

瓮安生物群中的瓶状微化石

任才云¹, 刘联群², 周玉华¹, 郭俊锋², 杨为先², 李 勇²

(1 贵州瓮福磷矿, 贵州 福泉 550508; 2 长安大学 西部地质资源与地质工程教育部重点实验室, 陕西 西安 710054)

摘要: 报道了产自贵州瓮安新元古代陡山沱期磷块岩中的瓶状微化石 2 属 3 种, 进一步证实瓮安生物群中已具有最早的能分泌硬体的原生动物存在。通过对这些瓶状微化石的立体形态、岩石薄片中的切面形态及外壁结构研究, 认为瓮安生物群中的瓶状微化石在外壁具单层或多层结构, 壳壁成分为磷酸钙质等特点, 与陕南宽川铺生物群中的瓶状微化石相类似, 但在化石的大小和外形特征方面又与高家山生物群中的瓶状微化石非常一致。这些化石的发现不仅进一步丰富了瓮安生物群的内容, 而且为探讨具分泌硬体能力的原生动物的起源、分布和早期演化提供了新材料。

关键词: 瓶状微化石; 原生动物; 瓮安生物群; 陡山沱期; 新元古代

中图分类号: Q915.81 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-6561(2008)03-0249-05

Vase-shaped Microfossils from Weng' an Biota

REN Cai-yun¹, LIU Lian-qun², ZHOU Yu-hua¹, GUO Jun-feng², YANG Wei-xian², LI Yong²

(1. Guizhou Wengfu Phosphorus Ore, Fuquan 550508, Guizhou, China)

2. Key Laboratory for Western Mineral Resources and Geological Engineering of the Ministry of Education, Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China)

Abstract Some vase-shaped microfossils from the late Neoproterozoic Doushantuo phosphorites of Guizhou Province, South China, are reported. The vase-shaped microfossils are morphologically attributed to two genera and three species. They resemble to the vase shaped microfossils from the Early Cambrian Kuanchuanpu biota of southern Shaanxi Province in terms of the microstructure and chemical components of the fossil walls. Microscopic observation indicates that the walls of the vase-shaped fossils from both Weng' an biota and Kuanchuanpu biota are of either single-layer or multi-layers and of calcium phosphate in chemical composition. Also, the vase-shaped fossils show some close similarities in size and general contour to the vase-shaped fossils from Neoproterozoic Gaojiashan biota. The discovery of the vase-shaped microfossils from the Doushantuo phosphorite may not only enrich our knowledge of the Neoproterozoic protozoans in the Weng' an biota but also throw much light on the early evolution and diversification of protists of the boundary between Precambrian and Cambrian.

Key words: vase-shaped microfossil; protozoa; Weng' an biota; Doushantuo period; Neoproterozoic

0 引言

瓮安生物群自 20 世纪 80 年代由陈孟莪^[1]、张昀^[2-3]、袁训来^[4]等最早进行研究报道后, 引起国内外古生物学界的广泛关注。目前已报道了瓮安生物群中多细胞藻类^[2-4]、带刺疑源类^[5-7]、绿藻

类^[8-9]、蓝藻^[10]、似红藻^[11]、棘皮动物^[12-13]、小壳动物^[14-15]、海绵动物(?)^[16-20]、动物胚胎化石^[21-26]、微管状刺丝胞动物^[27-28]、原生动物^[29]、可疑的两侧对称动物(?)^[30-32]等多种化石类别, 使瓮安生物群的内容越来越丰富。

最近笔者对瓮安生物群中微骨骼化石进行研究

收稿日期: 2008-02-20

基金项目: 国家自然科学基金项目(40332016); 教育部重点科研项目(104176)

