

# 扬子地台西南缘上三叠统小凹组岩石、生物、年代和化学地层及其对关岭生物群环境的暗示

夏浩东<sup>1</sup>, 陈孝红<sup>2</sup>, 邓会娟<sup>1</sup>

(1. 国土资源实物地质资料中心, 河北 燕郊 065201; 2. 中国地质调查局武汉地质调查中心, 武汉 430223)

**摘要:**系统分析和研究了贵州关岭新铺小凹组标准剖面的岩石、生物、年代和碳同位素化学地层特点及其对关岭生物群环境的制约,指出典型的小凹组主要分布在贵州关岭新铺和晴隆凉水一带,以陆棚盆地和陆棚边缘斜坡相黑色薄层灰岩沉积为特点,时代为卡尼期早期;小凹组下段出现有碳同位素的轻微负偏离以及相对较高的  $V/(V+Ni)$  和  $Ni/Co$  值,中—上段碳、氧同位素值稳定,  $V/(V+Ni)$  和  $Ni/Co$  值相对较低。关岭生物群主要生活于海底缺氧或富硫化氢的陆棚盆地环境,其表层水温大约在  $35^{\circ}C$ 。

**关键词:** 岩石地层; 生物地层; 碳同位素地层; 小凹组; 扬子地区

中图分类号: P534.5

文献标志码: A

文章编号: 1000-7849(2013)04-0014-05

早在 1928 年,乐森璠<sup>[1]</sup>在开展重庆至贵阳间地质调查时就将关岭县南部法郎村、新铺乡一带产菊石的地层分别命名为法郎组和新铺系。后经许德佑等<sup>[2]</sup>、殷鸿福<sup>[3]</sup>、王钰等<sup>[4]</sup>和陈楚震等<sup>[5]</sup>的进一步研究逐步建立了该区三叠系的岩石地层单位划分序列,自下而上将该区的中—上三叠统系统厘定为安尼阶关岭组和杨柳井组,拉丁阶竹杆坡组和赖石科组以及卡尼阶把南组。贵州省地质矿产局<sup>[6]</sup>又进一步将赖石科组下部地层单独划出,建立了瓦窑段,后杨守仁等<sup>[7]</sup>改称瓦窑组。鉴于“瓦窑组”一名与陈仁明等在海南长昌煤矿始新统所建立的瓦窑组同名<sup>[8]</sup>。因此,按照优先命名原则,关岭地区的“瓦窑组”应予以废弃。为此,汪啸风等<sup>[9]</sup>、陈孝红等<sup>[10]</sup>建议以沿新铺乡黄土塘至小凹简易公路出露的剖面为层型剖面,将相当于上述“瓦窑(段)组”的地层重新命名为小凹组。由于小凹组下部产丰富的海生爬行动物和海百合化石,是关岭生物群集中分布的层段,因此,对小凹组的研究,特别是小凹组的时代和同位素地球化学特征一直受到地层古生物研究工作者的重视<sup>[11-18]</sup>。但以往的研究多集中在层型剖面区小凹组下段的研究,较少涉及小凹组的区域分布特征和同位素地球化学特征,从而影响了小凹组更全面的认识,制约了对关岭生物群分布和生态环境的全面认识。为此,笔者结合关岭生物群埋葬环境的研究,在对贵州关岭黄土塘小凹组层型剖面进行详细的生物地层学,沉积相和碳、氧同位素地球化学特征

进行系统研究的同时,还进行了扬子地台西南缘中—上三叠统界线附近地层的系统调查,以期进一步确定小凹组的时空分布特点和综合地层学特点。

## 1 岩石、生物和年代地层

### 1.1 岩石地层

在层型剖面上,小凹组厚 136.8 m。依岩性可分上、中、下 3 个岩性段(图 1)。其中,下段为灰色、灰黑色薄—中层状泥晶灰岩、生屑泥晶灰岩夹钙质水云母黏土岩,底部以灰黑色极薄层状泥晶灰岩、页片状泥页岩与竹杆坡组顶部风化面凹凸不平的中厚层状灰岩分界,厚 11.8 m。该段化石丰富,以富产海生爬行动物和海百合为特点,相伴生的还有菊石、双壳类、牙形石、腕足类、鱼类和古植物等,是关岭生物群的产出层位。该段地层中水平纹理发育,岩石色深,富含有机质,底栖生物缺乏,应该形成于海底缺氧或贫氧的盆地环境中。小凹组下段沉积岩石学上所反映的这一沉积环境特点在元素地球化学上也有表现。从卧龙岗该段地层采集的 30 个样品中,除个别样品的  $V/(V+Ni)$  值小于 0.46 外,绝大部分样品  $V/(V+Ni)$  值集中分布在 0.8~0.9 之间,证明它们通常处于海底缺氧,甚至富硫化氢的环境<sup>[20]</sup>。在  $Ni/Co$  值方面,尽管小凹组下段上部样品(MTW25-MTW39)的  $Ni/Co$  值普遍小于 5,但中部含关岭生物群化石地层的 14 个样品(MTW11-MTW24)中有 5

