

# 神农架成冰系“南沱组”宏观藻应属大塘坡组的新证据

旷红伟<sup>1</sup> 柳永清<sup>1</sup> 彭楠<sup>1</sup> 朱志才<sup>2</sup> 王玉冲<sup>2</sup> 范正秀<sup>2</sup>  
夏晓旭<sup>2</sup> 宋换新<sup>3</sup> 唐永<sup>3</sup> 陈骁帅<sup>1</sup> 郑行海<sup>2</sup>

(1. 中国地质科学院地质研究所, 北京 100037; 2. 中国地质大学(北京), 北京 100037; 3. 长江大学, 湖北 武汉 430100)

## Benthic macroscopic phototrophs of the Cryogenian in Shennongjia that survived in interglacial period between Sturtian and Marinoan glaciations

KUANG Hongwei<sup>1</sup>, LIU Yongqing<sup>1</sup>, PENG Nan<sup>1</sup>, ZHU Zhicai<sup>2</sup>, WANG Yuchong<sup>2</sup>, FAN Zhengxiu<sup>2</sup>,  
XIA Xiaoxu<sup>2</sup>, SONG Huanxin<sup>3</sup>, TANG Yong<sup>3</sup>, CHEN Xiaoshuai<sup>1</sup>, ZHENG Hanghai<sup>2</sup>

(1. Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037, China; 2. China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 3. Yangtze University, Wuhan, 430100, Hubei, China)

## 1 研究目的(Objective)

Ye et al.(2015)在 Geology 上报道,华南神农架“Marinoan 南沱组下部冰碛岩中黑色页岩夹层内”保存大量复杂形态的同冰期海洋底栖宏观藻炭质印模化石,引起国际同行强烈反响。然而笔者研究团队近期研究查明,Ye et al. (2015)报道的宏观藻炭质印模化石并非是 Marinoan 冰期的产物,而是产在 Sturtian 古城组和 Marinoan 南沱组之间的大塘坡组间冰期炭质泥页岩中,并且神农架地区发育与扬子其他地区南华系可对比的相同地层与沉积序列。

## 2 研究方法(Methods)

在神农架区域地质调查基础上,通过大量南华系剖面的系统路线调查和填图、大比例尺剖面详测和区域对比,采集常微量、稀土元素和碳-氧等稳定同位素测试样品,开展地层与沉积地球化学特征的分析研究和区域对比,由此重新厘定和建立了神农架南华系至埃迪卡拉系的地层-沉积格架(图1)。

## 3 研究结果(Results)

本文及他人近期研究再次分别证实神农架地区发育完整的南华系两期冰期和典型的间冰期(地层)(图1)。

Ye et al.(2015)报道的宏观藻化石剖面位于神农架松柏—宋洛公路温河村路旁(图1a)。剖面底部

为未见底的古城组块状粗中砾冰碛岩,整合其上为13 m厚的深灰色、灰色含炭质粉砂质泥岩、页岩,为大塘坡组间冰期沉积物,顶部为百余米厚南沱组块状巨粗砾冰碛岩整合覆盖(图1c)。且后者顶部与陡山沱组(1段)盖帽白云岩整合接触。因此,该剖面显示了冰期古城组—间冰期大塘坡组—冰期南沱组的完整地层层序。丰富宏观藻化石仅发育于大塘坡组下部1.15~6.00 m地层厚度区间的水平层理、富炭质粉砂质泥页岩中,这些宏观藻主要是炭质印模化石(图1d),据研究主要为底栖宏观藻,如 *Chuarina* sp., *Vendotaenia*, *Baculiphyca* 和 *Enteromorphites* sp. 等。上部6.15~13.00 m厚含炭粉砂质泥岩中罕见化石。此外,该剖面碳同位素分析显示古城组和南沱组都表现为极明显巨幅 $\delta^{13}\text{C}$ 负漂移( $-6\text{‰}_{\text{PDB}}\sim-12\text{‰}_{\text{PDB}}$ ),大塘坡组则仅为 $0\sim1\text{‰}_{\text{PDB}}$ 低正值,但后者的CIA指数( $60\%\sim70\%$ )却明显高于古城组和南沱组( $50\%\sim60\%$ )(图1c)。

神农架西南大九湖—高桥河一带的南华系地层序列更为完整、连续,沿神农顶—大九湖公路临近大界岭处也出露一段连续的古城组顶部—大塘坡组—南沱组下部的剖面。剖面下部为浅灰色或淡紫色纹层状细粒冰碛岩,波状或水平—平行层理,局部小型交错层理,砾径不一的坠石十分发育,底部发育十余米厚丰富的冰湖同沉积冻融构造;中部大塘坡组为深灰色或黑色纹层状含钙粉砂质泥页岩,但未见藻化石,厚约18 m;上部为几十米厚南沱组块

