2008)。但是, 由于其个体小, 对其结构学和生物分类学上的位置仍存在较多的争议和疑问(马冀等, 2008)。近年来, 在湖南新化云溪乡震旦系留茶坡组厚层块状硅质岩中发现了管状宏体动物化石, 和国内已发现的相同层位产出的峡东灯影组管状化石及陕西北强高家山生物群管状化石相比(马冀等, 2008), 新发现的化石明显具有个体大, 结构、纹饰清晰的特点, 并且其赋存岩性及沉积相与上述管状化石相比, 亦有着重大的区别。这一发现, 不仅有助于晚埃迪卡拉世后生动物结构学、生态学及埋藏学的研究,

同时, 对于丰富和推动生命早期演化的认识也有着重要的科学意义。本文旨在报道这一新的发现, 并简要探讨其生物演化意义。

1 剖面描述及管状宏体化石特征

为确定留茶坡组宏体化石的产出位置及产出状态, 特测制了一条剖面AA'。剖面AA'位于湖南新化县云溪乡(图1), 大地构造上处于雪峰山中燕山期陆内造山带东翼。剖面AA'起点座标 X=19508517, Y=3073808; 终点座标 X=19508658, Y=3073563, 剖面长度333 m。化石产地地理坐标为: X=19508545, Y=3073718。剖面见顶底, 露头良好, 其各小层特征见表1。

本文由中国地质调查局油气地质专项(编号: 资[2010]增 18-01-01)资助。

收稿日期: 2012-01-23; 改回日期: 2012-03-28。责任编辑: 张改侠。

第一作者简介: 刘建清, 男, 1969年生。硕士, 副研究员。主要从事沉积学专业研究。E-mail: liujq1@tom.com。

表 1 宏体化石产出地层剖面
Table 1 Stratigraphic column of the area of macroscopic fossils

地层名称	层号	地层接触关系	地层特征描述	厚度/m
寒武系小烟溪组	8	——整合——	灰、深灰色薄板状硅质岩与炭质页岩以 1:1 互层, 炭质页岩中常见黄铁矿晶粒, 发育水平层理	21.21
	7		深灰色厚层块状条带状硅质岩, 条带呈波状起伏	16.30
	6		深灰色厚层块状硅质岩, 远观呈条带状特征	34.81
震旦系留茶坡组	5	——整合——	深灰、灰、浅灰色厚层块状硅质岩, 向上单层厚度增大, 层间充填黄褐色泥质, 见水平层理, 岩石表面有网状石英脉充填; 见管状宏体化石, 直径 2.5 cm, 纹饰与内部结构清晰, 体腔孔未充填	31.08
	4		深灰、灰黑色炭质板岩	4.15
陡山沱组	2	- - 平行不整合 - -	灰、灰黑色薄板状硅质板岩, 夹灰白色粉晶-泥质白云岩透镜体, 透镜体含量约 10%~20%, 发育水平层理	9.03
	1		灰绿、灰色厚层块状冰碛砾岩、冰碛砂砾岩, 砾石成分以粉砂质为多, 分选差、磨圆度为次棱角-次圆状, 胶结松散	6.66

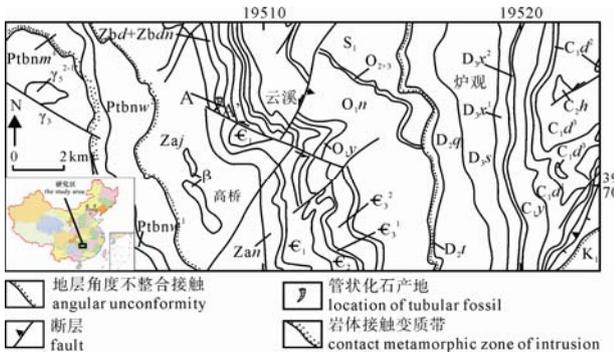


图 1 新化云溪乡灯影组管状化石发现点地质图

Fig. 1 Geological map of the location of tubular fossil in Yunxi Township, Xinhua County