收稿日期: 2012-10-18

编辑: 杨 勇

基金项目: 中国地质调查局国土资源大调查项目“国家级岩心标本采集与数字化”(1212011120404)

作者简介: 夏浩东(1968—),男,高级工程师,主要从事区域地质调查、矿产勘查及实物地质资料管理工作。E-mail: xiahaodong68@163.com

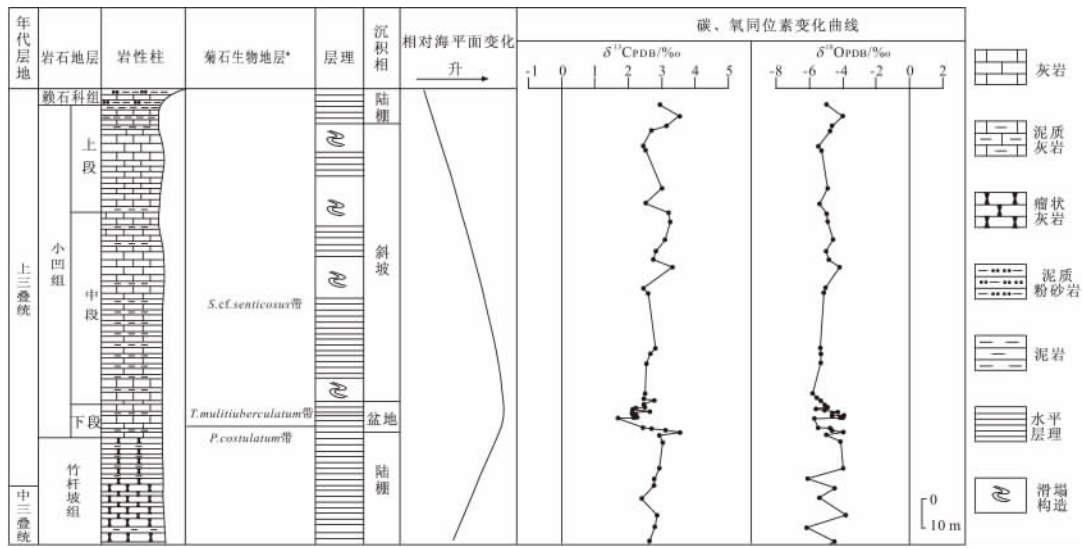


图 1 贵州关岭新铺小凹组地层多重划分对比图(菊石生物地层序列据文献[19]修改)

Fig.1 Multiple stratigraphic division and correlation chart of the Xiaowa Formation in Xinpu, Guanling County, Guizhou Province

个样品 Ni/Co 值大于 7, 5 个样品的 Ni/Co 值介于 5 ~ 7 之间(表 1), 同样证明小凹组下段中部沉积时的海底通常处于贫氧或缺氧环境<sup>[21]</sup>。

表 1 贵州关岭新铺小凹组微量元素数据

Table 1 Trace elements contents of the Xiaowa Formation in Xinpu, Guanling County, Guizhou Province

样品号	Ni	Co	V	Ni/Co	V/(V+Ni)	Sr	Mn	Mn/Sr
	$w_B/10^{-6}$							
MTW11	13.0	2.5	7.5	5.20	0.37			
MTW12	9	2.8	16.7	3.21	0.65			
MTW13	39	6.3	50.7	6.19	0.57			
MTW14	4	<1	3.66	>7	0.48			
MTW15	27	11.4	185	2.37	0.87	1 390	1 700	1.22
MTW16	11	1.1	54.2	10.00	0.83			
MTW17	47	8.6	356	5.47	0.88	1 465	1 600	1.09
MTW18	8	<1	4.95	>7	0.38	1 270	600	0.47
MTW19	14	<1	440	>7	0.97	1 410	1 800	1.28
MTW20	32	3.4	341	9.41	0.91	1 360	700	0.51
MTW21	23	6.3	104	3.65	0.82	1 900	700	0.37
MTW22	11	2.1	80.7	5.24	0.88	875	800	0.91
MTW23	22	4.9	105	4.49	0.83	1 670	500	0.30
MTW24	13	2.25	77.4	5.78	0.86	1 350	500	0.37
MTW25	10	3.2	61.5	3.13	0.86	1 130	600	0.53
MTW26	31	6.8	123	4.56	0.80	1 510	800	0.53
MTW27	20	4.4	174	4.55	0.90	1 485	1 000	0.67
MTW28	2	1.5	53.2	1.33	0.96	1 550	1 300	0.84
MTW28	50	10.8	150	4.63	0.75	1 460	1 300	0.89
MTW30	28	9.3	122	3.01	0.81	1 200	2 000	1.67
MTW31	45	13.5	191	3.33	0.81	1 900	1 400	0.74
MTW32	32	18.5	147	1.73	0.82	595	1 700	2.86
MTW33	44	14.8	141	2.97	0.76	870	2 100	2.41
MTW34	13	4.85	72.8	2.68	0.85	1 210	1 900	1.57
MTW35	12	3.1	145	3.87	0.92	1 290	1 600	1.24
MTW36	5	3.5	89.4	1.43	0.95	810	600	0.74
MTW37	18	4.5	63.6	4.00	0.78	1 425	1 400	0.98
MTW38	7	4.6	60.6	1.52	0.90	1 130	1 300	1.15
MTW39	10.5	4.85	66.4	2.16	0.86	1 140	1 600	1.40
MTW40	12	1.8	57.7	6.67	0.83	1 380	1 600	1.16

测试单位: 武汉地质矿产研究所, Sr, Mn 采自小凹剖面, 其他元素采自毛凹剖面。

小凹组中段为灰色中层一中厚层状砂屑含泥质灰岩夹钙质泥岩, 所含化石较下段明显减少, 主要产菊石和双壳类化石, 未见完整的海生爬行动物化石, 厚 92.1 m。上段为灰色薄层状灰岩, 化石稀少, 厚 32.9 m。中段—上段地层同样以水平纹层发育为特点, 但相间发育大量的滑塌构造, 证明其应该形成于较深水、基底不平或沉积环境不稳定的斜坡环境。

小凹组横向分布局限, 以贵州关岭新铺和晴隆凉水一带最为典型。由此向北至六枝杨能寨一带相变为开阔台地相灰岩、生物碎屑灰岩; 向南至贞丰农场一带, 小凹组下段的岩性与标准剖面相似, 但中、上段相变为泥岩、粉砂质泥岩夹灰岩, 顶部与上覆赖石科组之间以赖石科组底部砂岩发育槽模构造的厚层块状砂岩出现为界。再往南至兴义岔江、泥凼以及罗平江底、板桥一带, 小凹组的岩性与贞丰农场相似, 但厚度明显减小, 泥质页岩含量进一步升高, 中上部相变为粉砂质泥灰岩(图 2)。自北而南小凹组与赖石科组厚度、灰岩和碎屑岩互为消减的现象暗示小凹组, 特别是赖石科组的碎屑来自南方, 是与扬子地台南缘边缘紧邻的陆块向扬子地台边缘增生, 并向扬子海盆提供碎屑的结果。

### 1.2 生物地层和年代地层

小凹组富含各门类化石, 其中以菊石化石带性最强, 具有重要的时代对比意义。据徐光洪等<sup>[19]</sup>的研究成果, 自下而上可将小凹组的菊石划分为 *Protrachyceras costulatum*, *Trachyceras multiberoulatum* 和 *Sirentites cf. senticosus* 带。其中分布在小凹组下段的 *Protrachyceras costulatum* 在壳形上与见于欧洲地区中三叠世晚期的 *Protrachyceras archelaus* 接近, 而此上的 *Trachyceras multi-*

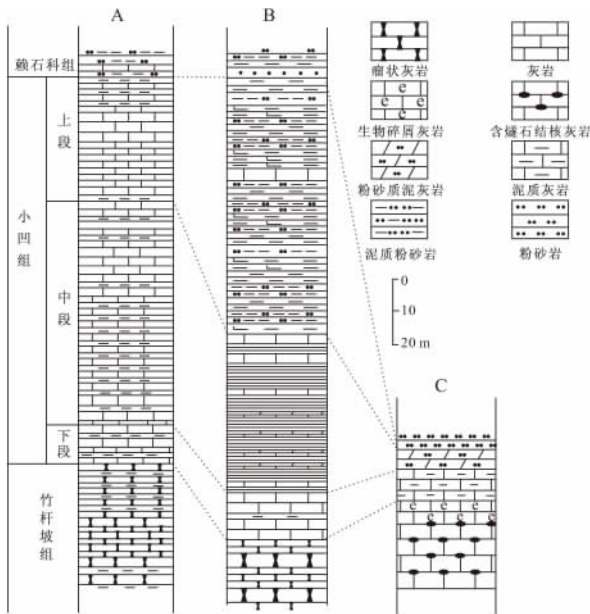


图2 小凹组划分对比图

Fig.2 Stratigraphic division and correlation of the Xiaowa Formation

A. 贵州关岭新铺; B. 贵州贞丰农场; C. 云南罗平板桥。

tuberculatus 带中存在少量广泛见于特提斯地区卡尼期早期的典型菊石化石 *Trachyceras aon* 等。*Trachyceras multituberculatus* 带之上 *Sirentites cf. senticosus* 带的典型分子是阿尔卑斯地区早卡尼期晚期的常见分子。显然菊石化石显示小凹组中一下段沉积时代为卡尼期早期。与上述菊石共生的其他具有重要地层意义的还有牙形石 *Metapolygnathus polygnathiformis* 以及双壳类 *Halobia sp.* 等<sup>[22]</sup>，同样指示小凹组的沉积时代为卡尼期早期。

## 2 碳同位素地层

由于小凹组标准剖面上的小凹组下段因化石挖掘的破坏和修建民房等原因造成掩盖，故竹竿坡组上部至小凹组下段下部样品沿永宁镇至新铺乡的三叠系剖面采集。而小凹组下段中上部和小凹组中、上段样品则在沿新铺黄土塘至小凹简易公路小凹组标准剖面采集。样品采集尽量选择在新鲜、不含方解石脉的露头上进行。所采样品经挑选后送中国地质大学(武汉)地质过程与矿产资源国家重点实验室进行碳、氧同位素测试。碳、氧同位素测试结果见表2，其在地层中的变化见图1。

从小凹组碳同位素组成及其纵向的分布来看，竹竿坡组上部和小凹组中、上段的碳同位素值和分布特征接近，除了局部表现为碳同位素值的短暂下

降以外，绝大部分样品的碳同位素值稳定。但与上述层段的碳同位素值变化特征不同，在竹竿坡组顶部至小凹组下段下部曾经发生过碳同位素值的明显下降，至下段中部之后碳同位素才逐步震荡升高。

小凹组碳同位素值的上述变化特点与其岩石学和微量元素所获小凹组沉积环境变化特点一致，即竹竿坡组上部和小凹组中、上段均为深水陆棚或陆棚斜坡相，而小凹组下段为盆地相，以及小凹组下段中部为缺氧和富硫化氢的还原环境，而小凹组下段上部含氧条件逐步改善的结论接近。小凹组碳、氧同位素值基本能够反映小凹组沉积时海洋碳、氧同位素的组成特点的依据还反映在小凹组下段的  $\delta^{13}C$  和  $\delta^{18}O$  值的相关性较低(图3)、小凹组下段中上部至中段底部绝大部分样品的  $Mn / Sr$  值小于 1.5 (表1)以及  $\delta^{18}O$  值普遍变化在  $-7\text{‰} \sim -4\text{‰}$  之间(表2)，大于  $-11\text{‰}$ <sup>[23]</sup>。利用 Epstein 等<sup>[24]</sup>、

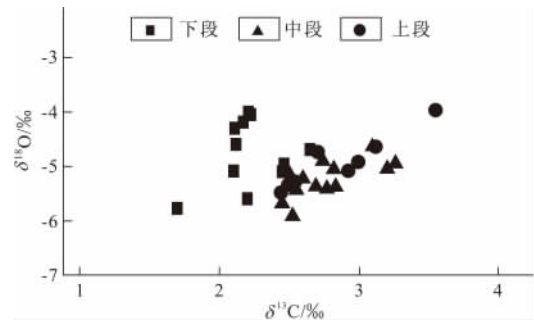


图3 小凹组  $\delta^{13}C-\delta^{18}O$  散点分布图

Fig.3 Scatter diagram of the  $\delta^{13}C-\delta^{18}O$  content of the Xiaowa Formation

Gasse<sup>[25]</sup>建立的碳、氧同位素推算古海水表面温度的经验公式  $T_{ss}(\text{°C}) = 16.9 - 4.38(\delta^{18}O_c + 0.27) + 0.10(\delta^{18}O_c + 0.27)^2$  可以大致计算出小凹组沉积时期海水表面的温度平均为  $39\sim 40\text{°C}$ (表2)。如果按照王传尚等<sup>[18]</sup>的方法剔除“年代效应”对样品成岩作用的影响，则获得小凹组沉积时期平均海水表面温度为  $18\sim 20\text{°C}$ 。考虑到贵州关岭当时可能位于低纬度地区，而现代赤道—亚赤道一带海水表面平均温度为  $27\sim 29\text{°C}$  等情况，上述所获未校正的小凹组沉积时期海水表面温度可能较实际温度偏高，而校正的温度则可能较实际温度偏低。究其原因，可能与小凹组只有部分样品受到不同程度的成岩作用影响所致。这样一来，从  $\delta^{13}C$  和  $\delta^{18}O$  值相关性最差，且  $Mn/Sr < 1.5$  的小凹组下段中下部样品(XW-1T~XW-5T)获得的未校正海水表面温度可能最接近事实，即小凹组下段中部沉积时期的海水表面温度约为  $35\text{°C}$ 。

表2 贵州关岭新铺小凹组碳、氧同位素测试结果

Table 2 Carbon and oxygen isotope of the Xiaowa Formation in Xinpu, Guanling County, Guizhou Province

层位	样品编号	$\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}/\text{‰}$	$\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}/\text{‰}$	海水温度 $T/^\circ\text{C}$	海水校正温度 $T/^\circ\text{C}$	盐度判别值	层位	样品编号	$\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}/\text{‰}$	$\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}/\text{‰}$	海水温度 $T/^\circ\text{C}$	海水校正温度 $T/^\circ\text{C}$	盐度判别值
竹杆坡组	YN-217T	2.61	-4.57	37.60	17.18	130.36	小凹组中段	XW-10T	2.77	-5.33	41.62	20.56	130.31
	YN-219T	2.47	-6.43	47.65	25.66	129.17		XW-11T	2.44	-5.60	43.07	21.78	129.52
	YN-220T	2.63	-4.90	39.32	18.62	130.24		XW-12T	2.52	-5.87	44.54	23.02	129.54
	YN-221T	2.78	-6.62	48.73	26.57	129.69		XW-13T	2.55	-5.33	41.65	20.58	129.86
	YN-222T	2.86	-4.26	35.99	15.83	131.03		XW-14T	2.68	-5.32	41.56	20.51	130.15
	YN-225T	2.41	-5.88	44.64	23.10	129.30		XW-15T	2.82	-5.32	41.59	20.53	130.43
	YN-226T	2.77	-4.90	39.35	18.64	130.54		XW-17T	2.59	-5.18	40.82	19.88	130.02
	YN-227T	2.79	-6.68	49.06	26.85	129.70		XW-18T	2.46	-4.99	39.82	19.04	129.85
	YN-228T	2.94	-4.42	36.79	16.50	131.12		XW-19T	3.31	-4.19	35.61	15.51	131.98
	YN-229T	3.03	-4.55	37.47	17.07	131.24		XW-20T	2.74	-4.86	39.11	18.44	130.49
小凹组下段	YN-230T	2.52	-4.95	39.57	18.83	130.00	XW-21T	2.81	-5.03	40.01	19.20	130.55	
	YN-231T	1.92	-6.51	48.15	26.08	127.98	XW-22T	3.10	-4.63	37.88	17.41	131.34	
	XW-0T	1.69	-5.75	43.92	22.50	127.91	XW-23T	3.25	-4.92	39.44	18.73	131.50	
	XW-1-1T	2.17	-4.18	35.58	15.49	129.66	XW-24T	3.20	-4.97	39.68	18.92	131.38	
	XW-1-2T	2.22	-4.06	34.93	14.94	129.83	均值			40.46	19.58	130.49	
	XW-2T	2.21	-3.98	34.52	14.60	129.84	XW-25T	2.52	-5.35	41.73	20.65	129.80	
	XW-3T	2.65	-4.68	38.15	17.64	130.39	XW-26T	2.99	-4.90	39.35	18.64	130.98	
	XW-4T	2.12	-4.59	37.70	17.26	129.36	XW-27T	2.52	-5.29	41.38	20.36	129.82	
	XW-5T	2.11	-4.28	36.08	15.91	129.50	XW-28T	2.44	-5.46	42.33	21.16	129.58	
	XW-6T	2.10	-5.09	40.31	19.45	129.07	XW-29T	2.70	-4.78	38.68	18.08	130.46	
小凹组上段	XW-7T	2.20	-5.58	42.99	21.71	129.03	XW-30T	3.12	-4.65	37.98	17.50	131.38	
	XW-8T	2.46	-4.93	39.49	18.76	129.89	XW-31T	3.55	-3.96	34.45	14.54	132.59	
	XW-9T	2.45	-5.07	40.22	19.38	129.80	XW-32T	2.93	-5.03	40.01	19.20	130.80	
	均值			39.68	18.94	129.65	均值			39.49	18.77	130.68	

### 3 关岭生物群生存环境讨论

关岭生物群最初由汪啸风等<sup>[9]</sup>命名,系指分布于贵州关岭县新铺乡黄土塘一带上三叠统小凹组中以富产海生爬行动物和海百合化石为特色,多门类脊椎动物、无脊椎动物共同繁盛的珍稀生物群。综合分析小凹组岩石、生物、年代以及微量元素和碳同位素化学地层特点,可以获得对关岭生物群生活环境的如下暗示。

(1)岩石地层研究指示关岭生物群主要分布在陆棚盆地相的小凹组下段中部,在与古地理分布上主要集中在贵州关岭新铺至晴龙凉水井一带,向北,最远不会超过六枝杨能寨,向南大致可以延伸到云南罗平板桥一线。

(2)小凹组的生物和年代地层指示含关岭生物群的地层时代与典型菊石化石 *Trachyceras aon* 带的时代相当,为卡尼期早期。

(3)微量元素化学地层研究指示含关岭生物群的小凹组下段中部地层的  $V/(V+Ni)$  值普遍分布在 0.8~0.9 之间,  $Ni/Co$  值大于 7,或介于 5~7 之间,暗示关岭生物群生活环境的海底通常处于贫氧或缺氧环境。

(4)碳、氧同位素化学地层指示含关岭生物群化石地层存在碳同位素负偏离显现;依据同期地层中可能未受成岩作用影响的氧同位素值获得关岭生物群生活海洋的表层水温大致为  $35^\circ\text{C}$ 。

#### 参考文献:

[1] 乐森瑛. 贵州西部地质要略[J]. 地质汇报, 1928, 12: 6-8.

- [2] 许德佑, 陈康. 贵州西南部之三叠纪[J]. 地质评论, 1944, 9(1/2): 13-33.
- [3] 殷鸿福. 贵州三叠纪生物地层问题[J]. 地质学报, 1962, 42(2): 153-182.
- [4] 王钰, 陈楚震, 陆麟黄. 贵州西南部三叠纪地层[C]// 佚名. 全国地层会议学术报告汇编: 黔南地层现场会议. 北京: 科学出版社, 1963: 99-148.
- [5] 陈楚震, 黎文本, 马其鸿, 等. 西南地区的三叠系[C]// 佚名. 西南地区碳酸盐岩生物地层. 北京: 科学出版社, 1979: 189-237.
- [6] 贵州省地质矿产局. 贵州省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1987.
- [7] 杨守仁, 刘疆, 张明发. 贵州西南部“法郎组”牙形石及其时代[J]. 地层学杂志, 1995, 19(3): 161-170.
- [8] 郑家坚, 何希贤, 刘淑文, 等. 中国地层典: 第三系[M]. 北京: 地质出版社, 2000: 1-163.
- [9] 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[C]// 陈毓川. 中国地质学会 80 周年学术文集. 北京: 地质出版社, 2002: 42-53.
- [10] 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点[J]. 地质通报, 2003, 22(4): 278-284.
- [11] 王红梅. 从牙形石论关岭动物群的时代[J]. 贵州地质, 2000, 17(4): 219-224.
- [12] 王尚彦, 王宁, 罗永明, 等. 贵州关岭上三叠统瓦窑组中碳形成的生物作用[J]. 地质通报, 2002, 21(12): 855-857.
- [13] 王尚彦, 王宁. 关岭生物群的生活环境[J]. 贵州地质, 2002, 19(4): 240-241.
- [14] 王尚彦. 关岭生物群生态环境研究[M]. 北京: 地质出版社, 2005: 1-78.
- [15] 孙作玉, 郝维城, 江大勇. 贵州关岭动物群时代的牙形石地层证据[J]. 北京大学学报: 自然科学版, 2003, 39(1): 118-125.
- [16] 孙作玉, 郝维城, 江大勇. 贵州三叠系拉丁阶一卡尼阶界线层牙形石生物地层[J]. 地层学杂志, 2003, 29(3): 257-263.
- [17] 唐宾, 郝维城, 孙作玉. 贵州关岭动物群产地层的地球化学特征及对物源和沉积环境的指示意义[J]. 古地理学报, 2005, 7

- (2):261-274.
- [18] 王传尚,陈孝红,汪啸风. 关岭地区上三叠统小凹组氧同位素特征及古海水温度分析[J]. 地球科学:中国地质大学学报,2007,32(增刊):1-7.
- [19] 徐光洪,牛志军,陈辉明. 贵州关岭三叠系竹杆坡组一小凹组头足类化石[J]. 地质通报,2003,22(4):254-265.
- [20] Hatch J R, Renventhal J S. Relationship between inferred redox potential of the depositional environment and geochemistry of the Upper Pennsylvanian( Missourian) Stark shale Member of the Dennis limestone, Wabaunse County, Kansas[J]. Chem. Geol., 1992,99:65-82.
- [21] Jones B J, Manning A C. Comparison of geochemical indices used for the interpretation of palaeoredox conditions in ancient mudstones[J]. Chem. Geol., 1994,22:111-129.
- [22] 李旭兵,孟繁松,王传尚. 贵州关岭生物群双壳类化石的古生态特征[J]. 中国地质,2005,32(1):41-47.
- [23] Kaufman A J, Jacobsen S B, Knoll A H. The Vendian record of Sr and C isotopic variations in seawater: Implications for tectonics and paleoclimate[J]. Earth and Planetary Science Letters, 1993,120:409-430.
- [24] Epstein S, Buchsbaum R, Lowenstam H A, et al. Revised carbonate water isotopic temperature scale[J]. Geological Society of America Bulletin, 1953,64:1315-1326.
- [25] Gasse F. Diatoms for reconstructing palaeoenvironments and paleohydrology in tropical semi-arid zones[J]. Hydrobiologia, 1987,154:127-163.

## Intergraded Litho-bio-chrono-and Chemichal Stratigraphy of the Upper Triassic Xiaowa Formation from Southwestern Margin of Yangtze Platform and Their Implication for the Environment of the Guanling Biota

XIA Hao-dong<sup>1</sup>, CHEN Xiao-hong<sup>2</sup>, DENG Hui-juan<sup>1</sup>

(1. Cores & Samples Centre of Land & Resources, Yanjiao Hebei 065201, China;  
2. Wuhan Center of Geological Survey, Wuhan 430223, China)

**Abstract:** Systematic analysis on the litho-bio-chronostratigraphy and stable carbon and oxygen isotope chemichal stratigraphy of the Upper Triassic Xiaowa Formation from the Xiaowa type section in Xinpu, Guanling, Guizhou Province, and their implications for the environment of Guanling biota is reported in this paper. The results indicated that(1)the typical Xiaowa Formation were mainly distributed from Xinpu of Guanling to Liangshuijing of Qinglong, characterized by black thin layer limestone in base and slop of shelf, and formed in the Early Carnian of the Upper Triassic. (2) there were a slight depleted  $\delta^{13}\text{C}$ , higher values of  $\text{V}/(\text{V}+\text{Ni})$  and  $\text{Ni}/\text{Co}$  in the Lower Member of the Xiaowa Formation, however there were a relative stable content of  $\delta^{13}\text{C}$  and lower values of  $\text{V}/(\text{V}+\text{Ni})$  and  $\text{Ni}/\text{Co}$  in the Middle and Upper Members of the Xiaowa Formation. (3) the Guanling biota were manly lived in a base of shelf where the floor is a redox environment or with abundance of  $\text{H}_2\text{S}$ . And the surface water temprature is about  $35^\circ\text{C}$ .

**Key words:** lithostratigraphy; biostratigraphy; stable carbon isotope; Xiaowa Formation; Yangtze Platform