

# 中国南方晚古生代 深水碳酸盐岩及控油气性<sup>①</sup>

侯方浩 方少仙 张廷山 董兆雄

(西南石油学院)

吴 诒<sup>②</sup>

(广西地质研究所)

**提要** 晚古生代华南陆块西南部位于被动陆缘和陆内, 早泥盆世开始, 裂离和裂陷运动最终使之形成连陆台地、孤立台地和台缘斜坡-台间海槽相间排布的古地理格局, 晚石炭世至早三叠世, 槽、台格局分布区收缩, 仅限于滇东、桂西、桂中和黔南地区。已总结出裂陷区碳酸盐岩综合沉积模式。台缘中、下斜坡沉积厚度大, 最有利烃源岩发育, 台间海槽亦有烃源岩形成。跌积边缘型中斜坡剖面大量原生与次孔隙中有丰富的沥青充填。沉积边缘型剖面某些层段粒间、亮晶间亦见沥青充填。故应对深水碳酸盐岩中的油气勘探予以重视。

**关键词** 裂离 裂陷 深水 碳酸盐岩 控油气性 晚古生代 中国南方

**第一作者简介** 侯方浩 男 60岁 教授 沉积地质学

## 前 言

七十年代, 随着世界范围内对大陆边缘能源勘探及对海洋环境的开发和利用, 人类对海洋斜坡及深盆环境沉积物研究的兴趣与日俱增, 深海钻探计划提供了这些环境中近代碳酸盐沉积物的直接证据。运用硅质碎屑重力流沉积物研究成果的对比, 人们认识到, 海洋斜坡及深盆环境同样是深水碳酸盐岩沉积物的沉积和消耗的积极性场所。对墨西哥湾波萨卡里大油田白垩系塔马勃拉粗碎屑石灰岩储层被重新解释为沿黄金巷陡崖向西的台地边缘重力流沉积灰岩相。1975年4月8-9日在美国达拉斯由SEPM和AAPG联合召开了盆地碳酸盐会议, 并于1977年出版了会议论文集。据当时统计, 碳酸盐岩的67%是深水沉积或浅水堆积经改造搬运到深水环境中再沉积的。标志着碳酸盐岩的研究已从浅水向深水领域进军。

我国深水碳酸盐岩的研究始于七十年代末期, 西南石油学院碳酸盐岩研究室和石油勘探开发研究院碳酸盐组联合对滇黔桂三省间的南盘江拗陷区晚古生代和早三叠世深水碳酸盐岩进行了区域性的研究; 翻译了深水碳酸盐岩论文集。1983年, 由中国沉积学会、中国石油学会和广西石油学会联合召开了“浊流沉积野外考察学术交流会”, 笔者受托率与会代表考察了桂西北上古生界和三叠系的浊流沉积, 也包括各类深水碳酸盐岩的观察, 推动了我国深水碳酸盐岩研究工作的开展。十余年