Ptbnm⁴-板溪群马底驿组四段; Ptbnw²-板溪群五强溪组二段; Ptbnw¹-板溪群五强溪组一段; γ_3 -加里东期花岗岩体; γ_5^{2-1} -印支期花岗岩体; β -玄武岩脉; Zaj-江口组; Zan-南沱组; Zbd-陡山沱组; Zbdn-灯影组; C₁-下寒武统; C₂-中寒武统; C₃²-上寒武统二段; C₃¹-上寒武统一段; O_{1y}-印渚埠组; O_{1n}-宁国组; O₂₊₃-中上奥陶统; S₁-下志留统; D_{2t}-跳马涧组; D_{2q}-棋子桥组; D_{3x}²-锡矿山组二段; D_{3x}¹-锡矿山组一段; C_{1y}-岩关组; C_{1d}³-大塘组三段; C_{1d}²-大塘组二段; C_{1d}¹-大塘组一段; C_{2h}-黄龙组; K₁-下白垩统
Ptbnm⁴-Section 4 of Madiyi Formation, Banxi Group;
Ptbnw²-Section 2 of Wuqiangxi Formation, Banxi Group;
Ptbnw¹-Section 1 of Wuqiangxi Formation, Banxi Group;
 γ_3 -Caledonian granite; γ_5^{2-1} -Indosinian granite; β -basalt vein;
Zaj-Jiangkou Formation; Zan-Nantuo Formation; Zbd-Doushantuo Formation; Zbdn-Dengying Formation; C₁-Lower Cambrian;
C₂-Middle Cambrian; C₃²-Section 2 of Upper Cambrian;
C₃¹-Section 1 of Upper Cambrian; O_{1y}-Yinzhubu Formation;
O_{1n}-Ningguo Formation; O₂₊₃-Middle-Upper Ordovician; S₁-Lower Silurian; D_{2t}-Tiaomajian Formation; D_{2q}-Qiziqiao Formation;
D_{3x}²-Section 2 of Xikuangshan Formation; D_{3x}¹-Section 1 of Xikuangshan Formation; C_{1y}-Yanguan Formation; C_{1d}³-Section 3 of Datang Formation; C_{1d}²-Section 2 of Datang Formation; C_{1d}¹-Section 1 of Datang Formation; C_{2h}-Huanglong Formation; K₁-Lower Cretaceous

剖面 AA' 包含了南华系南沱组、震旦系陡山沱组、灯影组及寒武系黔东统小烟溪组四个岩石地层

单元, 南沱组为灰绿、灰色块状冰碛砾岩、冰碛砂砾岩, 局部夹含砾砂岩、含砾白云质板岩和白云质粘土板岩。砾石成分复杂, 有砂岩、板岩、板状页岩、硅质岩、石英岩等。砾石粒径大小不一, 相差悬殊, 一般几毫米至 10~20 cm。砾石磨圆度不好, 呈半棱角至次棱角状; 震旦系陡山沱组为灰色、灰黑色炭质板岩、硅质板岩、含炭硅质板岩、薄层硅质岩及炭硅质岩组成, 发育水平层理; 震旦系留茶坡组为灰色、浅灰色厚层硅质岩、条带状硅质岩组成, 发育水平层理; 寒武系黔东统小烟溪组为黑、灰黑色炭质板状页岩、硅质板状页岩互层, 夹薄层硅质岩, 发育水平层理。

新发现的管状宏体化石位于剖面第 5 层, 产于与灯影组等时异相的下部厚层硅质岩中, 平行层面产出, 横切面呈圆柱状, 直径约 2.5 cm, 个体延伸长度不清楚, 具清晰的内部和外部结构: 外部呈一系列相互平行且与圆柱状腔体垂直的环状, 环圈约 2 mm(图 2a); 内部则呈不规则的隔板构造, 将其腔体分隔为 5~6 个区间(图 2b), 腔体壁厚约 4 mm。从其结构特征看, 初步认为系生命早期的腔肠动物, 其内部结构可能系其消化系统。本次工作虽然仅发现一个单体化石, 但其内外部结构十分清晰, 个体巨大, 是目前这一时期发现的个体最大、结构最为完整, 且产于深水相区后生动物, 深入的分析对于其结构学、生态学的研究具重要的科学意义。

