

鄂西南宣恩地区牯牛潭组和宝塔组时代讨论： 来自牙形石的证据

罗 华, 何仁亮, 孟 峥, 刘 力, 潘龙克, 毛启曦

(湖北省地质调查院, 武汉 430034)

摘 要:鄂西南宣恩地区牯牛潭组瘤状灰岩与宝塔组龟裂纹灰岩为整合接触, 相变缺失了庙坡组。通过对牯牛潭组和宝塔组界线附近牙形石样品的采集和鉴定, 发现代表庙坡组开始沉积的 *Pygodus serrus* 牙形石带的 *Eo.Foliaceus* 亚带初现于牯牛潭组顶部瘤状灰岩中, 而消失于宝塔组龟裂纹灰岩, 说明牯牛潭组为中奥陶世地层(O_2), 宝塔组为中一晚奥陶世地层(O_{2-3})。

关键词:牯牛潭组; 宝塔组; 地质时代; 牙形石; 鄂西南

中图分类号: Q915

文献标志码: A

文章编号: 1000-7849(2019)03-0135-06

Geological Era of the Guniutan and Baota Formations in Xuan'en Area, Southwest of Hubei Province: Evidences from Conodonts

Luo Hua, He Renliang, Meng Zheng, Liu Li, Pan Longke, Mao Qixi

(Hubei Geological Survey, Wuhan 430034, China)

Abstract: In the southwest of Hubei Province, the Guniutan Formation nodular limestone and the Baota Formation turtle limestone are in the integrated contact with the absence of Miaopo Formation where the attribution of sedimentary products to this sedimentary period is unknown, either the top of the Guniutan Formation or the bottom of the Baota Formation, or both. In order to study the geological age for the strata comparison in southwestern Hubei, this paper analyses and identifies the conodonts collected near the boundary of Guniutan and Baota Formations. The *Eo.Foliaceus* subfpecies of the *Pygodus serrus* conodonts with the beginning of sediments on the Miaopo Formation were found in the top of the Guniutan Formation nodular limestone, but disappeared in the Baota Formation turtle limestone. This indicates that the Guniutan Formation is Middle Ordovician and the Baota Formation is a Middle-Late Ordovician.

Key words: Guniutan Formation; Baota Formation; geological age; conodonts; southwest of Hubei

牯牛潭组和庙坡组由张文堂等^[1]命名建立, 宝塔组系李四光^[2]所命名的“宝塔石灰岩”引申而来。鄂西南地区多将牯牛潭组时代归属为中奥陶世(O_2), 将庙坡组时代归属于中一晚奥陶世(O_{2-3})^[3], 宝塔组多为晚奥陶世(O_3)^[4-5], 且3组地层之间均为整合接触关系。其中庙坡组仅见于湖北省境内西部地区, 以鄂西宜昌一带出露最为稳定, 向北至神农架、大洪山等地, 西至鄂西南与湘、川接壤一带, 均发生相变或消失。鄂西南宣恩地区中奥陶世牯牛潭组

和晚奥陶世宝塔组即呈整合接触, 缺失了中一晚奥陶世庙坡组沉积, 因此涉及到该沉积期沉积产物的归属问题, 或相当于牯牛潭组顶部, 或相当于宝塔组底部, 亦或二者皆有。庙坡组化石丰富, 包括笔石^[6-10]、三叶虫^[11-12]、几丁虫^[13-14]、腕足类^[15]、疑源类^[16]和头足类^[17]等, 且宋妍妍等^[18]对湖北宜昌地区庙坡组地质时代做了讨论, 鄂西南地区则缺乏有关研究, 笔者拟从牙形石带的建立出发, 在鄂西南地区缺失庙坡组沉积的情况下, 讨论其下伏牯牛潭组

收稿日期: 2018-04-02

编辑: 杨 勇

基金项目: 中国地质调查局大调查项目(12120114066101); 中国地质调查局项目(DD20160029)