①国家自然科学基金资助项目

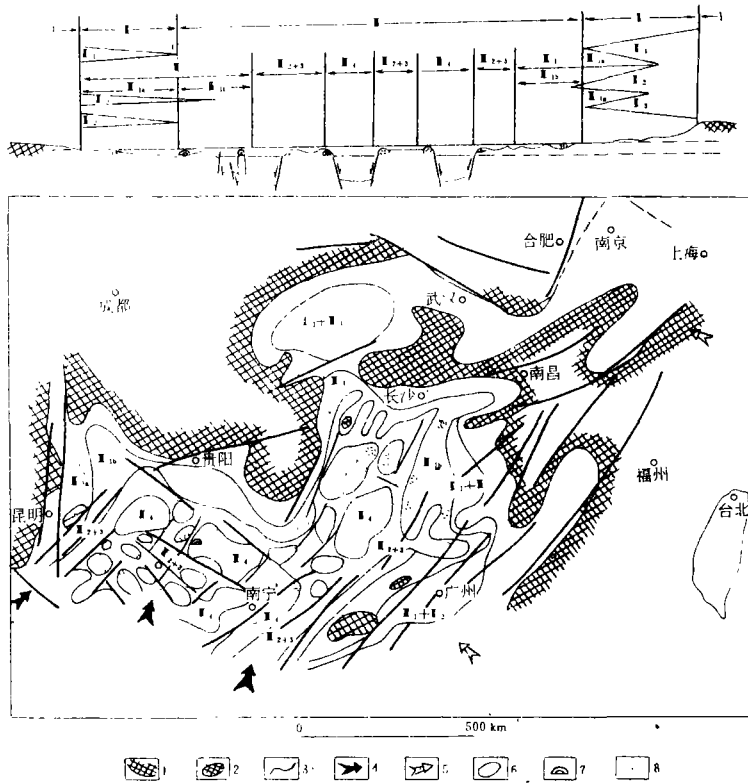
②参加本研究课题的尚有黄继群、高卫东及部分研究生和毕业生

来,不少科研、教学和生产部门相继开展了这一领域的研究,已有一批可喜的成果问世。

我国南方滇东、黔南、广西、粤北、湘中南等地区上古生界地层中的均有深水碳酸盐岩分布,尤以西南地区的滇东、黔南和广西发育,并可延续到下三叠统,堆积厚度大(如广西田林县一乐业县间的浪平孤立台地南缘,仅石炭系和下二叠统沉积边缘型剖面厚度已达2200m以上)。地面露头中已发现油苗和沥青点近百处,其中广西河池拉朝泥盆系地层中已开采炭沥青六万顿以上,其频率远高于台地相碳酸盐岩,在桂南也有不少磷、锰、矾等矿床。此外,在不少地点的深水碳酸岩及伴生岩类中已发现金、铜存在。因之,在我国南方,特别是西南地区,深入开展深水碳酸盐岩的研究,不仅具有重要的地质理论意义,也必将对该区的油气及其它矿产资源的勘探和开发带来巨大的经济效益。

### 一、深水碳酸盐岩发育的地质背景

晚古生代时,滇东、广西、黔南、粤北及湘赣的中南部位位于华南陆板块的南和西南部被动大



(据西南石油学院碳酸盐岩研究室, 1985年资料略有修改)

- 1. 陆区 II. 过渡区 II<sub>1</sub>. 碎屑海岸 II<sub>2</sub>. 三角洲 II<sub>3</sub>. 沼泽平原 III. 海区 III<sub>1</sub>. 连陆碳酸盐岩台地 III<sub>1a</sub>. 连陆内缘碳酸盐岩台地 III<sub>1b</sub>. 连陆外缘碳酸盐岩台地 III<sub>2</sub>. 台缘斜坡 III<sub>3</sub>. 台间海槽 III<sub>4</sub>. 孤立碳酸盐岩台地
- 1. 剥蚀区 2. 海岛 3. 界线 4. 海侵方向 5. 物源方向 6. 孤立台地 7. 生物礁 8. 滩

图 1 上部为中国南方上古生界沉积环境模式, 下部为中国南方晚泥盆地主要断裂分布及古地理图

Fig. 1 Upper Paleozoic sedimentary environment models of South China (Upper)  
Late Devonian paleo-geographic and tectonic map of South China (Below)



由于连陆台地、孤立台地和台间海槽间均为深断裂控制,台间海槽距离较小,这就决定了台缘斜坡的宽度相对较窄、斜坡坡度较陡,加上频繁的构造运动和风暴等事件的影响,台缘有时发育了生物礁,致使台缘斜坡地带碳酸盐重力流沉积物十分发育,并可延伸入狭长的台间海槽,与槽内“半远洋”,“远洋”沉积物及沿深断裂喷发的火山凝灰物质组成互层,夹层或混积层。

裂离和裂陷的发生、发展、延续乃至消亡并不是同步的,这就造成台间海槽和台缘(包括孤立台地和连陆台地)斜坡的环境不一致,相应地,深水碳酸盐岩沉积剖面结构亦各具特色。图2是我国南方泥盆纪台间海槽横向发育对比图,从图中看出,除钦州为志留系以来的继承性残余海槽外,裂陷海槽首先在陆缘区的滇东南及桂西、桂中南一带发生。向陆内区,特别是向东北方向,裂陷海槽发生的时间是不断滞后的。湘中南于晚泥盆世初才出现,仅很短时间即又不断地向陆缘方向收缩,到晚石炭世,桂东北地区槽台相间的古地理格局已经消失。经早二叠世末的东吴运动后,钦州继承性残余海槽已不复存在。最终只剩下滇、黔、桂三省间的南盘江拗陷区保存这一古地理格局,并可延续至中三叠世。

相应的,陆缘区的裂离强烈,裂陷槽的深度大,整个晚古生代构造运动频繁,沿断裂带有长期的火山活动史,晚二叠世(可延续到早三叠世印度期)尤为剧裂。由深断裂围限的孤立台地数量多、面积小,沿主断裂带的台缘斜坡陡峻,常发育巨厚的跌积边缘型碳酸盐重力流沉积。陆内区则相反,裂离强度较弱,裂陷槽的深度较小,无明显的火山活动,孤立台地数量相对较少而面积较大,台缘斜坡相对平缓,常发育成跌积-沉积边缘型或沉积边缘型沉积,剖面厚度亦相对较小。在连陆台地的边缘,构造运动相对较弱,连陆台地浅水区向斜坡方向大部分时间形成末端变陡的缓坡,在坡脚附近也形成沉积边缘型沉积。局部构造运动相对平静时期,随着斜坡地带沉积物的加积,竟可出现近于匀斜的缓坡,这时原地沉积的细屑碳酸盐岩的比例增加(如黔南的栖霞期)。看来,陆内区槽台相间古地貌的消失,除了构造运动较平静外,沉积物的超补偿加积是一个重要的原因。