2 管状化石产出环境及其特征区域对比

中国南方早期盆地发展经历了新元古代裂谷盆地演化及自寒武纪开始的构造热沉降阶段, 在沉积

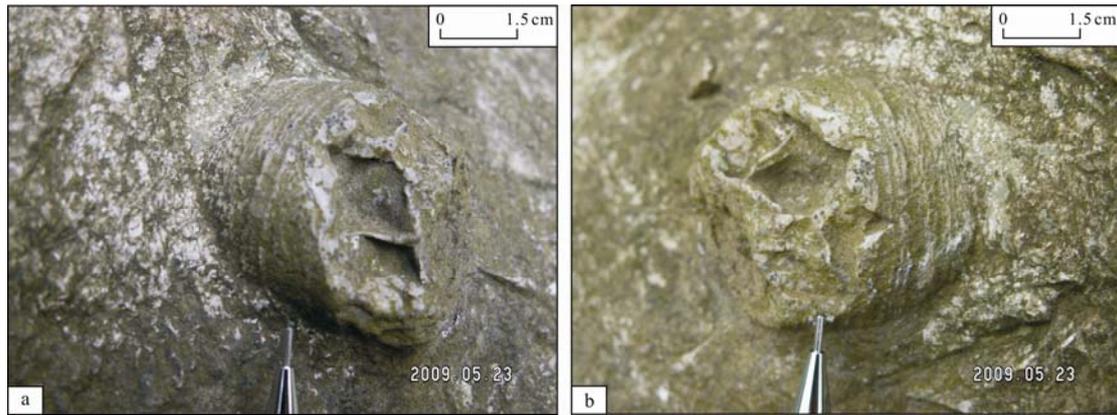


图 2 新化云溪灯影组厚层硅质岩中腔肠动物化石

Fig. 2 Coelenterate fossil from thickly-stratified silicalite in Yunxi Township, Xinhua County

a-管状化石右侧面; b-管状化石左侧面

a-the right side face of the tubular fossil; b-the left side face of the tubular fossil

相上呈现有规律的变化, 自上扬子至湖南湘中一带, 这一时期古地理格局总体呈西高东低的特征: 南沱组在西北部的石门一带呈紫红色特征, 砾石巨大, 并可见冰川擦痕, 系陆相冰川。新化一带, 南沱组呈灰绿色, 未见明显的冰川擦痕, 系海相冰川或冰筏沉积; 震旦系整体呈一台凹相间的碳酸盐台地斜坡陆棚相的变化。陡山沱组在研究区西部为台地相白云岩夹炭质页岩, 而在新化一带则为陆棚相薄层硅质岩夹炭质页岩, 发育水平层理; 灯影组在研究区西部为台地相藻纹层白云岩, 而在工区东部新化一带则表现为陆棚相大套厚层硅质岩, 发育水平层理, 且由于岩性岩相的巨大变化, 另建组称“留茶坡组”。震旦纪与寒武纪之间在区域上有次短暂的抬升(桐湾运动), 由于这一时期西高东低的古地理格局, 西部有短暂的暴露、缺失, 东部未暴露则表现为连续的沉积, 新化地区震旦至寒武纪总体处于陆棚深水沉积环境。

根据国内现有的报道, 与灯影组同期的后生动物主要产于湖北峡东的灯影组顶部的白马沱段以及陕西安强高家山组(林世敏等, 1986; 丁启秀等, 1993)。近年来, 陈孝红等在湘西留茶坡组也有一些新的发现(陈孝红等, 1999)。湖北峡东灯影组顶部发现的大量遗迹化石和管状化石均产于白马沱段白云岩中, 沉积环境为浅水碳酸盐台地。其管状化石主要为庙河震旦管壳及白马沱震旦管壳(亲近种), 从形态学特征看, 新发现的宏体化石与庙河震旦管壳相似, 庙河震旦管壳以平行、倾斜或垂直层面产出, 纵切面作不规则曲线延伸之管状体。横切面近圆形, 直径 0.9~1.8 mm, 多数 1 mm。管体外饰具环脊或环纹, 内壁较光滑。管壁厚 0.12 mm, 少数管体中心见