作者简介: 罗 华(1987—), 男, 工程师, 主要从事区域地质调查和矿产地质调查工作。E-mail: 270132397@qq.com

和上覆宝塔组的地质时代归属问题。

1 岩性和岩相特征

宜恩地区牯牛潭组底部为瘤状泥灰岩层,上部为泥质瘤状灰岩;宝塔组下部为一套薄—中层状龟裂纹灰岩和泥微晶灰岩互层,其中泥微晶灰岩岩石中见大量角石化石,向上龟裂纹灰岩逐渐减少,上部为中—薄层状泥质瘤状灰岩,受风化剥蚀多形成凹槽状及大量不规则网状泥质条带岩貌特征。

以下为湖北省宜恩县西坪村奥陶系牯牛潭组和宝塔组实测地层剖面(图1)。

上覆地层:龙马溪组(O_3S_1l)

第15层:灰黑色薄层硅质岩。层间发育黑色具污手特性的炭质泥页岩夹层 3.7 m

— 整合 —

宝塔组($O_{2-3}b$) 厚 29.2 m

第14层:灰色薄层泥质瘤状灰岩。单层厚10 cm左右,一般在近层面处泥质含量高 7.5 m

第13层:灰色中薄层状瘤状泥粉晶灰岩。层间夹有少量灰色龟裂纹灰岩及泥岩。产头足类化石 6.1 m

第12层:灰色泥质龟裂纹灰岩、中层状泥粉晶灰岩。由灰绿色薄层状泥质龟裂纹灰岩(A)、中层状泥粉晶灰岩(B)组成退积型基本层序特征,向上A层减少,B层增多 11.2 m

第11层:灰色薄层状龟裂纹灰岩 3.3 m

第10层:灰色薄层状含角石化石、含生物碎屑灰岩。受后期改造充填方解石或燧石成分。向上中层状岩层具有增

多的趋势。水平层理发育

1.1 m

— 整合 —

牯牛潭组(O_2g)

厚 49.6 m

第9层:灰色—灰绿色薄层状泥质泥晶灰岩 1.0 m

第8层:灰色—灰绿色中层状泥质瘤状灰岩夹黏土岩。层厚向上变薄,瘤状减少。水平层理发育 4.5 m

第7层:浅肉红色—紫红色瘤状灰岩层。层内瘤状分布较均匀,呈紫红色调。水平层理发育 8.2 m

第6层:灰色—灰绿色泥质瘤状灰岩。水平层理、条带层理发育 8.2 m

第5层:灰绿色—灰色厚层状夹中层状瘤状灰岩。向上中层减少,厚层增多。水平层理发育 11.1 m

第4层:深灰色—灰绿色中层状泥质瘤状灰岩。单层厚度向上变大。水平层理发育 8.3 m

第3层:灰色—灰绿色薄层状泥质瘤状灰岩夹页岩。层内偶见黑褐色含锰层,向上层厚变小 8.3 m

— 整合 —

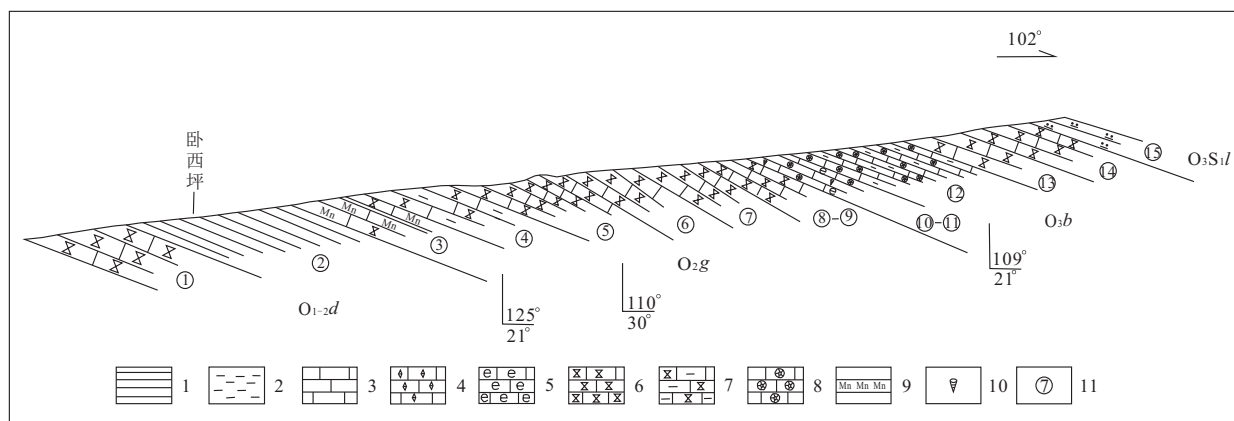
大湾组($O_{1-2}d$)

