



状灰岩、生屑粒泥状灰岩夹少量页岩，生屑含量 20%，底部，主要为棘屑，占 15%，其次为三叶虫、介形类，少量腹足类、钙藻 *Eoglonilina* 和 *Mastopora*；似瘤状泥灰岩中含少量三叶虫、介形类、棘屑，偶见类似管孔藻、粗枝藻、球松藻类的碎屑和蓝菌类粘结形成的团块。

2) 浅紫灰色薄层状藻屑或藻团块泥粒状灰岩、藻屑砂屑泥粒灰岩夹泥状灰岩、粉屑泥状灰岩和隐藻粘结岩，形成良里塔格组第 1 期藻丘以及向南相变的藻屑、鲕粒滩；藻丘中见钙藻 *Vermiporella*、*Halysis* 和其他藻团块，其它少量的生屑，如三叶虫、介形类、棘皮类碎屑，偶见苔藓虫、双壳类、腹足类。

3) 暗灰色薄层状泥状灰岩，泥质条带中含微晶菱形白云石晶粒。

4) 暗灰色中薄层状含藻屑粒泥状灰岩、藻屑泥粒灰岩夹泥状灰岩，*Verminopora*、*Girvanella* 占优势，偶见介形类和腹足类，而棘皮类、苔藓虫相对稀少。

良里塔格组沉积早期海平面相对平稳，该组下段沉积开始于富泥的瘤状灰岩，泥质条带或泥质薄层发育，良里塔格组下段沉积的晚期进入海水相对变浅的环境，钙藻类较繁盛，出现第 1 期造礁，并形成北区的小型藻丘和南区的砂屑浅滩或鲕粒浅滩；下段沉积末期形成瘤状灰岩局部夹薄层（毫米级厚度）的泥岩；上段沉积开始海平面下降，陆续形成第 2 期和第 3 期藻丘建造。

按目前国际一级的划分标准，晚奥陶世凯迪早期的 Guttenberg Isotope Carbon Even（简称 GICE，Guttenberg 是瑞典地名）和奥陶纪末赫南特期的 Hirnantian Isotope Carbon Event（简称 HICE）的碳同位素事件。其中第一次正漂移可从北美穿越大西洋对比到北欧波罗的海斯堪迪纳维亚地区，可弥补牙形石生物地层学对比精度的缺陷。当前在北美、北欧地区的数条剖面均已得到确证。HICE 在亚洲的华南、古极地附近的俄罗斯乌拉尔地区亦均见记录。其实首次报道上奥陶统第一次 $\delta^{13}\text{C}$ 正漂移事件结果（即 Guttenberg 正漂移事件）的资料来源于中国学者 20 世纪 80 年代对塔里木的柯坪地块上奥陶统其浪组；近年来在华南扬子区多个地点中已识别出 $\delta^{13}\text{C}$ 的正漂移事件；目前在塔里木板块中央隆起区的巴楚剖面也识别出这次正漂移。

这次正漂移事件弥补了以区域海平面变化对比地层时代的不足之处，塔里木的柯坪和巴楚这时的区域海平面变化是不一致的。同期柯坪地区海水推进占据了前一时期浅海滞留盆地的位置，也达到奥陶纪最大海进，在生物组合上显示为深水相。但在巴楚的良里塔格组出现藻礁建造，显示为海退，这一时期海进吻合于当时处于温暖古气候时期，是奥陶纪末赫南特期冈瓦那大陆冰川事件到来前的暖事件（Boda 事件），以珊瑚-层孔虫造礁群落起源为证据。区域性构造抬升造成了巴楚与扬子区、柯坪地块的深度变化序列是有差异的，生物地层学和岩相变化序列对比存在弱点，而华南和塔里木地区的 $\delta^{13}\text{C}$ 的正漂移事件与北美和北欧的对比显示了一致性，解决了生物地层学的资料的不足，也为将来进一步综合分析全球海洋化学事件控制的沉积环境在不同地区的演化提供了佐证。

关键词 岩相组合 GICE 事件 晚奥陶世 良里塔格组 塔里木板块

[71]

四川华蓥地区五峰组、龙马溪组黑色页岩的笔石生物地层研究

孙宗元^{1,2)} 樊隽轩¹⁾ 陈清³⁾

1) 中国科学院南京地质古生物研究所，现代古生物学和地层学国家重点实验室，南京 210008，

2) 中国科学院大学，北京 100049；

3) 中国科学院南京地质古生物研究所，中国科学院资源地层学与古地理学重点实验室，南京 210008



奥陶纪末至志留纪初, 在扬子地台区广泛发育了五峰组和龙马溪组富含笔石的黑色页岩地层。这两套黑色笔石页岩有机质含量较高, 是我国华南古生代重要的烃源岩之一, 特别是在四川盆地, 其往往作为页岩气勘探的目标层位。

过去几十年里, 在扬子台地的多个地区, 奥陶-志留系界线研究取得了一系列重要成果。而四川盆地中心区域, 由于地层出露不佳, 导致对其认识尚不完全清楚。华蓥山是其中较少的出露奥陶-志留系界线地层的地区之一。常隆庆和罗正远(1933)最早报道了华蓥山奥陶系-志留系的存在, 李春昱等(1943)随后对其中的志留系进行了工作。之后, 在接下来的70多年里, 对华蓥山奥陶-志留系生物地层等方面的研究相对较少。

最近, 我们对华蓥地区一口钻井的井下岩芯材料, 开展了生物地层研究工作。该钻井打穿了龙马溪组和五峰组的地层, 其中, 五峰组的黑色页岩受到构造破坏严重, 其顶部可能存在沉积缺失, 但是具体情况尚不明确。我们又在龙马溪组采集和鉴定了13块带有笔石标本的岩芯样品, 识别出3个笔石带, 自下而上依次为: *Demirastrites triangulatus* 带、*Stimulograptus sedgwickii* 带和 *Spirograptus guerichi* 带。这一鉴定结果表明, 该钻井龙马溪组下段与五峰组之间为假整合接触, 其间可能缺失了 *Coronograptus cyphus* 带、*Cystograptus vesiculosus* 带、*Parakidograptus acuminatus* 带、*Akidograptus ascensus* 带、*Normalograptus persculptus* 带。

在钻井周边地区, 地层的连续性存在明显不同。其中, 在李子垭剖面类似的沉积缺失现象十分明显: 五峰组与龙马溪组之间可识别沉积间断与古风化壳; 而李子垭以南20公里的阎王沟剖面, 五峰组-观音桥层-龙马溪组为连续沉积。因此当时成都古陆的边缘可能处于李子垭与阎王沟之间。

华蓥钻井及李子垭剖面在五峰组和龙马溪组之间均存在明显的沉积间断现象, 其间断规模甚至比同时期湘鄂西水下高地更大。

关键词 华蓥 龙马溪组 黑色页岩 笔石 生物地层

[72]

奥陶纪末古环境演化对上扬子地区页岩有机碳聚集的影响

祝海华 张廷山 伍坤宇

西南石油大学地球科学与技术学院

奥陶纪-志留纪之交为地史上重大地质事件转折期之一, 包括冰川事件、海平面剧烈变化、生物大灭绝以及全球性的碳同位素正偏, 而伴随奥陶纪末期冰川事件而沉积的一套五峰组-龙马溪组黑色页岩是目前我国主要的页岩气产层。本次研究主要利用滇黔北地区页岩气钻井连续取芯资料, 根据岩相、有机碳同位素、微量元素等数据分析了南半球的冰川事件是否影响到上扬子地区环境和黑色页岩有机碳的发育与分布。

在晚奥陶-早志留之交, 受瑞亚克洋扩张的影响, 华南地块已经漂移至赤道附近。从凯迪期到鲁丹早期, 扬子海一直被古陆和水下高地所环绕, 与大洋的水体交换受阻, 在间冰期高生产力和分层的海水会使得底部水体缺氧, 形成富有机质页岩; 而在冰期由于生产力降低和海水垂向循环畅通, 使得海底通气, 形成正常的氧化环境, 并发育了大量的底栖冷水生物。