小体腔。庙河震旦管壳定为环节动物门, 疑为多毛纲, 隐居目, 龙介虫科。白马沱管壳直或不规则弯曲, 以平行层面、倾斜或垂直层面产出。管体横切面呈圆形, 直径 1.5~5.27 mm, 管壁厚 0.35~1.88 mm, 有时管体中心呈空心状, 其内径约 1.00~3.01 mm。管体外饰光滑, 未见环脊或环纹, 疑为受风化所致(丁启秀等, 1993)。

陕西安强高家山后生动物群是目前国内晚埃迪卡拉世生物群研究最为详细的地区(林世敏等, 1986; 马冀等, 2008), 这一地区在震旦纪晚期处于扬子板块西北缘被动大陆边缘。该区灯影组可分为三个段, 下部为藻白云岩段, 中部高家山砂泥岩段, 上部碑湾厚层白云岩段。高家山生物群主要产于高家山段粉砂岩、泥岩中, 上部碑湾段厚层白云岩仅见滞留沉积型骨骼化石碎屑以及少量较完整骨骼化石个体。前人对高家山段沉积环境分析认为系水动力条件较弱、气候温暖适于生物大量繁衍的滨浅海环境或受控于间歇性风暴沉积(马冀等, 2008)。高家山生物群已鉴定出的宏体化石主要有锥管虫(新属)、高家山虫(新属、模式种)、圆环高家山虫(新属新种)、乃姆比亚类水母(未定种)以及大量的动物遗迹化石和宏体藻类化石。锥管虫(新属), 平行层面产出, 体呈锥管形, 直或自然弯曲, 体表面具向尾端拱起的环纹或脊。管中空, 壁具双层或多层构造, 体长 3~80 mm, 前端宽 0.3~12 mm, 尾端钝圆直径 0.1~4.0 mm。横切面呈扁圆-次圆形。初步定为蠕形动物, 门、纲、目、科未定; 高家山虫(新属、模式种)体似蚕状, 直或微弯曲, 平行层面产出。管壁由密集圆环(或皱脊)彼此连接在一起, 圆环宽 1~2 mm, 直径 7~9 mm, 体长 5~6 cm。两端圆环十分规则, 疑

为进食腔。初步定为蠕形动物, 门、纲、目、科未定; 乃姆比亚类水母(未定种)为小型盘状体, 微突出于层面, 盘形直径 8 mm, 高 1.5 mm, 边缘脊宽 1.5 mm, 中央具几个小突起(马冀等, 2008)。

湘西桃源发现的后生生物群陈孝红等称之为“武陵山生物群”, 以大量宏体藻类的产出为特征, 初步鉴定出两种后生动物。蠕虫状化石 *Wenshanwanian simplex* gen. et sp. nov. 具有一个膨大的卵状吻区和从吻区伸出的软管, 推测该类生物可能营穴居生活, 从吻区伸出的软管具有从水/岩结合面迅速获取食物的功能。*Hunania xiangxiense* gen. et sp. nov. 由一个明显膨大成三角形的前部和具环状构造的柱状躯体两部分组成, 其生物学属性不明, 推测为底栖游移的蠕虫状动物化石(陈孝红等, 1999)。可能由于化石保存状况的因素, 对其个体大小和结构特征也未作深入的描述。

从前人的描述可看出, 新发现的管状宏体化石与湖北峡东灯影组管状化石以及陕南高家山生物群锥管虫、高家山虫等相比, 在形态和结构上具有一定的相似之处, 都呈管状, 大多具平行切面的环纹, 直或自然弯曲。但具有明显的差异, 湖北峡东及陕南地区后生动物群个体较小, 大多呈毫米级, 主要生活在浅水碳酸盐台地、滨浅海或受控于间歇性风暴流沉积。湖南新化地区生活在深水陆棚区, 个体达厘米级, 且个体如此之大的管状化石实属首次发现。这对于深入研究后生动物的生活习性及其生态学的研究具有重要的科学意义; 湖北峡东及陕南地区以及近年来湘西地区发现的后生动物群, 由于个体较小, 目前对其结构学的研究显得不够细致和深入, 对其在生物分类学上的位置尚存在着较多的争议和不确定性。新化地区结构如此清晰的管状化石的发现, 对于晚埃迪卡拉世后生动物结构学、形态学的研究, 丰富和完善其在生物分类学上的位置将提供重要的素材, 其结构特征与下部层位产出的水母动物也有着重大的区别(唐烽等, 2009a, b, 2011; 尹崇玉等, 2009)。新化地区这一新的发现是否是一新的后生动物种属值得深入研究。