厚 28.3 m

第2层:薄层状紫红色—灰绿色泥页岩夹少量粉砂质水云母黏土岩。向上紫红色变少,灰绿色变多,单层厚度向上逐渐变薄。发育砂纹层理、水平层理 17.2 m

第1层:灰绿色薄层状瘤状灰岩。瘤状体呈椭球状、粒径1~3 cm,局部发育紫红色调 11.1 m

由大湾组薄层泥质瘤状灰岩至牯牛潭组底部含锰质结核组成海侵体系域(TST);以牯牛潭组底部含锰层至上组成高位体系域(HST),岩层单层层厚逐渐增大,泥质含量减少。以奥陶系宝塔组底部“龟裂纹”灰岩为顶,标志该层序的结束及下一层序的开



1.页岩;2.黏土岩;3.灰岩;4.泥晶灰岩;5.生物碎屑灰岩;6.瘤状灰岩;7.含泥质瘤状灰岩;8.龟裂纹灰岩;9.含锰层;10.角石化石;11.分层号; $O_{1-2}d$.大湾组; O_2g .牯牛潭组; O_3b .宝塔组; O_3S_1l .龙马溪组

图1 实测地质剖面图

Fig.1 Measured geological profile

始,并由宝塔组“龟裂纹”灰岩、含泥质瘤状灰岩到龙马溪组底部组成海侵体系域沉积(TST);上部龙马溪组下部薄层状深灰色—灰黑色硅质岩代表最大海泛面沉积期特征(SS)。中晚奥陶世以陆棚相沉积

环境为主,以发育瘤状、龟裂纹及大量角石化石为特点,呈现深—浅海陆棚亚相沉积特征^[19]。至上奥陶统一志留统龙马溪组硅质岩、含炭质成分发育逐渐转化为盆地相沉积。

2 样品采集与处理

根据岩石岩性分界标志,以中薄层状龟裂纹灰岩的发育作为牯牛潭组和宝塔组分界标志,在界线上下各采集5件牙形石样品(图2),其中龟裂纹灰岩以下采集5件样品(样品编号:牙2/1—牙2/5),龟裂纹灰岩中采集5件样品(样品编号:牙2/6—牙

2/10)。为了取得可靠的鉴定结果,多选深灰色、生物碎屑多且新鲜未风化、裂隙少的灰岩进行采样,每件样品采集2~5 kg,采集间隔为10 cm。室内碎样至2 cm左右,用稀释至10%左右的醋酸,以样品与醋酸体积比1:2的比例酸解样品,经过洗样—过筛—烘干程序,筛选出0.900~0.090 mm(20~160目)大小的酸解样品,在莱卡DFC450体视镜下反复挑取牙形石。