晚石炭世的威宁期,在闽西的龙岩、长汀和粤南的广州、肇庆等地也出现过小的北东向的断陷海(凹)槽,并有少量深水碳酸盐岩堆积。

根据上述情况,我国南方上古生界的深水碳酸盐地层主要分布于滇东南,桂西和桂中南以及黔南地区。

## 二、中国南方晚古生代深水沉积环境和典型相剖面

深水环境是指风暴浪基面以下的沉积环境,包括孤立台地和连陆台地的台缘斜坡和台间海槽。根据剖面的岩石学、古生物学、古生态学,以及由此得出的古水文条件、古深度,结合剖面所处的古地理位置,台地边缘古地形特征,台间海槽的发育时间等因素,可以将深水沉积环境划分为表1中的各类亚环境。图3是各沉积亚环境的典型剖面实例,其特征概述于下。

### 1. 台间海槽

(1) 继承性深水台间海槽 志留纪已形成,海底位于碳酸盐补偿面之下,为停滞还原环境的欠补偿沉积,局部有等深流作用,水深500-1000m或更深。岩相主要为硅质岩和泥岩类,常含凝灰质或放射虫或硅质海绵骨针,泥岩有时含硅质或锰质、磷质。还有粒序层粉砂岩—泥岩及含砂屑生屑泥粒岩—灰泥岩的浊积岩及细粒砂岩—泥岩的等深积岩。颜色为黑灰、灰黑色;中、薄层状,具水平、沙纹、粒序层理。生物除游泳放射虫及部分骨针外,偶见牙形石,盲眼三叶虫、笔石、薄壳小腹足类。

(2) 较深水台间海槽 海底主要处于碳酸盐补偿面之下的停滞还原环境, 因间隙性浊流注入而充氧, 为欠补偿—补偿沉积, 有等深流作用, 水深 200—500m。岩相以硅质岩类为主, 次为硅质泥岩、凝灰岩、沉凝灰岩, 常含放射虫、硅质海绵骨针、竹节石、钙球及其它生屑。显深灰、黑灰色, 中、薄层状, 水平纹理发育, 还有粒序、沙纹层理及底模构造。除常见的上述浮泳生物外, 还含有孔虫、介形虫、薄壳小腕足类及来自台缘的浅水生物和生屑。

表 1 中国南方晚古生代深水沉积环境类型

Table 1 Late Paleozoic deep water sedimentary environments of South China

继承性深水台间海槽			
台间海槽	泥盆纪发育起来的	较深水台间海槽	
		较浅水台间海槽	
		较浅水静水台间海槽	
台内洼地: 台间海槽发育早期或收缩期发育的			
台缘斜坡	阶积边缘型	台缘为礁	
		台缘为粘结石	
		台缘为滩	
	沉积边缘型	较缓斜坡	台缘为礁
			台缘为礁
	较陡斜坡—台缘为滩		

(3) 较浅水台间海槽 海底位于风暴浪基面之下, 仍为停滞还原环境, 水深小于 200m。岩相以粒序层的含砾屑生屑泥粒岩(或颗粒岩)—粒泥岩—灰泥岩及角砾屑泥粒岩为主, 次为有时含竹节石或钙球的泥岩、泥粒岩、粒泥岩、“扁豆状”泥粒岩—钙质泥岩、含放射虫泥质硅质岩与硅质泥岩、粉砂岩及沉凝灰岩。显灰、深灰色。中层状为主, 还见透镜状、席状层, 不完整鲍玛序列, 生物薄纹层, 偶见沙纹层理及海底滑动变形层理, 底模、截切、角砾、扁豆状、泥质条带等构造。生物为台缘滩、礁再改造的棘屑、有机虫、腕足、蜒、层孔虫、珊瑚、枝状层孔虫及核形石、藻师屑、粘结石屑; *Nereites* 相遗迹化石, 还有浮游竹节石、钙球, 偶见槽内底栖有孔虫、薄壳小腹足类、介形虫、双壳类。

(4) 较浅水静水台间海槽 海底位于风暴浪基面之下, 水体停滞缺氧, 水深大于 200m。岩相以炭质泥岩占优势, 少量粉砂质泥岩, 含泥质细粉砂岩, 含锰质泥岩。显黑灰色, 发育水平及块状层理, 偶见沙纹层理及薄壳小双壳类。

## 2. 台内洼地

发育于台间海槽形成早期和收缩期, 海底位于特大风暴浪基面附近, 水体间隙性流动, 弱氧化、氧化。主要岩相有泥岩、粉砂岩、生屑泥粒岩、生屑、内碎屑组合的泥粒岩丘状层, 扁豆状泥粒岩—泥岩, 灰泥岩、角砾屑泥粒岩。灰至黄灰色, 具水平、斜交沙纹层理, 扁豆状、透镜状、条带状层理, 变形层理, 冲刷构造。生物为来自台地的浅水生物和生屑, 浮泳竹节石、钙球, 洼地内底栖腕足类, 双壳类、有孔虫、珊瑚等。

### 3.台缘斜坡

(1) 跌积边缘型 海底位于特大风暴浪基面之下,透光性差,由于重力流沉积物的不断注入,周期充氧,等深流改造不明显,斜坡坡度大于 $22^{\circ}$ 。呈灰至深灰色沉积层,发育厚层、块状层理,层理为不规则状、席状、透镜状,还有正、逆粒序,不完整鲍玛序列,截切、揉皱、角砾构造,偶见印模、小型峡谷和水道充填、泄水等构造,巨型同沉积交错层理,生物及生屑主要为来自台缘的棘屑、苔藓虫、腕足类、双壳类、介形虫、有孔虫、红藻、绿藻、管壳石、层孔虫、珊瑚、蠕。偶有浮游竹节石、放射虫、海绵骨针及斜坡的底栖生物。岩相视台缘沉积特征而不同。

①台缘为礁的跌积边缘型台缘斜坡岩相组合 来自台缘礁的角砾屑泥粒岩、内碎屑、生屑组合的颗粒岩为主,次为砂屑、生屑组合的粒序层颗粒岩或泥粒岩—粒泥岩,少量粒泥岩、灰泥岩、钙质泥岩。

②台缘为粘结岩的跌积边缘型台缘斜坡岩相组合 主要为正及逆粒序角砾屑泥粒岩与颗粒岩,正粒序角砾屑颗粒岩或泥粒岩—液化流泥粒岩或浊流泥粒岩;次为生屑砂屑颗粒—泥粒岩;少量灰流岩,含生屑粒泥岩,含凝灰质泥岩、棘屑泥粒—颗粒岩。角砾来自台缘粘结岩或台缘外侧粉生屑泥粒岩。

③台缘为滩的跌积边缘型台缘斜坡岩相组合 粒序层生屑砂屑颗粒岩—泥粒岩,夹来自滩及斜坡的角砾屑泥粒岩,含砾砂屑生屑颗粒岩,藻鲕、核形石、内碎屑组合的颗粒岩及粒序层颗粒岩、泥粒岩。

(2) 沉积边缘型 海底位于风化浪基面之下,特大风暴浪可能及斜坡上部,透光性差,由于浊流沉积物不断注入,周期性充氧,有等深流作用。沉积层为浅灰至深灰色,具薄至厚层状,正粒序,偶见逆粒序和牵引毯构造,不完整鲍玛序列、水平层理发育,少数为透镜状和席状层理,还有角砾、底模、海底滑动、截切、冲刷、生物扰动构造。泥盆系上部发育扁豆状、泥纹条带、假角砾构造,巨型同沉积交错层理。生物组合特征同跌积边缘型斜坡,台缘沉积特征不同岩相组合亦不同。

①台缘为礁的较缓斜坡的岩相组合 主要为粒序层砂屑生屑泥粒岩—粒泥岩,夹来自礁边缘的角砾屑泥粒岩,含细粒屑砂屑生屑颗粒岩—泥粒岩,含生屑灰泥岩,内碎屑、藻鲕组合的颗粒岩或泥粒岩—灰泥岩。