3 管状宏体化石发现的意义

在中国南方发现的大量新元古代的后生动物化石, 对解释早期生命演化的进程具有重要的意义。一般认为, 生命的起源和演化遵循着由无细胞核有细胞核, 由单细胞多细胞, 由藻类动物, 由简单复杂这一客观的规律。但由于其个体较小, 目前对于前寒武纪生物的研究仍然有着存在许多亟

待探索的科学问题。瓮安生物群和庙河生物群以产出大量的宏体藻类为特征, 并含可能的后生动物和遗迹(王尚彦, 1999; 王约等, 2007), 峡东灯影组和高家山生物群在大量产出宏体藻类的同时, 产出大量的管状宏体化石(林世敏等, 1986; 丁启秀等, 1993)。这一特征本身体现了藻类的繁盛为后生动物的快速发展和演化提供食物链生态规律。但由于这些管状化石个体较小, 内部结构不清晰, 目前对其结构学的研究不够细致和深入, 对其在生物分类学上的位置尚存在着较多的争议和不确定性。震旦纪后生动物群与寒武纪生物群之间是否存在亲缘关系? 前人对于寒武纪生物群中未发现埃迪卡拉动物群祖先的论断是否正确(孙卫国, 2000)? 震旦纪后生动物群的深入研究或将使“寒武纪生命大爆发”理论面临极大的挑战。新化地区厘米级管状宏体化石的发现或将为研究二者的关系提供重要的素材。

近年来, 对于埃迪卡拉生物群特异埋藏和保存方式也是研究的热点内容之一。国际上除部分纳玛生物群组合分子产出在碳酸盐岩中外, 绝大部分埃迪卡拉化石都保存在粗碎屑岩中(马冀等, 2008)。陕南高家山生物群保存在滨浅海相粉砂岩中或受间歇性风暴流控制, 湖北峡东地区灯影组管状化石产出在浅水碳酸盐台地环境。湖南新化地区管状化石则产出于深水陆棚环境, 陈孝红等将湘西地区生活在深水陆棚环境的后生生物统称为“武陵山生物群”, 但就本次新发现化石的个体大小和结构特征而言, 可能是“武陵山生物群”一新的后生动物种属。对于上述内容的综合研究将极大地丰富埃迪卡拉生物群生态学及化石特异埋藏和保存方式的认知。我们希望通过这一发现, 引领国内外专业团队和机构开展细致的研究工作, 深入揭示其细微结构特征和生物分类学的位置, 揭示这一时期不同生物群落(高家山生物群、峡东管状化石、武陵山生物群)的相关性和差异, 揭示其与下部层位的庙河生物群、瓮安生物群以及与上部层位的小壳化石群和澄江动物群是否存在亲缘关系, 极大地丰富和完善早期生命演化的认识。

参考文献:

- 陈孝红, 汪啸风. 1999. 湘西晚震旦世伊迪卡拉新庭园的发现[J]. 现代地质, 6(2): 235-236.
- 丁启秀, 邢裕盛, 王自强, 尹崇玉, 高林志. 1993. 湖北庙河-莲沱地区灯影组管状化石及遗迹化石[J]. 地质论评, 39(2): 118-123.
- 林世敏, 张运芬, 陶喜森, 王明加, 张录易. 1986. 陕南震旦系上