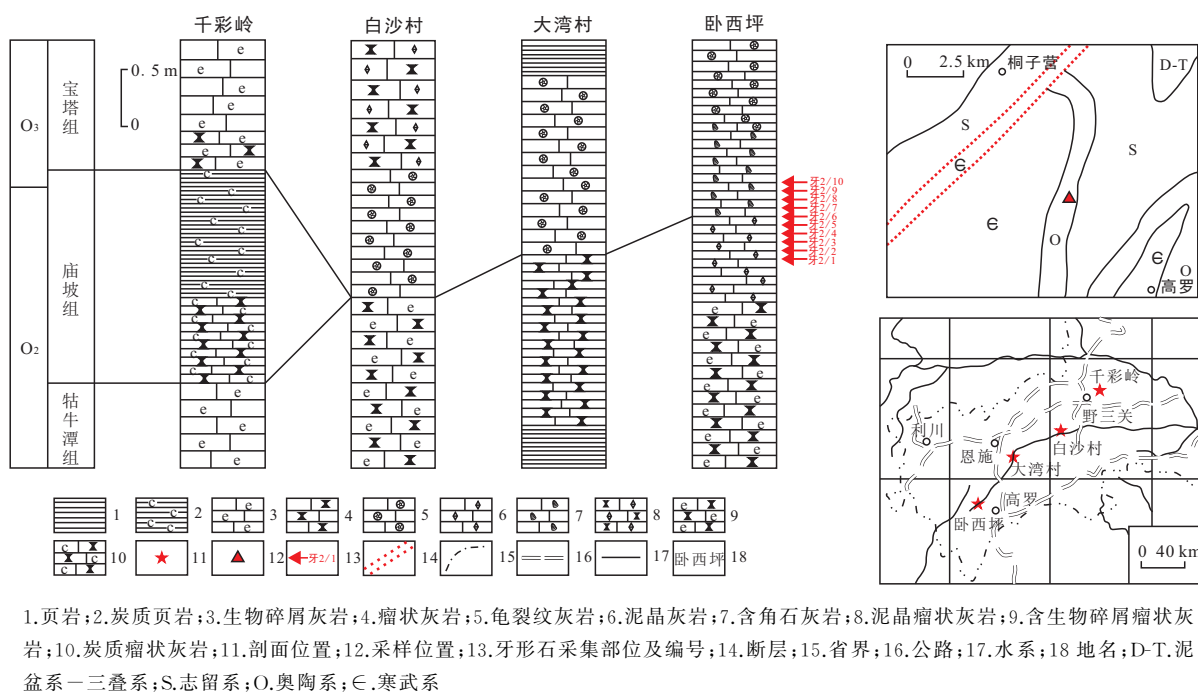


图2 采样位置图^[20-21]

Fig.2 Location map for sampling

3 样品鉴定结果

牯牛潭组泥质瘤状灰岩内产 *Protopanderodus xianningensis* An 1984, *Protopanderodus rectus* Lindstrom 1955, *Scolopodus* Pander 1856, *Scolopodus rex* Lindstrom 1955, *Cornuodus longibasis* Lindstrom, 1955, *Belodella fenxiangensis* An 1981, *Baltoniodus* Lindstrom 1971, *Histiodela intertexta* An 1981, *Periodon aculeatus* Hadding 1913, *Pygodus serrus* Hadding 1913 等牙形石分子,可暂定属于 *Amorphognathus variabilis*-A. *antivariabilis* 带和 *Pygodus serrus* 带2个牙形石带(表1)。

宝塔组龟裂纹灰岩内产 *Periodon aculeatus* Hadding 1913, *Drepanodus arcuatus* Pander 1856, *Dapsilodus mutatus* Branson & Mehl 1933, *Eoplacognathus pseudoplanus* Viira 1974, *Yaoxianognathus yaoxianensis* An 1985 等牙形石分子,

可暂定属于 *Pygodus serrus* 带和 *Prioniodus lingulatus* 带2个牙形石带。

典型化石描述

本文描述的牙刺均为已报道过的老属种,但它们是本次研究中十分重要的常分子,所以这次仅指出部分重要属种的主要特征。

原潘氏牙形石属 *Protopanderodus* Lindstrom 1971

咸宁原潘氏牙形石 *Protopanderodus xianningensis* An 1984(图3-A)