作者简介: 任才云(1963-), 男, 贵州丹寨人, 工程师, 从事矿山地质研究。E-mail: zhoyh@wengfu.com

的过程中, 获得了一批可能的瓶状微化石新材料。

瓶状微化石(Vase-Shaped Microfossils)一名是由 Knoll 和 Vidal 首先创用的^[33]。他们以 Ewetz 于瑞典维新索组(Visingso Fm.)发现的瓶状微化石为线索, 对其进行了重新采集和再研究, 确认了该组所含微化石呈长颈瓶状的形态概念。同时, Knoll 和 Vidal 还将先前发现于美国、巴西、沙特阿拉伯等地具有相似瓶状外观, 但已被作为不同归类的前寒武纪微体化石与发现于瑞典维新索组中的微化石进行对比研究, 最后统称为瓶状微化石^[33]。这就表明, Knoll 等对产自上述不同地区相似瓶状外观的微体化石在亲缘关系上存在的同源性给予了一定程度的认可。所以, 瓶状微化石虽非正式分类名称, 但它包容的实际上是微体古生物中一个亲缘关系和分类级别待定的特殊形态类群, 就如同牙形刺、疑源类、小壳化石等名称一样。

中国的瓶状微化石研究始于 20 世纪 80 年代初。开始, 许多与疑源类或小壳化石共生的瓶状微化石都被归为几丁虫、类几丁虫或分类位置不明的化石进行了描述。直到 1986 年, 段承华在对房县西蒿坪组瓶状微化石进行系统研究时, 才首次将 Knoll 和 Vidal 创用的瓶状微化石名称引入中国^[34]。此后, 在中国峡东震旦系陡山沱组、陕西宁强震旦系灯影组高家山段、安徽寿县淮南群刘老碑组、甘肃文县震旦系、陕西西乡灯影组杨家沟段、陕西宁强灯影组宽川铺段、贵州清镇桃子冲组等不同地区的多个层位中报道了大量瓶状微化石^[34-45]。

目前, 中国已是全球产出瓶状微化石最丰富的地区。据不完全统计, 瓶状微化石在中国的地理分布已有 9 省区近 20 个产地^[41]。其产出层位主要可归为前震旦系、震旦系陡山沱组、灯影组和下寒武统梅树村阶 4 个基本层位。其中关于段承华等从峡东陡山沱组切片获得的瓶状微化石和从陕南灯影组杨家沟段酸解获得的瓶状微化石还存在争议。但在国内外古生物学界高度关注的瓮安生物群中, 除吴祥和等^[29]根据岩石切片中发现疑似磷酸岩化原生动物的报道外, 尚无有关瓶状微化石的专门报道。笔者从贵州瓮安陡山沱组磷块岩样品的醋酸不溶残渣和岩石切片中获得的部分微体化石, 在形态、大小、开口、外壁结构、成分等诸多方面都与产自宁强高家山^[36, 43-44]和宽川铺^[38, 40]的瓶状微化石非常一致。

1 化石产地及层位

化石主要产在贵州瓮安北斗山磷矿陡山沱组上磷矿层^[13, 46], 与大量带刺疑源类、多细胞藻类、绿藻类、棘皮动物、小壳动物、海绵动物、微管状刺丝胞动物等多种化石共生, 属瓮安生物群的重要组成部分。所有三维立体保存的化石均通过 5%~10% 醋酸浸解处理后, 从醋酸不溶残渣中挑选获得。化石切面主要是通过岩石薄片随机切得。

2 化石特征

瓶状微化石外形呈瓶状、泪滴状或椭圆状, 大小 0.6~1.2 mm; 呈瓶状者由明显的壳腔和颈构成, 泪滴状者壳腔为主, 颈不发育; 壳腔多呈球形或椭球形, 近口部收缢变细与颈渐变过渡或与口孔直接相通; 颈的长短粗细不一; 口孔位于颈端或直接开在壳腔上; 壳壁单层或多层, 成分为磷酸钙质; 壳面光滑。通过与产自高家山生物群和宽川铺生物群中的瓶状微化石进行对比, 发现瓮安生物群中的这些瓶状微化石在外壁具单层或多层结构, 壳壁成分为磷酸钙质等特点, 与宽川铺生物群中的瓶状微化石相类似; 而在化石的大小和外形特征方面又与高家山生物群中的瓶状微化石非常一致。

另一类瓶状微化石, 虽外形呈瓶状, 但瓶颈顶端或壳腔上无“明显口孔”, 与吴祥和等描述的有孔虫类侧孔虫属 *Luxapertus* Wu et Wang 特征一致。鉴于前人仅有薄片展示, 本次有较好的立体标本, 故一并报道。

根据上述化石特征, 与已知的相关化石比较, 可分别鉴定为 2 属 3 种: *Protolagena gaojiashanensis* Zhang et Li 1991 (图 1a); *Protolagena papillata* Zhang et Li 1991 (图 1b, g~i); *Protolagena* sp. (图 1c); *Luxapertus wenganensis* Wu et Wang 2004 (图 1d~f)。

3 结语

(1) 瓮安生物群的瓶状微化石新材料, 是对瓮安生物群研究取得的又一新成果。其中报道的 *Protolagena papillata*, *P. gaojiashanensis* 与国内其他地区 and 层位报道的瓶状微化石特征非常一致。这些瓶状微化石都以个体较大(0.6~1.2 mm)、壳壁较厚(10~12 μm)、简单口孔为特点而有别于国外新报道的瓶状化石^[47-48]。而同时报

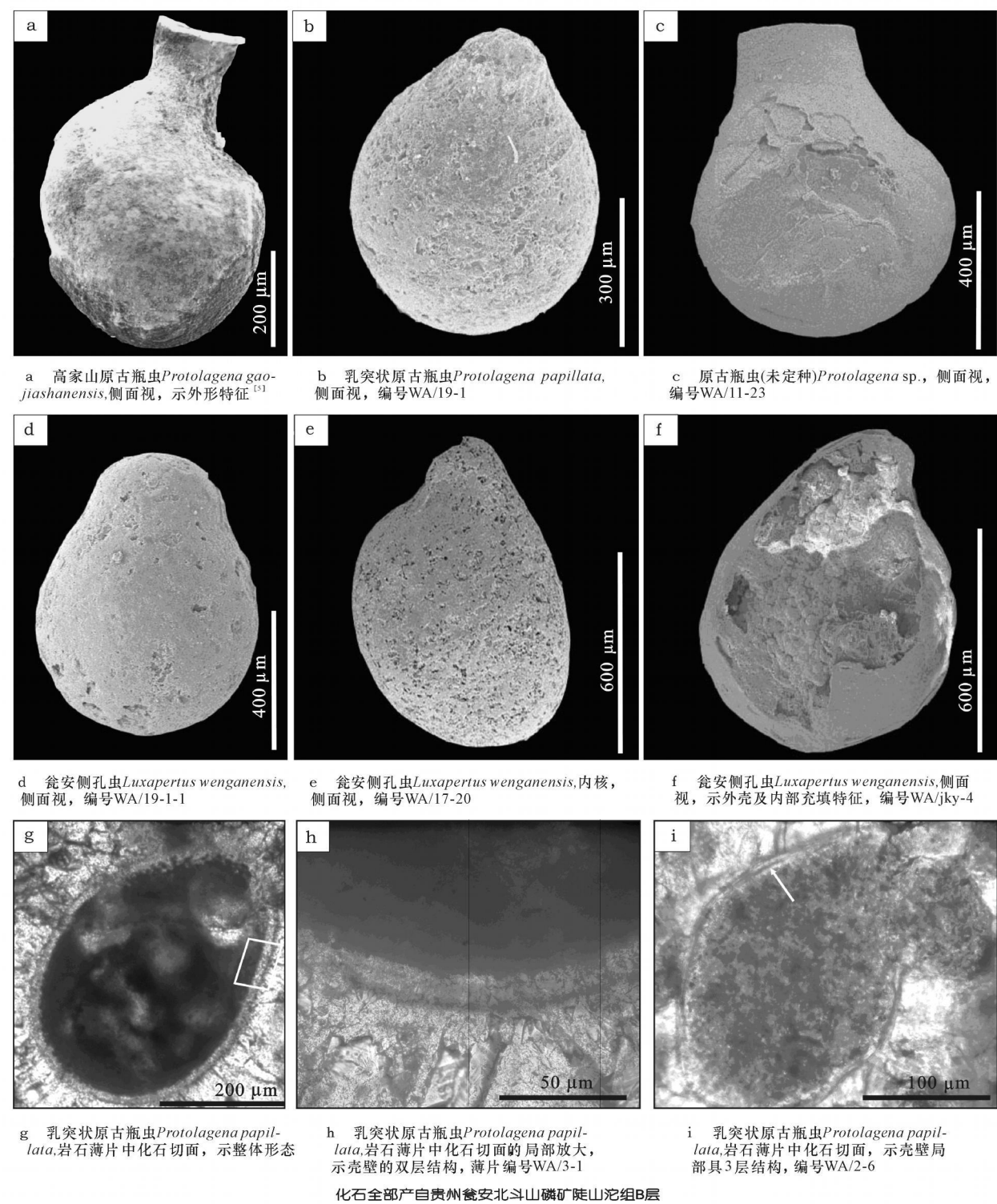


图 1 瓶状微化石电子扫描显微镜片

Fig. 1 SEM Image of Vase shaped Microfossils

道的 *Luxapertus wenganensis* Wu et Wang 2004, 主要是鉴于立体标本在大小、形态、壳壁成分与结构等特征与侧孔虫属的描述^[29] 一致而归入有孔虫目侧孔虫属。

目前,关于瓶状微化石的生物属性,比较一致的意见是将其归入原生动物门中^[33-36, 43-45, 49]。因此,笔者将瓶状微化石与共生的侧孔虫一同报道,进一步证实原生动物在瓮安生物群中的存在。

(2)瓮安生物群中瓶状微化石壳壁成分,经电子探针分析结果表明,为磷酸钙质(氟磷灰石)或硅化的磷酸钙质,这仅代表化石埋葬后,经过成岩作用交代的结果^[50-56]。其壳壁的原生成分还有待进一步研究。从岩石切片中的瓶状微化石观察,可见其壳壁具多层结构(图 1g~h)。一种是两层结构,由外表的暗色层(含有机质)和内部的亮层(矿物微粒)组成(图 1g~i);另外可见到局部壳壁具 3 层结构(图 1h 箭头所指部位),由内外两个亮层和中间的暗色层构成,表明其壳壁是由生物自身分泌形成。无论壳壁的原生成分为何种物质,从目前这些瓶状微化石保存的立体特征和外壁结构(图 1g~h)来看,都表明它们的原始壳壁是非柔塑性的硬体壳壁。否则,这些瓶状微化石壳体上或多或少总会保留下一些塑性或柔性变形的特点。另外从切片和扫描电镜观察壳壁微细构造,亦不具有胶结壳的特点。可初步确定瓮安生物群中瓶状微化石的硬体壳壁是由生物自身分泌而成,埋葬后经磷酸盐化作用和硅化作用,使原有成分被置换。这些瓶状微化石硬体壳壁的保存,对揭示晚前寒武纪生物多样性,探索原生动物的起源演化及早期生物硬体化作用具有重要意义。

参考文献:

- [1] 陈孟莪,刘魁梧.晚震旦世陡山沱组磷块岩中微体化石的发现及其地质意义[J].地质科学,1986(1):46-53.
- [2] Zhang Y. Multicellular Thallophtyes with Differentiated Fossils from Late Proterozoic Phosphate Deposits in South China [J]. Lethaia, 1989, 22: 113-132.
- [3] Zhang Y, Yuan X. New Data Multicellular Thallophtyes and Fragments of Cellular Tissues from Late Proterozoic Phosphate Rocks, South China [J]. Lethaia, 1992, 25: 1-18.
- [4] 袁训来,王启飞,张 昀.贵州瓮安磷矿晚前寒武纪陡山沱期的藻类化石群[J].微体古生物学报,1993,10(4):409-420.
- [5] 尹崇玉. *Papilomembrana Compta* 在贵州瓮安的发现——兼论陡山沱期大型具刺疑源类的对比及时代[J].地层学杂志,2001,25(4):253-260.
- [6] 尹崇玉,高林志,邢裕盛.疑源类 *Tianzhushania* 在贵州瓮安震旦纪陡山沱组磷块岩中的发现[J].古生物学报,2001,40(4):497-504.
- [7] 陈多福,陈先沛.贵州瓮安陡山沱组磷块岩中疑源类化石壳壁超微结构[J].微体古生物学报,2004,21(1):32-36.
- [8] 薛耀松,唐天福,俞从流,等.贵州瓮安一开阳地区陡山沱期含磷岩系的大型球形绿藻化石[J].古生物学报,1995,34(6):688-706.
- [9] 薛耀松,周传明,唐天福.瓮安陡山沱组磷块岩中球状绿藻化石繁殖机制的发现[J].微体古生物学报,2001,18(4):373-378.
- [10] 高峰,陈均远,李家维.新元古代陡山沱组具细胞裂殖结构的丝状蓝藻[J].微体古生物学报,2002,19(2):157-161.
- [11] 周传明,薛耀松.贵州瓮安震旦统陡山沱组磷质似红藻石[J].微体古生物学报,1999,16(3):275-280.
- [12] 薛耀松,唐天福,俞从流.贵州瓮安晚震旦世陡山沱期具骨骼动物化石的发现及其意义[J].古生物学报,1992,31(5):530-539.
- [13] 李 勇,张兴亮,丁莲芳,等.贵州瓮安新元古代陡山沱组磷酸盐化管柱状微体化石新资料[J].古生物学报,2003,42(2):200-207.
- [14] Li Gongxiang, Xue Yaosong, Zhou Chuanming. Late Proterozoic Tubular Fossils from Doushantuo Formation of Weng'an, Guizhou, China [J]. Palaeoworld, 1997, 7:29-35.
- [15] 李 勇.上扬子区晚震旦世地层古生物研究[D].西安:西北大学,2002.
- [16] Li C W, Chen J Yu, Hua T. Precambrian Sponges With Cellular Structures [J]. Science, 1998, 279(6): 879-882.
- [17] Yin L M, Xiao S H, Yuan X L. New Observations on Spicule Like Structures from Doushantuo Phosphorites at Weng'an, Guizhou Province [J]. Chinese Science Bulletin, 2001, 46(12): 1828-1832.
- [18] 周传明,袁训来,薛耀松.贵州瓮安新元古代陡山沱组海绵骨针状假化石[J].微体古生物学报,1998,15(2):380-384.
- [19] 尹磊明,肖书海,袁训来.对贵州瓮安陡山沱磷块岩中针状结构物的新认识[J].科学通报,2001,46(12):1031-1035.
- [20] 曹 芳,朱士兴.瓮安生物群中海绵化石的新证据[J].地质学报,2001,75(3):289-291.
- [21] Xiao S H, Zhang Y, Knoll A H. Three-dimensional Preservation of Algae and Animal Embryos in a Neoproterozoic Phosphorite [J]. Nature, 1998, 391: 553-558.
- [22] Xiao S H, Knoll A H. Phosphatized Animal Embryos from the Neoproterozoic Doushantuo Formation at Weng'an, Guizhou, South China [J]. Journal of Paleontology, 2000, 74: 767-788.
- [23] 尹崇玉,岳 昭,高林志.磷酸盐化原肠胚化石在瓮安陡山沱组磷块岩中的发现[J].科学通报,2001,46(12):1036-1039.
- [24] Yin Chongyu, Gao Linzhi, Xing Yusheng. New Observations on Phosphatized Spheroidal Fossils in Sinian Doushantuo Phosphorites in Weng'an, Guizhou Province [J]. Acta Geologica Sinica (in Chinese), 2001, 75(2): 151-155.
- [25] Yin Chongyu, Yue Zhao, Gao Linzhi. Discovery of Phosphatized Gastrula Fossil from the Doushantuo Formation, Weng'an, Guizhou Province, China [J]. Chinese Science Bulletin, 2001, 46(2): 1713-1716.
- [26] 迟慧梅,陈均远,李家维.前寒武纪瓮安生物群具围卵腔结构的胚胎及其发育序列[J].古生物学报,2003,42(3):448-451.
- [27] Xiao Shuhai, Yuan Xunlai, Knoll A H. Eumetazoan Fossils in Terminal Proterozoic Phosphorites [J]. Proceedings of the

- National Academy of Sciences of the United States of America, 2000, 97(25): 13684-13689.
- [28] Chen J Y, Oliveri P, Gao F, et al. Precambrian Animal Life: Probable Developmental and Adult Cnidarian Forms from Southwest China[J]. *Developmental Biology*, 2002, 248: 182-196.
- [29] 吴祥和, 王尚彦. 贵州晚新元古代陡山沱磷块岩中疑似磷酸盐化原生动物化石[J]. *微体古生物学报*, 2004, 21(2): 194-198.
- [30] Chen J Y, David J B, Paola O, et al. Small Bilaterian Fossils from 40 to 55 Million Years Before the Cambrian[J]. *Science*, 2004, 305: 218-222.
- [31] Stefan B, Graham B. Comment on "Small Bilaterian Fossils from 40 to 55 Million Years Before the Cambrian" [J]. *Science*, 2004, 306: 1291.
- [32] Chen J Y, Paola O, David J, et al. Response to Comment on "Small Bilaterian Fossils from 40 to 55 Million Years Before the Cambrian" [J]. *Science*, 2004, 306: 1291.
- [33] Knoll A H, Vidal G. Late Precambrian Vase-shaped Microfossils from the Visingö Beds[J]. *Sweden Geol Foren Stock Forhandl*, 1980, 102(3): 201-207.
- [34] 段承华. 湖北房县寒武纪初期的瓶状微化石[J]. *天津地质矿产研究所所刊*, 1986(13): 87-120.
- [35] 段承华, 曹 芳. 湖北峡东前寒武纪瓶状微化石的新发现[J]. *天津地质矿产研究所所刊*, 1989(21): 130-147.
- [36] 丁莲芳, 张录易, 李 勇, 等. 扬子地台北缘晚震旦世—早寒武世早期生物群研究[M]. 北京: 科学技术出版社, 1992.
- [37] 丁莲芳, 李 勇, 胡夏嵩, 等. 震旦纪庙河生物群[M]. 北京: 地质出版社, 1996.
- [38] 段承华, 曹 芳, 张录易. 陕西西乡灯影组顶部的瓶状微化石[J]. *微体古生物学报*, 1993, 10(4): 397-408.
- [39] 曹 芳. 前寒武纪微体古生物学的一个新分支——瓶状微化石[J]. *国外前寒武纪地质*, 1993(61): 67-78.
- [40] 曹 芳, 段承华, 张录易. 陕西宁强梅树村阶瓶状微化石的发现及其意义[J]. *地质论评*, 1995, 41(4): 355-362.
- [41] 曹 芳. 中国瓶状微化石的研究[J]. *微体古生物学报*, 1998, 15(4): 404-416.
- [42] 曹 芳. 剖析对峡东陡山沱组瓶状微化石的曲解[J]. *前寒武纪研究进展*, 2000, 23(1): 51-53.
- [43] 张录易, 李 勇. 陕西宁强震旦纪末期的瓶状微化石[J]. *西安地质矿产研究所所刊*, 1991(31): 77-86.
- [44] 张录易. 陕南震旦系灯影组瓶状微化石研究新进展[J]. *甘肃地质学报*, 1994, 3(2): 1-8.
- [45] 薛耀松, 周传明, 唐天福. 扬子区晚震旦世动物化石新材料[J]. *古生物学报*, 2002, 41(1): 137-141.
- [46] 刘云焕, 李 勇. 瓮安生物群与宽川铺生物群中球形类化石研究[J]. *地球科学与环境学报*, 2004, 27(1): 5-13.
- [47] Porter S M, Knoll A H. Testate Amoebae in the Neoproterozoic Era: Evidence from Vase-shaped Microfossils in the Chuar Group, Grand Canyon[J]. *Paleobiology*, 2000, 26: 360-385.
- [48] Porter S M, Meisterfeld R, Knoll A H. Vase-shaped Microfossils from the Neoproterozoic Chuar Group, Grand Canyon: a Classification Guided by Modern Testate Amoebae[J]. *Journal of Paleontology*, 2003, 77: 409-429.
- [49] Bloeser B, Schopf J W, Hrdyski R, et al. Chitinozoans from the Late Precambrian Chuar Group of the Grand Canyon, Arizona[J]. *Science*, 1977, 195(4279): 676-679.
- [50] 周传明, 袁训来, 肖书海. 扬子地台北缘新元古代陡山沱期磷酸盐化生物群[J]. *科学通报*, 2002, 47(22): 1734-1739.
- [51] 尹崇玉, 高林志. 贵州瓮安震旦纪陡山沱期含磷层位微体化石再研究[J]. *科学通报*, 1999, 44(24): 2648-2653.
- [52] 尹崇玉, 高林志, 邢裕盛. 贵州瓮安陡山沱期磷酸盐化球状化石的新观察[J]. *地质学报*, 2001, 75(2): 145-150.
- [53] 华 洪, 张录易, 陈 哲. 陕西晚震旦世骨骼化石中的微生物磷酸盐化作用[J]. *古生物学报*, 2003, 42(2): 189-199.
- [54] 薛耀松, 唐天福, 俞从流, 等. 黔中陡山沱期磷块岩的微体化石组合及磷酸盐化作用[C] // 叶连俊. 生物成矿作用研究. 北京: 海洋出版社, 1996: 41-54.
- [55] Xiao S H, Knoll A H. Fossil Preservation in the Neoproterozoic Doushantuo Phosphorite Lagerstätte, South China[J]. *Lethaia*, 1999, 32: 219-240.
- [56] 周传明, 薛耀松, 张俊明. 贵州瓮安磷矿上震旦统陡山沱组地层和沉积环境[J]. *地层学杂志*, 1998, 22(4): 308-314.