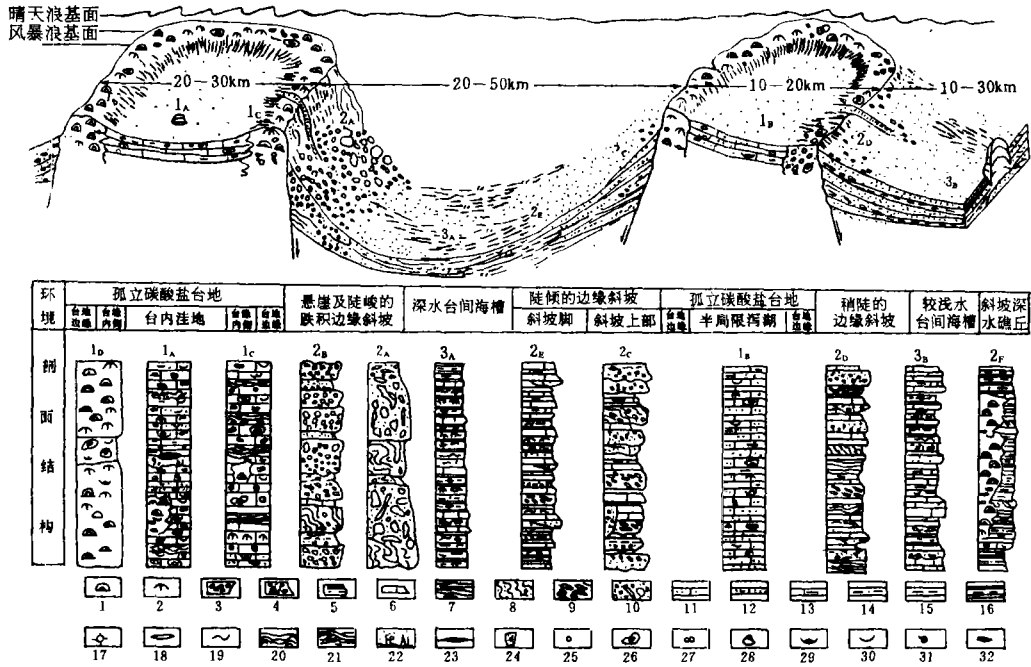
②台缘为滩的较缓斜坡的岩相组合 粒序层砂屑生屑粒泥岩—灰泥岩为主,夹来自滩边缘的角砾屑泥粒岩,偶夹生屑砂屑颗粒岩—粒泥岩,还有扁豆状、泥纹条带粒序层泥粒岩—灰质泥、粒泥岩、灰泥岩。

③较陡斜坡的岩相组合 灰泥岩、假角砾状泥粒岩、粒泥岩,泥质灰泥岩,粒序层的生屑内碎屑泥粒岩—灰泥岩。

需要指出的是,由于受到上面谈到的裂离裂隙运动发生和发展规律的控制,及全球性海平面升降、古气候、晚古生成礁期台缘是否有礁发育,台间海槽沉积物的堆积速度、火山活动等的影响,上述各沉积亚环境亦将随着地质时期的推移发生演化。例如,在桂中有一些中、晚泥盆纪以沉积硅质泥岩、硅质岩、并含大量放射虫、火山物质的较深水台间海槽环境。

## 三、中国南方晚古生代裂陷区深水碳酸盐岩沉积模式

图3是中国南方晚古生代由裂离,裂陷形成的槽台相间古地貌区的碳酸盐岩综合沉积模式。



1.礁骨架 2.粘结岩 3.4.逆、正粒序角砾屑灰岩 5.液化流粒泥岩 6.钙屑浊积岩 7.扁豆状灰岩 8.滑折层 9.假角砾屑灰岩 10.岩崩角砾屑灰岩 11.粉(生)屑 12.藻球粒 13.泥质灰岩 14.含砂泥岩 15.泥岩 16.硅质泥岩 17.放射虫 18.骨折 19.凝灰物质 20.藻叠层 21.风暴岩 22.风化壳 23.煤透镜体 24.小型峡谷颗粒岩 25.藻师 26.核形石 27.棘屑 28.虫屑 29.腕足 30.介屑 31.腕足 32.砂屑

图 3 中国南方晚古生代裂陷区碳酸盐岩综合沉积模式

Fig. 3 Late Paleozoic deep water carbonate multiple sedimentary facies models in South China

模式表明:

1.台地边缘均由深断理解控制, 尤期同沉积断裂作用, 造成陡峻的和陡倾的台缘斜坡, 局部可成悬崖的台地边缘。即使较缓的台缘斜坡, 其坡度亦远较一般发生陆源硅质碎屑重力流的坡度要陡。因之, 研究区常发育跌积边缘型和跌积—沉积边缘型沉积, 在连陆台地边缘构造运动相对平缓, 随着斜坡区沉积物的加积, 坡度变缓, 才有可能发育沉积边缘型沉积。

2.碳酸盐重力流物源通常成线源分布, 台缘可以有一些小的水道和峡谷的点源供给, 但不是主要的补给源。由它们供给的少量沉积物在斜坡区将混入到线源席状供给的沉积物中。

3.碳酸盐重力流沉积物的颗粒含量高, 搬运效率相对较低, 搬运距离亦相对较近, 主要成斜坡脚成碎屑席, 碎屑裙边堆积, 相应地许多情况下仅成单一的粒序层出现, 鲍玛序列发育程度远比陆源碎屑重力流中要差。

4.槽台相间的古地理格局是台缘陡, 斜坡区较窄, 碳酸盐重力流的部分前锋物质和较细粒部分物质进入台间海槽后, 将转向沿台间海槽方向流动。

5.综上所述, 研究区碳酸盐岩重力流沉积物均成无海底扇沉积体系。

#### 四、中国南方晚古生代深水碳酸盐岩的控油气性。

对不同相的典型碳酸盐岩所采样品进行有机地化分析,其部分结果列于表2中。图4是64个样品有机炭含量丰度分布图。从表2和图4可以清楚地看出,孤立台地边缘中、下斜坡、连陆台地边缘的深缓坡及台间海槽相带是最有利的烃源岩分布区。台间海槽相碳酸盐岩尽管有机碳含量及氟仿沥青“A”含量较台缘中、下斜坡及深缓坡更高,而且该环境沉积的硅质岩、硅质泥岩等也是良好的烃源岩,但终因该相带的剖面厚度相对于前两者要小,故其总排烃量不及台缘中、下斜坡及深缓坡有利。孤立台地和连陆台地相,包括台缘礁、滩相浅水碳酸盐岩的有机碳平均含量分别为0.09%和0.072%,均未达到碳酸盐烃源岩的0.10%的门限值。这是因为台地区尽管生物和生屑丰富,但因长期处于氧化和高能簸洗环境,原始有机质大部分已遭分解。相反,斜坡中、下部,深缓坡及台间海槽含氧量低,有时甚至能成缺氧环境,水体较停滞,来自台缘富含有机质的碳酸盐重力流沉积物及原地堆积,含有一定量的底栖生物和浮游生物遗骸的细粒灰泥沉积物又被后的重力流沉积物快速埋藏,有机质能很好地保存下来。

表2 不同沉积相带碳酸盐岩有机质特征表<sup>①</sup>

Table 2 Characteristics of organic matter in different carbonate sedimentary facies

沉积相	地化指标	有机C%			氟仿沥青“A”%			“A”C%			反射率 R <sub>o</sub> %		
		分布范围	平均值	样品数	分布范围	平均值	样品数	分布范围	平均值	样品数			
台地	陆棚台地	0.02-0.20	0.09	3	0.023	0.023	1	11.5	11.5	1	2.31-3.16	2.735	2
	孤立台地	0.05-0.14	0.072	6	0.0023-0.0073	0.0042	5	4.63-10.0	6.84	5	2.303-2.69	2.48	3
缓坡	浅缓坡	0.05-0.45	0.213	8	0.005-0.021	0.0113	3	4.67-11.43	8.70	3	3.08	3.08	1
	深缓坡	0.21-6.34	0.99	20	0.004-0.111	0.029	12	1.18-0.044	7.86	12	2.47-3.46	3.15	11
斜坡	上	0.03-1.14	0.428	4	0.004-0.041	0.022	4	2.89-33.33	13.15	4	2.41-2.92	2.67	4
	中	0.04-0.54	0.32	3	0.008-0.051	0.0303	2	1.48-8.42	4.95	2	2.48-2.92	2.77	3
	下	0.16-1.53	0.571	7	0.0075-0.128	0.047	4	1.29-8.37	5.1	4	2.34-2.52	2.42	8
台间海槽	槽缘	0.23-0.63	0.367	3	0.019-0.098	0.059	2	8.25-15.56	11.91	2	2.20-2.91	2.60	3
	槽心	0.04-4.80	1.028	10	0.004-0.169	0.057	7	1.79-16.57	7.47	7	2.36-3.11	2.48	10

对研究区几十条地面剖面,个别井下岩心剖面宏观和镜下观察表明,跃积边缘型斜坡是最有利的油气聚集相带,沉积边缘型斜坡相带次之,台间海槽相带较差,而台地相带除次生裂隙外一般不具备聚集性能。

例如,对广西田林县—乐业县间的浪平孤立碳酸盐岩台地南缘跃积边缘型剖面研究中发现,大量沥青赋存于:(1)原生粒间孔隙被溶解扩大,又被几个世代亮晶方解石充填后的残余孔隙

<sup>①</sup>样品全部采自地面剖面



中; (2) 粒间孔隙中; (3) 粒间孔隙被几个世代亮晶方解石充填后的残余孔隙中; (4) 次生溶孔, 溶洞和这些溶孔、溶洞被几个世代亮晶方解石充填后的残余裂隙中; (5) 早期裂缝中或方解石充填后的残余裂隙中, 也可出现于沿裂缝溶解的溶沟、溶沿被几个世代亮晶方解石充填后的残余沟、洞中; (6) 残留和充填于缝合线内。其中以斜坡中部碎屑席中最为发育。

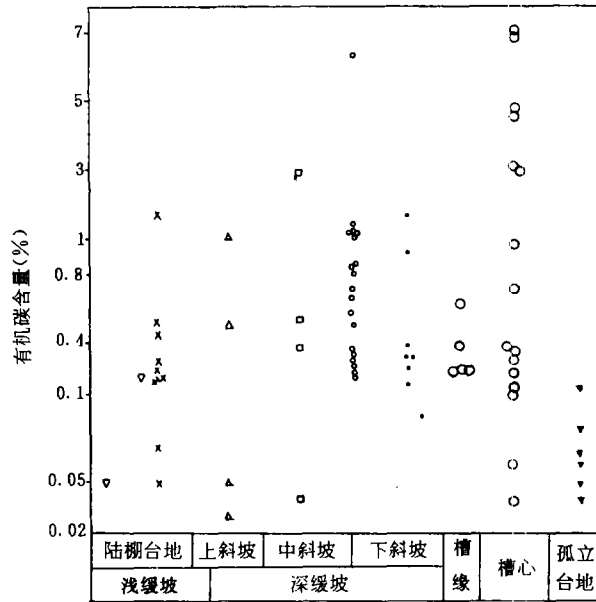


图 4 中国南方晚古生代不同相带碳酸盐岩有机碳含量分布

Fig. 4 Distribution of Organic carbon in different carbonate sedimentary facies

跌积边缘碎屑席成碎屑流-颗粒流双重流动机制搬运, 在斜坡区常成角砾屑颗粒岩-泥粒岩的粒序层沉积 (厚的可达 10m 以上), 下部角砾岩段一般缺乏填隙物, 颗粒支撑。由于台地频繁运动, 跌积边缘沉积层的上部可以接受大气淡水并顺层向下坡渗流。而来自台缘和台缘外侧的重力流沉积物富含文石及高镁方解石, 在大气淡水作用下发生大规模的溶解作用, 位于跌积边缘中斜坡的碎屑席层由于距台缘近, 更主要是角砾屑颗粒岩段发育, 粒间孔隙较大且连通性好, 首当其冲地发生溶解作用。尽管这些溶解扩大了孔隙被几个世代亮晶方解石充填, 但大多数孔隙并未填满, 残余孔隙仍相当发育。渗入的大气淡水亦对碎屑席上部段的泥粒岩发生溶解, 形成许多互相连通的溶孔, 溶洞。另一方面富含有机质的重力流沉积物搬运至斜坡脚和台间海槽后, 可被后来的重力流沉积物和原地沉积物快速埋藏, 有机质几能不被氧化地保存下来, 所排出的烃除部分在原地和附近孔、洞、缝中聚集外, 相当部分将顺原生和次生孔隙十分发育的钙屑碎屑席层向上坡运移, 在孔隙最发育的中斜坡带大量聚集。

在桂北河池拉朝的泥盆系斜坡相碳酸盐岩中, 巨厚的碳沥青脉已采出 5—6 万吨用作燃料。

在跌积-沉积边缘型和沉积边缘型剖面中亦常见到沥青, 赋存于颗粒岩-浊积岩粒序层下部段层 (颗粒岩段) 亮晶充填后的残余孔隙和晶间孔隙中, 在有些钙屑浊积岩的下部层段少量粒间孔隙中亦常有沥青产出, 但就数量上看远不及跌积边缘型剖面中丰富。究其原因, 可能是陆内区构造运动较平缓, 沉积层较薄, 且坡度较小, 颗粒较细, 粒间孔隙较少, 未发现如前述跌积边缘

型沉积剖面中那样大规模的次生溶解现象。

我国南方碳酸盐岩地层分布广、层系多，无疑将成为我国二十世纪油气勘探的接替区。国外油气勘探实践和我国南方的特点都启示我们，应对深水碳酸盐岩中的油气勘探潜力予以必要的注意。

感谢：工作中得到广西石油勘探指挥部，贵州石油勘探指挥部，贵州区域地质调查大队，云南石油地质研究所等单位的大力支持和协助，在此一并致谢。

### 参 考 文 献

- (1) 西南石油学院碳酸盐岩研究室，1982，西南石油学院学报，4卷，1期，1-26页。
- (2) 侯方浩，黄继祥，1984，沉积学报，2卷，4期，19-32页。
- (3) 方少仙，侯方浩，1986，沉积学报，4卷，3期，30-42页。
- (4) 中国石油学会石油地质委员会编辑，1986，国外浊积岩和扇三角洲研究，石油工业出版社。
- (5) 卢卫平，方少仙，1986，西南石油学院学报，8卷，2期，1-10页。
- (6) 侯方浩等，1988，西南石油学院学报，10卷，4期，1-19页。
- (7) 吴信等，1988，广西泥盆纪沉积相古地理及矿产，广西人民出版社。
- (8) 方少仙等，1989，中国南方泥盆、石炭纪岩相古地理及含油气研究，含油气盆地沉积相与油气分布论文集，石油工业出版社。
- (9) 穆曙光，侯方浩，方少仙，1989，西南石油学院学报，11卷，4期，25-31页。
- (10) 侯方浩，方少仙，1980，石油勘探与开发，17卷，2期，1-12页。
- (11) 张帆，方少仙，1990，沉积学报，8卷，4期，22-31页。
- (12) 侯少浩，方少仙等，1991，西南地区上古生界海相碳酸盐岩沉积相模式及其在油气勘探中的应用，成都科技大学出版社。
- (13) Cook H. E. and P. Enos, 1977, Deep-Water Carbonate Environments
- (14) Read I. F. 1985, A. A. P. G. V.69, No.1 p.1-21.