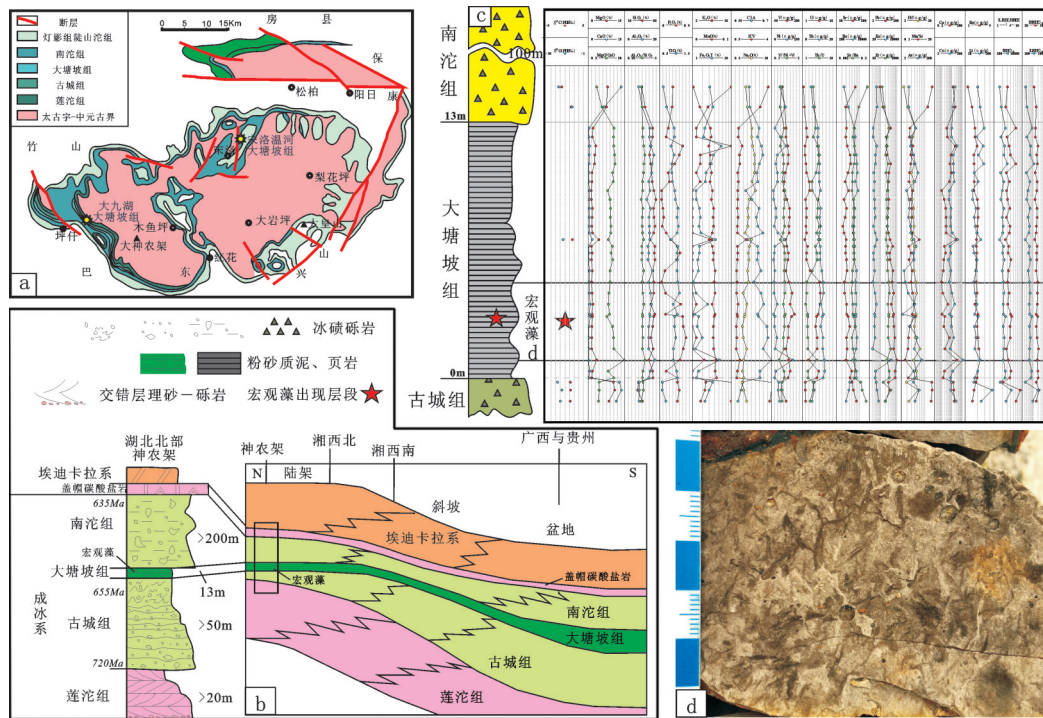


图1 神农架和华南地区南华系地层-沉积格架  
Fig.1 Correlation of the Cryogenic successions in South China

状巨粗砾冰碛岩。地球化学分析显示,大塘坡组富锰铁质,CIA指数(60%~70%)明显高于古城组和上覆南沱组冰碛岩(50%~60%),碳同位素的低负-低正值( $-1\text{‰}_{\text{PDB}}\sim-1\text{‰}_{\text{PDB}}$ )也与古城组和南沱组冰碛岩( $-6\text{‰}_{\text{PDB}}\sim-12\text{‰}_{\text{PDB}}$ )的巨幅负漂移差异明显。

前人大量研究证实,新元古代中期至南华纪时期的华南中上扬子地区为一巨型裂谷盆地。从扬子北缘至东南缘发育陆架-斜坡-盆地环境并由下至上发育古城组、大塘坡组(间冰期)和南沱组及上覆埃迪卡拉系陡山沱组和灯影组(图1b)。虽然南华纪间冰期大塘坡组沉积厚度较薄,但它是Sturtian和Marinoan冰期间的冰消期海平面上升的产物,不仅区域延伸稳定,而且从盆地上超到陆架,且普遍含锰或富集锰矿。神农架南华系两次冰期和间冰期沉积完全可以和华南广大地区对比。同时,神农架地区大塘坡组属于陆架潮坪相,报道的宏观藻化石剖面属于滨海潟湖-沼泽与透光环境,极有利生物的光合作用和繁衍生存,但大界岭一带则位于相对较深水环境(含锰),因而未见宏观藻类(化石)发育。

#### 4 结论(Conclusions)

综上所述,Ye et al.(2015)的宏观藻化石并非位于

南沱组(冰碛岩内夹层),而是发育于古城组和南沱组之间的大塘坡组间冰期浅海陆架沉积物中。浅海大陆架受冰川作用明显,冰期海平面下降会导致浅水陆架局部或部分暴露,间冰期的海平面上升又会恢复为浅海环境;同时冰川消退期间(间冰期)的大陆架可以接受河流带来的大量营养物质;且在开阔陆架浅水环境,光照充足,温度适宜,是底栖藻类栖息的理想生态环境。

#### 5 致谢(Acknowledgement)

本文由国家重点研发计划深地资源勘查开采重点专项(2016YFC0601001)、中国地质调查局项目(121201102000150010-1)、国家自然科学基金项目(41472082)及全国地层委与神农架地质公园项目等共同资助。研究同时得到王泽九研究员,瞿乐生教授级高工,张清泉高工,刘海、范久琳工程师,耿元生、刘鹏举研究员,曹威、王志先等的热心指导和大力协助,在此一并表示衷心感谢。

第一作者:旷红伟,女,1969年生,博士,教授,研究方向为地层学与沉积学;E-mail: kuanghw@126.com。

通讯作者:柳永清,男,1960年生,研究员,博士,研究方向为地层学与沉积大地构造;E-mail: liuyongqing@cags.ac.cn。