- 统高家山组发现的后生动物、遗迹化石和宏观藻类化石[J]. 陕西地质, 4(1): 9-17.
- 马冀, 刘卓, 蔡耀平, 李朋, 林晋炎, 华洪. 2008. 陕西宁强胡家坝地区晚埃迪卡拉世高家山生物群岩相变化与化石保存关系[J]. 古生物学报, 47(2): 222-231.
- 孙卫国. 2000. 澄江动物群和寒武纪大爆发[M]. 北京: 科学出版社: 32-36.
- 唐烽, STEFAN B, 尹崇玉, 高林志. 2011. 八臂仙母虫 (Eoandromeda octobrachiata) 新材料及其意义[J]. 地球学报, 32(6): 641-651.
- 唐烽, 尹崇玉, STEFAN B, 刘鹏举, 王自强, 陈寿铭, 高林志. 2009a. 最早的栉水母动物化石-华南伊迪卡拉纪的“八臂仙母虫”[J]. 地球学报, 30(4): 543-553.
- 唐烽, 尹崇玉, 刘鹏举, 高林志, 王自强. 2009b. 华南新元古代宏体化石特征及生物地层序列[J]. 地球学报, 30(4): 505-522.
- 王尚彦. 1999. 贵州省瓮安县上震旦统陡山沱组生物化石群的发现[J]. 世界地质, 18(4): 10-12.
- 王约, 王训练, 黄禹铭. 2007. 黔东北伊迪卡拉纪陡山沱组的宏体藻类[J]. 地球科学(中国地质大学学报), 32(6): 828-837.
- 尹崇玉, 唐烽, 刘鹏举, 高林志, 王自强, 陈寿铭. 2009. 华南埃迪卡拉(震旦)系陡山沱组生物地层学研究的新进展[J]. 地球学报, 30(4): 421-432.
- MA Ji, LIU Zhuo, CAI Yao-ping, LI Peng, LIN Jin-yan, HUA Hong. 2008. Relationships between Petrographic Variations and Fossil Preservation of the Late Ediacaran Gaojiashan Biota in the Hujiaba Area, Ningqiang, Shaanxi[J]. Acta Palaeontologica Sinica, 47(2): 222-231(in Chinese with English abstract).
- SCHOPF J W. 1993. Microfossils of the Early Archean Apex Chert: New Evidence of the Antiquity of Life[J]. Science, 260(5108): 640-646.
- SUN Wei-guo. 2000. Chengjiang Biotas and Cambrian Explosion[M]. Beijing: Science Press: 32-36(in Chinese).
- TANG Feng, STEFAN B, YIN Chong-yu, GAO Lin-zhi. 2011. New Data of Eoandromeda octobrachiata and Their Indications[J]. Acta Geoscientica Sinica, 32(6): 641-651(in Chinese with English abstract).
- TANG Feng, YIN Chong-yu, STEFAN B, LIU Peng-ju, WANG Zi-qiang, CHEN Shou-ming, GAO Lin-zhi. 2009a. The Ediacaran ctenophore (Eoandromeda octobrachiata) from South China[J]. Acta Geoscientica Sinica, 30(4): 543-553(in Chinese with English abstract).
- TANG Feng, YIN Chong-yu, LIU Peng-ju, GAO Lin-zhi, WANG Zi-qiang. 2009b. Neoproterozoic Macrofossil Records in South China and Biostratigraphic Successions and Correlations[J]. Acta Geoscientica Sinica, 30(4): 505-522(in Chinese with English abstract).
- WANG Shang-yan. 1999. Discovery of Fossils in the Upper Sinian System Doushantuo Formation Phosphate Rocks in Weng'an County, Guizhou Province[J]. World Geology, 18(4): 10-12(in Chinese with English abstract).
- WANG Yue, WANG Xun-lian, HUANG Yu-ming. 2007. Macroscopic Algae from the Ediacaran Doushantuo Formation in Northeast Guizhou, South China[J]. Earth Science (Journal of China University of Geosciences), 32(6): 828-837(in Chinese with English abstract).
- YIN Chong-yu, TANG Feng, LIU Peng-ju, GAO Lin-zhi, WANG Zi-qiang, CHEN Shou-ming. 2009. New Advances in the Study of Biostratigraphy of the Sinian (Ediacaran) Doushantuo Formation in South China[J]. Acta Geoscientica Sinica, 30(4): 421-432(in Chinese with English abstract).

References: