

# 贵州关岭生物群双壳类化石的古生态特征

李旭兵 孟繁松 王传尚

(宜昌地质矿产研究所, 湖北 宜昌 443003)

**摘要:** 笔者描述了采集于贵州关岭生物群中 4 种双壳类化石, 即顾氏海燕蛤 *Halobia kui* Chen, 平脊海燕蛤 *Halobia planicosta* Yin et Hsü, 斜铧蛤未定种 *Plagiostoma* sp. 和麻生海扇未定种 *Asoella* sp.。标本保存良好, 时代为晚三叠世卡尼期早—中期。依据双壳类化石的古生态特征及沉积环境分析, 指出在卡尼期早—中期, 由于大量淡水的注入, 关岭地区海水发生间歇性缺氧(或贫氧)事件, 从而导致浮游或假浮游类型为主的双壳类化石的灭亡。

**关键词:** 双壳类化石; 关岭生物群; 卡尼期; 古生态; 贵州

**中图分类号:** Q911.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3657(2005)01-0041-07

贵州关岭生物群是以保存完美的海生爬行动物和海百合化石为特色, 并伴生多门类化石的珍稀生物群<sup>[1,2]</sup>, 主要分布在贵州关岭县新铺乡一带, 该县城距贵阳市约 160 km, 有 320 国道通过, 交通非常方便(图 1)。近些年来, 关岭生物群的研究取得了重大的进展, 并已成为当前研究的热门课题。笔者所描述的双壳类化石是 2003 年从贵州关岭生物群中采集并修理出来的, 经鉴定共计 3 属 4 种, 其中包括 2 未定种, 标本保存良好。



图 1 双壳类化石产地

Fig.1 Localities of fossil bivalves

## 1 双壳类化石的产出层位和时代

文中报道的双壳类化石都产于关岭县新铺乡小凹组(原

“瓦窑组”)中<sup>[3]</sup>, 与关岭生物群海生爬行动物化石系同一产出层位。小凹组为一套不纯的碳酸盐岩沉积, 其中含大量的海生爬行动物、海百合、菊石、双壳类化石、牙形石及少量的鱼、腕足类、植物等化石, 厚约 130 m, 与下伏竹杆坡组为连续沉积, 与上覆赖石科组呈假整合接触。依据岩性小凹组可分为 3 个岩性段(表 1)。笔者所报道的双壳类化石均产于该组下段的中—上部。

关于小凹组的时代, 迄今意见基本趋于一致。就双壳类化石而言, 关岭生物群的双壳类化石组合以海浪科的海燕蛤属(*Halobia*), 鱼鳞蛤属(*Daonella*)为主。属于 *Halobia kui* - *Daonella indica* 组合带, 主要分子有: *Halobia kui* Chen (顾氏海燕蛤); *H. planicosta* Yin et Hsü (平脊海燕蛤); *H. rugosoides* Hsü (类皱海燕蛤); *H. subcomata* Kittl (近细线海燕蛤); *H. brachyotis* Kittl (短耳海燕蛤); *H. sp.* (海燕蛤未定种); *Daonella indica* Bittner (印度鱼鳞蛤); *D. bifurcata* Chen (叉饰鱼鳞蛤); *D. sp.* (鱼鳞蛤未定种); *Plagiostoma* sp. (斜铧蛤未定种); *Asoella* sp. (麻生海扇未定种); *Angustella* sp. (狭荚蛤未定种); *Krumbeciella* sp. (克伦贝克蛤未定种); *Cuspidria ? gladius* (矛头蛤)等。此组合带与广西凤山、西林等地中三叠统拉丁阶顶部的 *Halobia subcomata*-*Daonella varifurcata* 组合带的上部大致相当<sup>[4]</sup>。但近些年来的新资料表明, 上述组合带应改置于上三叠统卡尼阶之底, 因为这个组合带不仅富含 *Halobia* 和 *Daonella*, 而且尚存有 *Angustella* sp.; *Krumbeciella* sp.; *Cuspidria ? gladius* 等世界各地三叠统卡尼阶的特有分子。关岭生物群中还含牙形石 *Neogondolella polygnathi*-

收稿日期: 2004-05-10; 改回日期: 2004-10-15

基金项目: 中国地质调查局地质大调查项目(200112900072)资助。

作者简介: 李旭兵, 男, 1974 年生, 助理研究员, 从事地层古生物研究; E-mail: ylxubing@cgs.gov.cn。

*formis* (Budurov et Stefanov); *N. foliata foliata*; *N. navicuta*; *N. sp.*等台型分子和丰富的枝型分子<sup>①</sup>。它们均为国内外上三叠统底部 *Neogondolella polygnathiformis* 带的主要分子。这说明小凹组的时代应属晚三叠世早期(卡尼期早—中期)。

表 1 关岭生物群双壳类化石的产出层位  
Table 1 Horizon of fossil bivalves in the Guanling biota

年代地层			岩石地层			岩性描述	双壳类化石产出层位	牙形石带
系	统	阶	组	段	厚度			
三叠系	上统	卡尼阶	赖石科组		>10 m	砂质泥灰岩、泥岩互层	本文描述的双壳类化石	<i>Metapolygnathus nodosus</i> 带
			小凹组	上	33 m	砂、泥质灰岩		
				中	92 m	砂、泥质灰岩夹钙质泥岩		
				下	12 m	薄—中层泥质灰岩、泥灰岩夹钙质泥岩		
竹杆坡组		136 m	中厚层瘤状泥晶灰岩	<i>Metapolygnathus polygnathiformis</i> 带				

## 2 双壳类化石古生态学初探

关岭生物群中双壳类化石相当丰富,标本保存良好,这明显与当时的生态环境密切相关。现将其埋藏情况、生活环境和古生态特征简述如下:

通常情况下,双壳动物死后,闭壳肌失去作用,其两壳常因韧带作用而张开。如未被很快埋藏易被水流搬运冲散,当单壳沉落水底且凸面向上时,就较易停留而被沉积物埋藏。因此,单壳的存在多指示化石曾被搬运于异地埋藏,其凸面所指方向常指示岩层的上层面;而两壳同时存在则指示原地埋藏。

在关岭生物群的双壳类化石中,*Halobia* 和 *Plagiostoma* 两个属的部分两壳是同时存在的(图版—5),笔者对只存在单壳的双壳化石的左右两壳进行了比较详细的统计,结果表明:其左壳与右壳的数目基本相等。在保存完好的化石中发现大多数都是大小个体同时保存,从而显示原地埋藏的特点(图版—6)。另外 *Asoella sp.* 标本的表面光滑,保存完美,亦为原地埋藏。与此相反,部分 *Daonella* 保存得很不完整,较薄的壳体后腹部多残损缺失,它们死后很可能经过了搬运、冲刷和磨损,被埋于异地。

关岭生物群中的双壳类化石都为海相弱齿目(*Dysodonta*),它们的铰齿或完全缺失,或有弱的齿状突起。后闭肌痕大,前闭肌痕缩小或完全消失,这与以足丝或壳体固着外物生活相适应。与所谓“正规式”的双壳类(也就是“正规”的底栖移动双壳类)具有明显的差别,后者是直立用足爬行移动于水底泥沙上,大多两壳相等,没有足丝和足丝凹口,

两闭肌痕大小相差不多,常无外套湾的瓣鳃纲动物<sup>②</sup>。

关岭生物群双壳类化石的主要特点是,化石数量较多,属种单调且分布集中,这与典型的浅海底栖类型生物正好相反。只含 *Halobia*, *Daonella*, *Asoella* 和 *Plagiostoma* 4 个属,共生的还有菊石类 *Trachyceras sp.*; *Paratrachyceras sp.* 及腕足类 *Semilingula sp.*, 以及少量其他化石的碎片。这是一种以浮游或假浮游类型为主,缺乏底栖生物的生物群。这类富含 *Halobia* 化石的单一型双壳类组合化石生活的环境应为浅海环境,并且是在一种局限构造盆地中,由于存在相对高差,陆源碎屑物质不断输入,从而抑制了碳酸盐岩的沉积。因此小凹组岩性主要为一套浅海不纯碳酸盐岩,其岩性为泥灰岩、砂屑灰岩和泥晶灰岩夹钙质页岩。

与双壳类化石保存在一起的菊石类 *Trachyceras sp.*; *Paratrachyceras sp.* 非常丰富<sup>③</sup>,这些菊石化石壳体有发育完整的肋、瘤等,也不适合远洋快速游泳,只能在近海浅水中生活。同时保存在一起的植物化石 *Ctenozamites sarrani* Zeiller 和 *Equisetites arenaceus* (Jaeger) Bronn.<sup>④</sup>,这些植物化石虽为异地埋藏,但它们的枝、叶保存完美,特征清楚,可能离海岸不远,随着海平面的升降或河水的注入搬运到海湾而沉积下来。菊石和植物化石这些特征同样可以表明双壳类动物当时生活在一种浅海的环境中,并且伴随有陆源碎屑物质不断输入。同时保存在一起的腕足动物也是喜欢栖居在浅海区,特别是光线充足、氧气充分、温度较高的光亮带<sup>⑤</sup>。

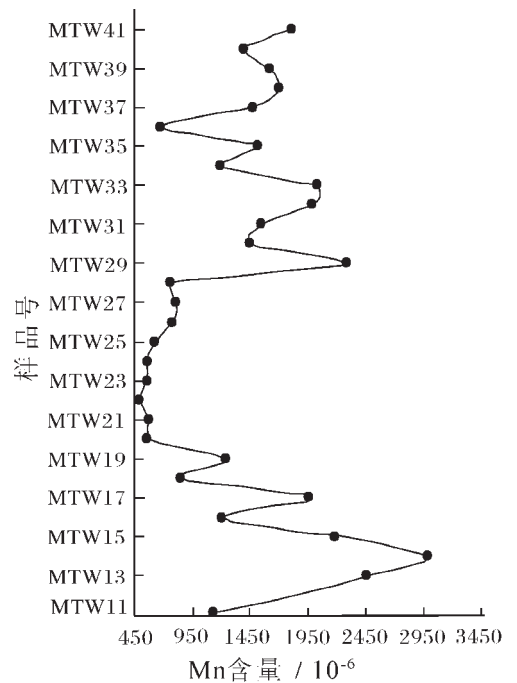


图 2 小凹组下段 Mn 元素含量变化

Fig. 2 Variation of the content of the element Mn in the Lower Member of the Xiaowa Formation

笔者在对新铺乡巴毛林小凹组下段的 Rb、Sr、Ba、B、Mn、Ga 6 种微量元素以及 Sr/Ba 值进行分析(表 2), 由于 Mn 的含量和 Sr/Ba 的比值具有指示相对水深的重要意义。Mn 在碳酸盐岩石中有明显的富集趋势, Mn 含量的大小可以简单地反映出海水的深浅, 在海相碳酸盐沉积中 Mn 的平均含量为 0.13%<sup>[10]</sup>。测 Mn 元素的含量介于 0.047%~0.299% 之间, 这个值的范围与陈孝红<sup>[11]</sup>对贵州关岭新铺乡小凹村小凹组下段 Mn 元素所测值接近。其中编号为 MTW11—MTW19 样品的值较大; MTW20—MTW 28 值较小; MTW29—MTW 41 值又较大(图 2)。出现这些异常现象, 很可能是由于当时在海平面整体下降的基础上, 存在短时间的上升或海平面动荡不定。在这种环境下, 非常不利于底栖类型的双壳类动物的生存, 只有浮游或假浮游类型为主的双壳类及浮游类型菊石类化石适应这种环境。

并且通过新铺乡巴毛林小凹组下段微量元素 B 含量, 从中可以看出在这 30 件样品中就有 22 件样品的 B 含量小

于  $100 \times 10^{-6}$ , 低于正常海相岩石的 B 含量, 一般情况是: 湖相沉积中 B 含量最低, 海相沉积中约为  $100 \times 10^{-6}$  或更高, 成盐泻湖中含盐粘土 B 含量为  $1000 \times 10^{-6}$ <sup>[10]</sup>, 而淡水中 B 的含量比海水低 1~2 个数量级<sup>[12]</sup>; 其余 8 件样品的 B 含量介于  $102 \times 10^{-6}$ ~ $206 \times 10^{-6}$ , 与正常海相岩石的 B 含量很接近。推测可能在盆地内部有间歇性淡水注入。由于淡水的注入, 淡水中的  $\text{Ba}^{2+}$  与海水中  $\text{SO}_4^{2-}$  结合生成  $\text{BaSO}_4$  沉淀, 而  $\text{SrSO}_4$  溶解度较大, 可以继续迁移到远海, 通过生物途径沉积下来。所以当有淡水注入时, Sr/Ba 比值就会增大。而在巴毛林小凹组小段, Sr/Ba 的比值大多在 10~30 之间变化(MTW15 为异常值, 有待于今后进一步研究)。比正常值 5.7~1.4 大得多, 这说明淡水的注入很可能存在。并且 B 含量又与 Sr/Ba 值存在明显的负相关性(图 3), 相关系数  $R^2=0.5463$ , 相关性很强(Y 为直线方程,  $Y=-4.0148X+163.39$  称为 Y 关于 X 的线性回归方程, 此直线为变量 X 的趋势线。随机变量 X 与 Y 的相关系数  $R^2=\text{Cov}^2(X, Y)/[\text{D}(X)\text{D}(Y)]$ , 其中  $\text{Cov}(X, Y)$  为随机变量 X 与

表 2 新铺乡小凹组下段 Rb、Sr、Ba、B、Mn 和 Ga 的含量  
Table 2 Contents of Rb, Sr, Ba, B, Mn and Ga in the Lower Member of the Xiaowa Formation at Bamaolin Village, Xinpu Township

编号	分析号	Rb/ $10^{-5}$	Sr/ $10^{-5}$	Ba/ $10^{-5}$	Sr/Ba	B/ $10^{-5}$	Mn/ $10^{-5}$	Ga/ $10^{-5}$
MTW11	234152	12.70	853	29.3	29.11	10.90	1130	1.92
MTW13	234153	21.10	1120	45.6	24.56	35.50	2450	2.6
MTW14	234154	45.40	1150	62.2	18.49	82.90	2990	5.78
MTW15	234155	7.90	1080	12.5	86.40	5.58	2180	0.50
MTW16	234156	42.10	1360	62	21.94	89.50	1200	5.17
MTW17	234157	16.00	1310	30.3	43.23	25.70	1950	2.26
MTW18	234158	63.60	897	110	8.15	143.00	843	10.70
MTW19	234159	9.80	925	27	34.26	10.50	1230	0.50
MTW20	234160	52.60	1940	98.8	19.64	102.00	554	7.40
MTW21	234161	52.00	1500	97.4	15.40	118.00	566	8.20
MTW22	234162	37.90	1720	65.9	26.10	92.30	477	5.32
MTW23	234163	22.00	1850	59.8	30.94	59.1	546	6.14
MTW24	234164	31.10	1700	101	16.83	79.5	550	6.33
MTW25	234165	21.80	1320	62	21.29	46.3	613	4.04
MTW26	234166	19.30	1320	65.7	20.09	41.8	776	4.01
MTW27	234167	35.30	1650	61.7	26.74	73	808	4.63
MTW28	234168	32.50	1640	62.7	26.16	68.8	755	7.03
MTW29	234169	7.30	1930	132	14.62	8.38	2290	0.50
MTW30	234170	40.00	1150	60.6	18.98	104	1440	6.18
MTW31	234171	32.30	1300	54.9	23.68	86.9	1550	5.64
MTW32	234172	58.5	930	132	7.05	160	2000	10.70
MTW33	234173	61.8	816	151	5.40	146	2020	12.6
MTW34	234174	67.6	719	114	6.31	206	1190	9.7
MTW35	234175	28.6	1260	51.7	24.37	78.1	1520	3.83
MTW36	234176	59.4	1020	111	9.19	156	670	9.66
MTW37	234177	21.7	1710	87.9	19.45	69.7	1480	4.69
MTW38	234178	39.4	1040	79.6	13.07	90.5	1700	4.9
MTW39	234179	28.7	1210	56	21.61	79.6	1620	5.04
MTW40	234180	29.6	1150	67	17.16	91.1	1400	4.7
MTW41	234181	24.2	1130	81.8	13.81	64.2	1810	3.96

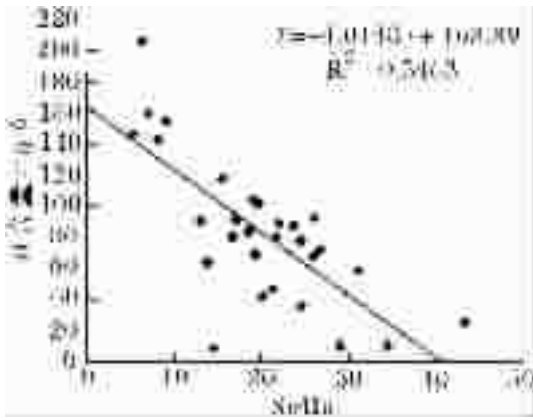


图3 B元素含量与Sr/Ba值的相关性

Fig.3 Correlation of the B content and Sr/Ba

Y的协方差;D(X)为变量X的方差;D(Y)为变量Y的方差。由于淡水的注入,海水上部淡化,海水上部密度小于下部,抑制海水对流,从而导致海底缺氧或贫氧。结果是关岭生物群中双壳类动物及其海生爬行动物、海百合等生物走向灭亡。而*Halobia*和*Daonella*这两个属在世界各地广泛见于缺氧或贫氧环境条件下形成的黑色页岩中<sup>[3]</sup>。可以推测,当时的海洋可能出现了间歇性缺氧或贫氧事件。此后,陆地面积扩大,关岭地区为海陆交互的浅海相。沉积物为砂页岩、灰岩,砂岩中交错层理发育。生物群较早期发生了异变,双壳类的数量显著减少,属种更单调,且个体小而壳薄,以浅水底栖的*Yunnanophorus boulei*为代表,植物开始大量出现,但属种单调。沉积物主要来自西部的康滇古陆;海水的进退,主要经由贞丰、兴义与滇东南的海水相连。

### 3 关岭生物群双壳类化石的描述

海浪蛤科 *Posidoniidae* Frech, 1909

海燕蛤属 *Halobia* Bronn, 1830

顾氏海燕蛤 *Halobia kui* Chen

(图版—1~5)

1957 *Halobia comatoides*, 顾知微, 194页, 图版114, 图7。

1962 *Halobia kui* 陈楚震,《扬子区标准化石手册》143页,图版84,图3。

1976 *Halobia kui* 陈楚震,《中国的瓣鳃类化石》编写小组, 221页, 图版37, 图1~3。

描述:壳长卵形,平,壳顶区微凸。前部稍狭圆,后部增宽,前耳大,光滑,与壳面无凹沟分隔。铰线直,略短于壳长,两边不甚对称,壳面放射脊类似*H. comatoides*,放射脊宽平,在壳的中上部以上二或三分叉以后常两根平行成组,两射脊间以较宽的凹沟分开,壳顶部和后背部放射脊减弱。

比较:当前标本壳顶区微凸,铰线直,两边不甚对称,放射脊在壳的中上部以上二或三分叉以后常两根平行成组,

*H. kui* Chen相一致。而本种与*H. comatoides* Kittl也非常相似,区别在于,此种有一弱的凹沟与壳体分界。但有些*H. comatoides* Kittl的凹沟很不明显,因此也有可能归为同一种。

产地层位:贵州关岭,上三叠统小巴组。

海浪蛤科 *Posidoniidae* Frech, 1909

海燕蛤属 *Halobia* Bronn, 1830

平脊海燕蛤 *Halobia planicosta* Yin et Hsü, 1938 (in litt.);

(图版—12~13)

1938 *Halobia planicosta* Yin et Hsü, 许德佑, 113页。

描述:壳甚大,长可达80mm,高达50mm。壳面前半部放射脊十分宽平,自壳顶向腹边逐渐增宽,每脊通常宽在1~1.5mm间,有时达2mm;宽平的射脊有时二或三分叉。脊间沟平,约与射脊宽度相等。壳后半部射脊较密,宽平度较小,但仍二或三分叉。后背部放射脊更细密。前耳大,与壳体间无分明的凹沟分隔,但其附近壳面射脊减弱。

比较:本种是海燕蛤中大个体种之一。以它壳面十分宽平的放射脊区别于其他大个体的种(*H. gigantean* Smith, *H. dilatata* Kittl)。

产地层位:贵州关岭,上三叠统小巴组。

铰蛤科 *Limidae* Rafinesque, 1815

斜铰蛤 *Plagiostoma* Sowerby, 1814

斜铰蛤未定种 *Plagiostoma* sp.

(图版—10~11)

描述:壳斜圆形,中等膨凸。两耳小而清楚,壳长度略大于高度,近前部边缘壳面低陷,小月面清楚。

壳面看不到明显的放射脊和同心皱。

比较:这一种与努拖斜铰蛤*P. nuitoense* Vukhuc非常相似,但*P. nuitoense* Vukhuc壳面为极细密排列规则的放射线,可观察到少许隔开的同心皱。

产地层位:贵州关岭,上三叠统小巴组。

燕海扇科 *Aviculopectinidae* Meet et Hayden, 1864

麻生海扇 *Asoella* Tokuyama, 1959

麻生海扇未定种 *Asoella* sp.

(图版—7~9)

描述:轮廓近宽卵形,略膨凸,自壳顶至腹边凸度逐渐减弱。长高近于相等。左壳宽凸。前耳常缩小,后耳亦小,近三角形。壳顶大而圆,突出在长直的铰边之上;壳嘴正转。右壳前耳长三角形,族丝凹口浅;后耳甚小。壳面有细放射线和同心线。韧带区狭,扁三角形,后斜的三角形弹体窝位于其中央。表面光滑,有清晰的同心线和很细的放射脊。同心线在耳部较明显。壳面放射脊稀疏。

比较:本种与琴式麻生海扇*A. cf. illyrica* (Bitter)相似,但



A. cf. *illyrica* (Bitter)标本有多级和细密的放射壳饰,并且本种表面比较光滑,可区别。

产地层位:贵州关岭,上三叠统小凹组。

## 4 结 论

(1)在关岭生物群中的双壳类化石 *Halobia*, *Plagiostoma* 和 *Asoella*, 这3个属种为原地埋藏,而 *Daonella* 属部分种类,它们死后经过了搬运、冲刷和磨损,被埋于异地。

(2)双壳类动物当时生活在浅海环境中,并且,当时在海平面整体下降的基础上,存在短时间的上升或海平面动荡不定。在这种环境下,非常不利于其他类型双壳类动物的生存,只有浮游或假浮游类型为主的双壳类化石及浮游类型菊石类化石适应这种环境。

(3)关岭生物群在一种局限构造盆地中,由于存在相对高差,在盆地内部有间歇性淡水注入,在此过程中伴随有碎屑物质的不断流入。由于淡水的注入,海水上部淡化,海水上部密度小于下部,抑制海水对流,从而导致海底缺氧或贫氧。导致了关岭生物群中双壳类动物及其海生爬行动物、海百合等生物的灭亡。

致谢:本文涉及的菊石类、腕足类化石分别由徐光洪研究员、曾庆鑫研究员鉴定;双壳类化石经沙金庚、张仁杰研究员审核,照片由明星拍摄。谨此一并致谢。

### 图版说明 (Explanation of Plate)

标本都保存在中国地质调查局宜昌地质矿产研究所,产地层位均为贵州关岭,时代为晚三叠统小凹组。

图版 1~6. *Halobia kui* Chen 顾氏海燕蛤

1. 右侧视,×1。登记号:GTW200301-a; 2. 左侧视,×1。登记号:GTW200301-b; 3. 右侧视,×1。登记号:GTW200301-c; 4. 右侧视,×1。登记号:GTW200301-d; 5. 左右壳同时保存下来的双壳类化石,×2。登记号:GTW200301-e; 6. 成年体与幼体同时保存下来的双壳类化石,×1。登记号:GTW200301-f。

图版 7~9. *Asoella* sp. 麻生海扇(未定种)

7. 右侧视,×1.5。登记号:GTW200302-a; 8. 左侧视,×2。登记号:GTW200302-b; 9. 左侧视,×1。登记号:GTW200302-c。

图版 10~11. *Plagiostoma* sp. 斜铧蛤(未定种)。

10. 左侧视,×1。登记号:GTW200303-a; 11. 左侧视,×1。登记号:GTW200303-b。

图版 12~13. *Halobia planicosta* Yin et Hsü, 1938(in litt.); (平脊海燕蛤)

12. 右侧视,×1。登记号:GTW200304-a; 13. 右侧视,×1。登记号:GTW200304-b。

### 参考文献 (References):

- [1] 汪啸风,陈孝红,陈立德,等. 关岭生物群——世界上罕见的化石库[J]. 中国地质,2003,30(1):20~35.  
Wang Xiaofeng, Chen Xiaohong, Chen Lide, et al. The Guanling biota——A unique “Fossilagerstätte” in the world [J]. Geology in China, 2003, 30(1): 20~35. (in Chinese with English abstract).
- [2] 汪啸风,陈孝红,王传尚,等. 关岭生物群的特征及科学意义[J]. 中国地质,2001,28(2):7~10.  
Wang Xiaofeng, Chen Xiaohong, Wang Chuanshang, et al. Features of the Guanling biological group and scientific significance [J]. Geology in China, 2001, 28(2): 7~10 (in Chinese with English abstract).
- [3] 汪啸风,陈孝红,徐光洪,等. 一个罕见的珍稀生物群——关岭生物群[A]. 见:陈毓川主编. 中国地质学会80周年学术文集[C]. 北京:地质出版社,2002. 42~53.  
Wang Xiaofeng, Chen Xiaohong, Xu Guanghong, et al. A rare precise biota——the Guanling biota[A]. In: Chen Yuchuan (ed.). 80th Anniversary of the Geological Society of China [C]. Beijing: Geological Publishing House, 2002. 42~53 (in Chinese with English abstract).
- [4] 陈金华,王予卯,吴庆荣,等. 广西凤山、西林等地中三叠统上部双壳类分带研究[J]. 古生物学报,1992,31(4):403~421.  
Chen Jinhua, Wang Yumao, Wu Qingrong, et al. A study of bivalve zonal succession from upper part of Middle Triassic in Northwest Guanxi, S. China [J]. Acta Palaeontologica Sinica, 1992, 31(4): 403~421 (in Chinese with English abstract).
- [5] 陈立德,王成源. 贵州关岭地区三叠系组杆坡组顶部及“瓦窑组”底部的牙形刺[J]. 古生物学报,2002,41(3):349~360.  
Chen Lide, Wang Chengyuan. Triassic conodonts from Zhuganpo and “Wayao” Formations of Guizhou, Southwest China [J]. Acta Palaeontologica Sinica, 2002, 41 (3): 349~360 (in Chinese with English abstract).
- [6] 中国科学院南京地质古生物研究所,《中国的瓣鳃类化石》编写小组编著. 中国的瓣鳃类化石[M]. 北京:科学出版社,1976. 394~395.  
Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences, “Fossil Bivalves in China” Team. Fossil Bivalves in China [M]. Beijing: Science Press, 1976. 394~395 (in Chinese).
- [7] 徐光洪,牛志军,陈辉明. 贵州关岭三叠系竹杆坡组、小凹组头足类化石[J]. 地质通报,2003,22(4):254~265.  
Xu Guanghong, Niu Zhijun, Chen Huiming. Triassic cephalopods from the Zhuganpo and Xiaowa Formations in Guanling, Guizhou, with a discussion on the age of the Guanling Biota [J]. Geological Bulletin of China, 2003, 22(4): 254~265 (in Chinese with English abstract).
- [8] 孟繁松,李旭兵,陈辉明. 贵州关岭生物群中发现完美的植物化石[J]. 地质通报,2003,22(4):271~273.  
Meng Fansong, Li Xubing, Chen Huiming. Discovery of intact fossil plants in the Guanling Biota in Guizhou [J]. Geological Bulletin of China, 2003, 22(4): 271~273 (in Chinese with English abstract).

- [9] 余素玉,何镜宇. 沉积岩石学[M]. 武汉:中国地质大学出版社, 1989.223~225.  
Yu Suyu, He Jingyu. Sediment Petrology [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1989.223~225 ( in Chinese ).
- [10] 李增全,谢洪源. 地球化学(修订本)[M]. 北京:科学出版社, 1987. 345~358.  
Li Zengquan, Xie Hongyuan. Geochemistry (revised edition) [M]. Beijing: Science Press, 1987. 345~358 ( in Chinese ).
- [11] 陈孝红,陈立德,王传尚. 贵州关岭生物群的埋藏环境与古生态特征[J]. 地质通报, 2003, 22(4): 278~284.  
Chen Xiaohong, Chen Lide, Wang Chuanshang. Taphonomic environment and ecological characteristics of the Guanling Biota [J]. Geological Bulletin of China, 2003, 22(4): 278~284 ( in Chinese with English abstract ).
- [12] Drever J I. The Geochemistry of Natural Water [M]. Prentic-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1981.
- [13] Mcroberts C A. A primitiva (bivalvia: Halobiodea) from the Triassic of Northeast British Columbia [J]. J. Paleont., 2000, 74 (4): 599~603.

## Paleoecological characteristics of fossil bivalves from the Guanling biota in Guizhou

LI Xu-bing, MENG Fan-song, WANG Chuan-shang

(Yichang Institute of Geology and Mineral Resources, Yichang 443003, Huibei, China)

**Abstract:** This paper describes fossil bivalves found in the Guanling biota, including four species, i.e. *Halobia kui* Chen, *Halobia planicosta* Yin et Hsü, *Plagiostoma* sp. and *Asoella* sp. The specimens are well preserved. The age is Late Triassic early-middle Carnian. Based on a study of the paleoecological characteristics and environment, the authors conclude that the planktic and pseudoplanktic bivalves could be eliminated in the Guanling area due to the intermittent anoxic or dysoxic events caused by the input of large amount of fresh water during the early-middle Carnian.

**Key words:** fossil bivalves; Guanling biota; Carnian; Guizhou; paleoecology

**About the first author:** LI Xu-bing, male, born in 1974, engineer (assistant researcher), engages in research on stratigraphy and paleontology; E-mail: yclxubing@cgs.gov.cn.