## Late Paleozoic Deep Water Carbonates and Their Relationship with Oil and Gas, South China

Hou Fanghao      Fang Shaoxian      Zhang Tingshan      Dong Zhaoxiong

(Southwest Petroleum Institute)

Wu Yi

(Guangxi Geologic Institute)

### Abstract

The deep water carbonate study in China began at the end of 70s. The Late Paleozoic and Early Triassic deep water carbonates in Nanpan River area is far better known, as a whole, than are the those elsewhere in China, which were initially described and studied in some detail by Carbonate Research Section of SWPI.

Since 1980, Subsequent work has been done more detailly by many people and units.

Deep Water Carbonates which bear several kinds of mineral resources, distribute in East Yunnan, South Guizhou, Guangxi, North Guangdong and South Hunan from Late Paleozoic to Early Triassic, and with very thick sequences. Detailed research on deep water carbonate in this area has obviously theoretical and economic significance.

During the Late Paleozoic, the research area located at the passive continental margin of S-SW part of South China Plate. The main tectonism that developed in this area was rift. There were a series of NW and NE rifts occurred, but the main orientation was NE. The grabens surrounded the isolated horsts and had long active history. There were also a series of NE and NW rifts developed on the in-continente in North Guangxi, North Guangdong and South Hunan and created grabens which surrounded the isolated horsts. These isolated horsts, with near-shore platforms, developed into isolated carbonate platforms and the inherited shallow water carbonate depositional areas while the narrow grabens in which the deep water carbonate turbidites and some volcanic clastic turbidites, as well as silicites deposited. On the slopes of isolated platforms, the by-pass margin depositional beds developed.

The generation, development and extinction of rifts and splitting fault troughs were not simultaneously and formed discordant interplatform trough, platform margin slope environments. Except Qingzhou inherited surviving trough, the rift troughs developed at the continental margin area in South east Yunnan, South west Guangxi at the first time. From the continental margin to in-continental area, the development of rift troughs was tardy gradually with NE trend. The rift troughs in South Hunan has not start to develop until Late Devonian. The paleo-geographic framework of trough-platform extincted in Late Carboniferous in Northeast Guangxi. After the Dongwu Oroger, the trough-platform framework survived only in Nanpan River depression area and continued to Middle Triassic.

The strong tectogenesis and deep rift troughs developed all over the Late Paleozoic, the obviously volcanic activity distributed along the rifts. The isolated platforms, which were limited by deep rift troughs, were relatively small in area and with great on numbers. Meanwhile, very weak tectogenesis and shallow rifts developed in the in-continental area. No volcano acted along the shallow troughs. The by-pass margin-depositional margin or depositional margin sediments occurred on the slopes. Usually tie continental platform margins show the characteristics of ramp with very thick depositional margin sediments sequences. The extinction of platform-trough framework was as a result of weak tectogenesis and super-input of sediments. During the Late Carboniferous (Weining stage), the small rift troughs with some deep water carbonates developed in Longyan, West Fujian, Guangzhou and Zhaoqing, South Guangdong.

Including isolated platforms, inter-platform troughs and the margin slope of tie continental platform, the deep water environment is determined as under storm wave base. According to petrologic, paleontologic, paleoecologic characteristics, intergrated with the information of trough development and platform margin topographic condition, the research area can be divided into several sub-environments in the Late Paleozoic.

According to geochemical analyses, the very prospective hydrocarbon source rocks distribute in the middle to low margin slopes of isolated platform, deep ramps of tie continental platform margin and inter-platform troughs. Although the content of organic carbon is higher and the silicalite and siliceous mud are the good hydrocarbon source rocks in the troughs, the thin sediment sequences have low expulsive effi-

ciency.

It should be point out that the bitumens are reserved in the by-pass margin sediments and troughs, channels which on the uppermost part of by-pass margin. Only a little can be seen in the solution pores which is in the dark-grey silty bioclastic packstone located on the outside of the Langping platform margin. But there are no bitumens in the bindstones and spong-blue green algae reef zones on the platform margins.

Over 150 bitumen reserved places and bitumen veins have been discovered in the slope environments of the later Paleozoic in the south China.

We suggest, therefore, in the exploration for oil and gas in south China, more attention should be paid to the platform margin slopes and deep water carbonate rocks.