《地球科学与环境学报》编委简介



李 勇 教授

男,汉族,1959年12月生,四川三台人,中共党员。1982年6月毕业于成都地质学院找矿系,获区域地质调查专业工学学士学位;1989年6月毕业于西安地质学院地质勘探系古生物学与地层学(含古人类学)专业,获理学硕士学位;1990年12月晋升讲师;1992年12月破格晋升为副教授;1999年12月晋升为教授;2002年5月毕业于西北大学地质学系古生物学与地层学(含古人类学)专业,获理学博士学位;现任长安大学地球科学与资源学院院长、院党委委员、教授、博士研究生导师;兼任陕西省古生物学会理事长、《地球科学与环境学报》和《西北地质》编委。2005年获国务院政府特殊津贴。

长期以来,李勇教授一直从事古生物学与地层学的教学、科研工作,特别是在晚前寒武纪至寒武纪早期的地层古生物学研究方面有较深造诣,取得了一系列重要成果。先后参与完成“陕南震旦系—寒武系界线研究”、“扬子地台北缘晚震旦世—早寒武世早期生物群研究”、“东秦岭地质走廊研究”、“峡东震旦纪庙河生物群研究”、“云南澄江化石库研究”、“徐家店幅1:50 000区域地质调查”、“文县、尚德幅1:50 000区域地质调查联测”等地质矿产部项目、国家自然科学基金项目、国家攀登项目等多项科研项目;主持完成了中国地质调查局国土资源大调查项目“梁家湾幅1:50 000区域地质调查”和“天水市幅1:250 000区域地质调查”;教育部重点科研项目“瓮安生物群中微骨骼化石研究”以及“陕西省十一五矿产资源规划”、“志丹宜西沟油田及稍园子油田开发方案研究”等地方项目。

他在对寒武纪早期的“小壳动物群”、“澄江动物群”以及震旦纪的“瓮安生物群”、“庙河生物群”和“高家山生物群”研究方面成果突出。先后描述报道早期骨骼化石、海面骨针化石、微古植物化石、宏观藻类化石、蠕虫化石、遗迹化石和瓶状微化石30多个新属种,为探索地球早期生命的发展和演化提供了十分重要的实证资料。

在承担大量教学、科研及管理工作的同时,他先后在国内外学术期刊上发表相关学术论文40多篇,出版专著2部、教材2部。特别是与导师舒德干教授合作,在Nature和Science杂志上发表的关于“昆明鱼”、“海口鱼”、“地大动物”、“西大动物”等多篇论文引起了国内外古生物学界的高度关注,为探讨寒武纪生命大爆发事件提供了大量珍贵的古生物实证资料。

李勇教授先后获得全国高校科技进步一等奖1项,陕西省科技进步二等奖1项,地质矿产部科技进步三等奖2项,陕西省科技进步三等奖1项。并获得长安大学优秀共产党员、优秀教师等荣誉称号。

目前,李勇教授正在指导博士研究生2名,硕士研究生4名。同时,还承担参与黑龙江省国土资源厅1:50 000区域地质矿产调查、中国地质调查局青藏高原1:50 000区域地质矿产调查等多个科研项目。