单锥型牙形石,齿体侧扁,对称发育,齿锥与基部接合处较大弯曲。基部玻璃质成分比齿锥处多。齿体两侧靠近后缘各具有一个肋脊,两侧肋脊对称排列,延伸到基部但不到反口缘。基部长,基腔深,反口面呈椭圆形,反口缘发育基锥。

小针牙形石属 *Belodella* Ethington 1959

分乡小针牙形石 *Belodella fenxiangensis* An 1981(图3-C)

耙型牙形石,不对称发育。主齿下部宽大,向上



A. *Protopanderodus xianningensis* An 1984(牙 2/2, 咸宁原潘氏牙形石); B. *Scolopodus* Pander 1856(牙 2/2, 尖牙形石属碎片); C. *Belodella fenxiangensis* An 1981(牙 2/3, 分乡小针牙形石); D. *Cornuodus longibasis* Lindstrom 1955(牙 2/3, 长基角齿牙形石); E. *Scolopodus rex* Lindstrom 1955(牙 2/3, 华美尖牙形石); F. *Baltoniodus* Lindstrom 1971(牙 2/4, 波罗的牙形石属); G. *Histiodella intertexta* An 1981(牙 2/5, 错综小帆牙形石); H. *Periodon aculeatus* Hadding 1913(牙 2/5, 刺状围牙形石); I. *Drepanodus arcuatus* Pander 1856(牙 2/6, 弯曲镰牙形石); J. *Dapsilodus mutatus* Branson & Mehl 1933(牙 2/7, 变异富牙形石); K. *Eoplacognathus pseudoplanus* Viira 1974(牙 2/7, 假平始盾牙形石); L. *Yaoxianognathus yaoxianensis* An 1985(牙 2/8, 耀县耀县牙形石)

图 3 牯牛潭组—宝塔组界线附近典型牙形石分子

Fig.3 Typical conodont near the boundaries of Guniutan Formation-Baota Formation

收缩极快,两侧扁平,一侧光滑无肋脊肋沟,另一侧由于齿锥前缘薄向内弯曲形成一个凹槽。锯齿细小、密集,基部高,基腔深,基部横截面呈不对称的三角形。缺少齿踵构造。

角齿牙形石属 *Cornuodus* Fahraeus 1966

长基角齿牙形石 *Cornuodus longibasis* Lindstrom 1955(图 3-D)

单锥型牙形石,非膝状,两侧不对称。齿锥细长,较直的齿锥直立。基部长,和齿锥长度相当,基部向反口缘均匀膨胀发育。基部发育肋脊,并向上延伸至齿锥部分,一侧基部中央发育一条细肋脊,另一侧基部发育两条肋脊。基腔深达基部与齿锥的连接处,反口缘呈方圆形。

尖牙形石属 *Scolopodus* Pander 1856

华美尖牙形石 *Scolopodus rex* Lindstrom 1955(图 3-E)

单锥型牙形石,非膝状,两侧对称,前倾至直立。齿锥较粗,齿锥与基部分化不明显,齿体靠后方发育一个肋脊,向下延伸到反口缘中央靠后的位置。基部短,基腔呈圆锥形,反口缘为亚圆形。

波罗的牙形石属 *Baltoniodus* Lindstrom 1971(图 3-F)

Trichonodelliform 分子具有 2 个侧齿突,齿突

上发育锯齿,锯齿大小相等,齿体不对称。

小帆牙形石属 *Histiodella* Harris 1962

错综小帆牙形石 *Histiodella intertexta* An 1981(图 3-G)

齿片型牙形石,齿体中下部最厚,侧视大约呈矩形。前口缘具锯齿,锯齿密集,后口缘斜,锯齿密集、小,锯齿中下部融联,顶尖分离。基腔浅,向两侧延伸呈裂缝状。

围牙形石属 *Periodon* Hadding 1913

刺状围牙形石 *Periodon aculeatus* Hadding 1913(图 3-H)

本器官属是由 *prioniodiform*, *tortili form*, *falodiform* 和 *multiramiform* 分子组成的过渡系列。

Prioniodiform 分子为器官属种的 P 型分子,梳型分子。主齿长,向后弯曲,齿体玻璃质含量高。前、后齿突上均发育较多的细齿,细齿下部融合,上部细尖分离。基腔开阔,呈圆锥状。

Falodiform 分子为该器官属中的 M 型中间分子。前基角上有较多的细齿,反口缘呈波状弯曲,后齿突呈舌状,无细齿。

Tortili form 分子为该器官属中的 M 型中间分子,锄状分枝型分子。主齿细长,后齿突上细齿后

倾,大小分异度不如 *multiramiform* 分子明显,基腔呈低三角锥形。

Multiramiform 分子为翼状分枝型分子,该器官属中的 S 型过渡分子,具有 2 个短的前侧齿突,齿突上发育细小的细齿。后齿突发育,其上发育锯齿,锯齿多部分融联,大小分异显著,近末端锯齿最大,后齿突沿最大的锯齿延伸反方向发育一个扁平三角状的脊。

富牙形石属 *Dapsilodus* Cooper 1976

变异富牙形石 *Dapsilodus mutatus* Branson & Mehl 1933(图 3-J)

单锥型牙形石,齿锥粗,齿体后倾,非膝状,两侧不对称。齿体光滑或者发育纵向细纹,口缘与齿锥后缘相交小于 90°。前、后缘发育锐利的缘脊,一直延伸到反口缘。反口缘横截面呈两端尖的透镜状,

基部向上的收缩率大于齿锥部分,基部向后延伸。基腔深。

始盾牙形石属 *Eoplacognathus* Hamar 1966

假平始盾牙形石 *Eoplacognathus pseudoplanus* Viira 1974(图 3-K)

左旋型 *ambalodiform* 分子:齿体拱起,由 3 个突起组成,前突起长宽。突起上发育锯齿列,位于各突起的中央。前突起和后突起略成 50°的交角。

耀县牙形石属 *Yaoxianognathus* An 1985

耀县耀县牙形石 *Yaoxianognathus yaoxianensis* An 1985(图 3-L)

Ozarkodiniiform 分子齿体较高,前齿片明显大于后齿片。前齿片的锯齿由前端向后逐渐增加倾斜度,大小不同,后齿片上具有 2~3 个锯齿。主齿呈矢状,主齿下方的基部稍微膨胀。

表 1 奥陶纪牯牛潭组和宝塔组岩性分界处牙形石一览^[22]

Table 1 List of lithologic boundaries at Ordovician Guniutan Formation and Baota Formation

地层岩性	序号	样品编号	化石名称	牙形石亚带	牙形石带
宝塔组 龟裂纹 灰岩	1	牙 2/10	<i>Periodon aculeatus</i> Hadding 1913		
	2	牙 2/9	<i>Periodon aculeatus</i> Hadding 1913		
	3		<i>Dapsilodus mutatus</i> Branson & Mehl 1933		<i>Prioniodus lingulatus</i> 带
	4	牙 2/8	<i>Yaoxianognathus yaoxianensis</i> An 1985		
	5		<i>Eoplacognathus pseudoplanus</i> Viira 1974		
	6	牙 2/7	<i>Periodon aculeatus</i> Hadding 1913	<i>Eoplacognathus reclinatus</i> 亚带	
	7		<i>Dapsilodus mutatus</i> Branson & Mehl 1933	<i>Eoplacognathus reclinatus</i> 亚带	
	8		<i>Drepanodus arcuatus</i> Pander 1856	<i>Eoplacognathus foliaceus</i> 亚带	
	9	牙 2/6	<i>Periodon aculeatus</i> Hadding 1913	<i>Eoplacognathus foliaceus</i> 亚带	<i>Pygodus serrus</i> 带
	10		<i>Pygodus serrus</i> Hadding 1913	<i>Eoplacognathus foliaceus</i> 亚带	
牯牛潭组 瘤状灰岩	11	牙 2/5	<i>Periodon aculeatus</i> Hadding 1913	<i>Eoplacognathus foliaceus</i> 亚带	
	12		<i>Histiodela intertexta</i> An 1981	<i>Eoplacognathus suecicus</i> 亚带	<i>Amorphognathus variabilis</i> - <i>A. antivaribilis</i> 带
	13		<i>Scolopodus</i> Pander 1856		
	14	牙 2/4	<i>Baltoniodus</i> Lindstrom 1971		
	15		<i>Belodella fenxiangensis</i> An 1981		
	16	牙 2/3	<i>Cornuodus longibasis</i> Lindstrom 1955	<i>A. antivaribilis</i> 亚带	
	17		<i>Scolopodus rex</i> Lindstrom 1955	<i>A. antivaribilis</i> 亚带	
	18		<i>Scolopodus</i> Pander 1856	<i>A. antivaribilis</i> 亚带	<i>Amorphognathus variabilis</i> - <i>A. antivaribilis</i> 带
	19	牙 2/2	<i>Protopanderodus rectus</i> Lindstrom 1955	<i>A. antivaribilis</i> 亚带	
	20		<i>Protopanderodus xiamingensis</i> An 1984		
	21	牙 2/1	<i>Protopanderodus xiamingensis</i> An 1984		

4 讨 论

樊茹等^[23]对 *Pygodus serra* 间隔带做过总结,该带以 *P. serra* 的出现为底界,以 *Pygodus anserinus* 出现为顶界;带化石 *P. serra* 由 Hadding 于 1913 年命名的 *Arabellittes serra* 发展而来,在以往文献中也称 *Pygodus serrus*^[24-26]。在对湖北宜昌地

区中—上奥陶统庙坡组生物地层研究中,庙坡组(O₂₋₃m)以 *Pygodus ansennus* 带的发育作为其牙形石底带,但不到顶^[27]。该带包括了牙 2/5 开始见有的 *Eo. Foliaceus* 亚带分子(表 1,图 3),而张建华等^[28]将该牙形石亚带作为庙坡组开始沉积的标志,说明 *Pygodus serra* 牙形石带仅出现于中—上奥陶统庙坡组中。

通过鉴定结果可以看出,代表庙坡组初始沉积的 *Pygodus serra* 牙形石带 *Eo.Foliaceus* 亚带在该剖面中于牯牛潭组顶部即开始出现,说明牯牛潭组顶部即开始了相当于庙坡组沉积期的物源堆积;至宝塔组底部仍可见该牙形石带分子,证明庙坡组沉积期至宝塔组底部物源堆积时尚未结束。由此可见受古地理、古环境影响,区域上庙坡组深色泥质岩系沉积期内(O_{2-3})于鄂西南宣恩地区则是碳酸盐岩沉积,同时亦表明在该地区牯牛潭组仍属于中奥陶世(O_2g),宝塔组因兼有庙坡组中奥陶世沉积其时代应为中一晚奥陶世($O_{2-3}b$)。

样品处理和鉴定得到中国地质大学(武汉)王永彪教授的指导与帮助,图像采集得益于湖北地质调查院杨成同志的帮助,野外工作中得到了武汉地质调查中心段其发教授的大力支持,在此一并致以诚挚的谢意。

参考文献:

- [1] 张文堂,李积金,钱义元,等.湖北峡东寒武纪及奥陶纪地层[J].科学通报,1957,8(5):145-146.
- [2] 李四光.长江峡东地质及峡之历史[C].中国地质学会志,1924,3(4):1-22.
- [3] 湖北省地质调查院.湖北省地质志[R].武汉:湖北省地质调查院,2017.
- [4] 汪啸风.中国南方奥陶纪构造古地理及年代与生物地层的划分与对比[J].地质学前沿,2016,23(6):253-267.
- [5] 陈旭,戎嘉余,张元东,等.奥陶纪年代地层学研究评述[J].地质学杂志,2000,24(1):18-27.
- [6] 卢衍豪.中国南部奥陶纪地层的分类和对比[C].中国地质学基本资料专题总结论文集,第2号.北京:地质出版社,1959:1-113.
- [7] 葛梅钰.鄂西中奥陶庙坡组中的笔石: I [J].古生物学报,1963,11(1):71-87.
- [8] 葛梅钰.鄂西中奥陶统庙坡组中的笔石: II [J].古生物学报,1963,11(2):240-261.
- [9] 宋妍妍,张元东,张举.浙西赣东北奥陶纪达瑞威尔晚期—桑比早期笔石序列新探[J].地层学杂志,2013,37(2):144-154.
- [10] Chen X, Bergström S M, Zhang Y D, et al. Upper Ordovician (Sandbian-Katian) graptolite and conodont zonation in the Yangtze region, China [J]. Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh, 2011, 101(2): 111-134.
- [11] 林天瑞,彭善池,李越.峡东地区庙坡组栉虫类、宝石虫类和斜视虫类三叶虫[J].古生物学报,2000,39(2):205-216.
- [12] 彭善池,林天瑞,李越.峡东地区庙坡组球节虫类及其它多节类三叶虫[J].古生物学报,2001,40(1):1-19.
- [13] 陈孝红,王传尚,张森.重庆城口蓼子口奥陶系庙坡组几丁虫[J].地层学杂志,2004,28(3):230-234.
- [14] Liang Y, Tang P, Zhan R B, et al. New data of early Late Ordovician chitinozoans from the Miaopo Formation at Jieliang, Yichang, central China [J]. GFF, 2014, 136(1): 162-166.
- [15] Zhan R B, Jin J S. Ordovician-Early Silurian (Llandovery) stratigraphy and palaeontology of the Upper Yangtze Platform, South China [M]. Beijing: Science Press, 2007: 1-169.
- [16] 燕夔,李军.湖北宜昌奥陶系庙坡组疑源类[J].微体古生物学报,2007,24(4):422-433.
- [17] 方翔,陈挺恩,宋妍妍,等.湖北远安上奥陶统庙坡组鸚鵡螺动物群[J].地层学杂志,2015,39(2):135-141.
- [18] 宋妍妍,张元东,王志浩,等.中扬子区奥陶系庙坡组底界穿时的生物地层学证据[J].地层学杂志,2018,42(2):128-145.
- [19] 牟传龙,葛祥英,许效松,等.中上扬子地区晚奥陶世岩相古地理及其油气地质意义[J].古地理论,2015,16(4):427-441.
- [20] 周向辉,李朋,张翔阳,等.湖北省 1:5 万《高店子、野三关、清太坪、枝枬坪幅》区域地质调查报告[R].武汉:湖北省地质调查院,2015.
- [21] 石先滨,翁茂芝,罗红,等.湖北省 1:5 万《三岔、红土溪、官店口、万寨、椿木营、下坪幅》区域地质调查报告[R].武汉:湖北省地质调查院,2017.
- [22] 安太萍.中国南部早古生代牙形石[M].北京:北京大学出版社,1987.
- [23] 樊茹,卢远征,张学磊,等.贵州习水奥陶系牙形石生物地层[J].地层学杂志,2015,39(1):15-33.
- [24] 安太萍,郑昭昌.鄂尔多斯盆地周缘的牙形石[M].北京:科学出版社,1990:9-127.
- [25] 王成源.下扬子地区牙形刺:生物地层与有机质成熟度的指标[M].北京:科学出版社,1993:16-52.
- [26] 赵自强,邢裕盛,马国干,等.长江三峡地区生物地层学[M].北京:地质出版社,1985.
- [27] 梁艳,唐鹏,吴荣昌,等.湖北宜昌中—上奥陶统庙坡组几丁虫生物地层[J].地层学杂志,2015,39(2):142-155.
- [28] 张建华,陈均远.牯牛潭组与庙坡组的界线[J].地层学杂志,1992,16(3):191-196.