

中国南方中晚石炭世沉积相及沉积模式

汪华敏

(地质矿产部石油地质综合大队湖北, 江陵,)

我国南方中上石炭统以碳酸盐岩为主, 厚度大, 分布广, 岩相类型繁多, 具有广阔的油气远景。文章阐明笔者对中国南方中晚石炭世沉积相特征及沉积环境模式的初浅认识, 为寻找油气有利地带提供沉积方面的依据。

本文研究范围北以秦岭—大别山为界, 西至龙门山前及滇东地区, 东南至沿海一带。

一、沉积相特征

中晚石炭世基本继承了早石炭世陆表海的特征, 但受淮阳运动和昆明运动的影响, 海侵范围扩展, 古陆面积大为缩小。康滇及上扬子地区古陆边缘普遍缺失下石炭统或岩关阶, 中石炭统直接超覆于泥盆纪或前泥盆纪地层之上, 向东至华夏古陆, 中石炭统超覆于古老岩系或泥盆纪陆相地层之上。川东鄂西地区中石炭统向古陆边缘超覆于泥盆系或下古生界之上。早石炭世海域中的云开岛、牛首山岛及黄山岛等全部被淹没, 雪峰古陆沉降为间歇岛。总的趋势是中晚石炭世地壳比较稳定, 仅在闽东福鼎地区地壳有大幅度升降, 海侵、海退频繁, 陆相、海相沉积交替出现。因此, 本区沉积环境分异性不明显; 以碳酸盐沉积为主; 生物组合差异小。中晚石炭世沉积相主要特征表现为碳酸盐台地相区十分发育, 滨岸相区较之大为逊色, 且多属浅海边缘的潮坪沉积, 碳酸盐岩为主, 比较典型的滨岸碎屑岩仅在局部地段发育。

兹将南方中晚石炭世海域沉积相划分为三个相区及七类相带(表1)。各相区相带特征如下:

(一) 大陆相—滨岸相区(I—II)

福建福鼎南溪地区, 近年来发现一套中石炭世地层¹⁾, 该套地层中所夹硅质岩及条带状灰岩中含瓣类 *Neostaffella* sp, *Schubertella* sp, 及腕足类 *Neospirifer* sp. 等化石, 证明属 C₂无疑。此套地层与华南海域的中石炭统岩性岩相特征上是难以类比的, 是同期异相的产物, 简述如下:

下段(C₂^a), 厚673米, 为一套灰色厚层微变质的复成分砾岩、含砾砂岩和粗砂岩等, 砾径一般为30—40厘米, 大者可达60—100厘米, 小者2—5厘米, 次圆—次棱角

1) 林德威, 1979, 福建福鼎南溪上古生代地层沉积特征和岩相古地理的初步探讨。

表1 相区相带划分表

Table 1 Classification of facies areas and facies zones

相 区	相 带	
大陆相-滨岸相区 I—II		
滨岸相区 II	滨岸潮坪相带 II ₁	蒸发坪相带 II ₁ ¹
		灰泥坪相带 II ₁ ²
	泥藻坪相带 II ₁ ^{2'}	
	砂泥坪(间夹灰泥坪)相带 II ₁ ³	
	滨岸浅滩相带 II ₂	
	滨 岸 海 湾 相 带 II ₃	
碳酸盐台地相区 III	台滩相带 III ₁	生物屑滩相带 III ₁ ¹
		粒(砾)屑滩相带 III ₁ ²
	台盆相带 III ₂	
	台洼相带 III ₃	
	台坪相带 III ₄	

状,分选性差。

中段(C₂^b),厚191米,为灰色弱千枚化粉砂岩、粉砂质泥岩夹条带状硅质灰岩与硅质岩互层,底部10米为灰绿色同生角砾岩。北面银铜矿区硅质灰岩厚度增大约为100米,且发现有古火山岩夹层。硅质灰岩中含双圆海百合茎及瓣,粉砂质细砂岩中见大个体(直径1厘米)双圆海百合茎垂直层面分布。

上段(C₂^c),厚268米,为灰—深灰色微变质的砾岩、砂砾岩及弱千枚化粉砂岩、细砂岩夹硅质岩(厚7米),硅质岩中含较多的瓣类化石,粉砂岩中见植物化石碎片。底部之砾岩稍具定向性,砾石次圆—棱角状,分选性差。

上述岩性、古生物及沉积构造等特征说明,中石炭早期本区为河床相-滨岸砾滩相堆积;中期为浅海环境,潮坪沉积为其特征;晚期地壳抬升,再度出现河床相并伴有山麓相沉积。中石炭世末的海侵又使本区处于海滨环境,以滨岸砂泥坪环境结束。中石炭世本区海、陆交替,沉积相变化频繁,反映出较强烈的华力西运动影响的必然结果。

(二) 滨岸相区 (II)

位于古陆边缘,属潮间带(局部属潮间—潮下上带),主要受潮汐作用影响。由于陆源区经受长期剥蚀夷平,地势比较平坦,唯东部华夏古陆及南部雷琼古陆仍为较高地势。这种陆区地势的差异,决定了滨岸沉积在不同古陆边缘其沉积环境和沉积物有所不同。濒临山地以碎屑岩为主的潮坪相沉积;临近平原则为以清水碳酸盐岩为主的潮坪相沉积;处于海湾尚有泻湖性质的以白云岩为主的泥藻坪相沉积等等。根据不同岸段沉积

环境及沉积物特征，滨岸相区可划分为三类相带。

1. 滨岸潮坪相带 (I₁)，可分为：

蒸发坪相带 (I₁¹)

位于平均高潮面及最大高潮面之间，与陆地直接相邻的潮坪边缘，属潮上带。仅在大潮及最大风暴期海水浸埋，属半干燥气候条件或具季节性的半干燥气候条件。沉积物发生准同生白云化，同时由于长期暴露水面，沉积物干裂形成角砾，以泥—粉晶角砾云岩及泥粉晶藻角砾云岩为主。角砾成份为泥—粉晶云岩、藻云岩。岩层中含石膏结核、条带和单晶，成岩阶段去膏化作用后，形成膏模孔及石膏假像。局部可形成岩(膏)溶角砾云岩¹⁾。此外，常见藻层纹、成层的乌眼和窗孔。含少量泥砂质，除蓝藻外，其它生物很少。此带由于位处剥蚀区边缘，残存厚度较小，一般厚2—25米，局部地区大于50米。

灰泥坪相带 (I₁²)

位于古平原边缘，由于陆源区地势平缓地表径流不发育，沉积物以碳酸盐岩为主，含少量泥砂质或夹泥页岩。这些物质除少量来自陆源区外，主要是由潮汐作用将海中的碳酸盐泥及生物碎屑搬至海岸堆积而成，生物比较贫乏，种属也十分单调，属于广海型的珊瑚、腕足类不发育，筳科仅见少量的 *Triticites*, *pseudoshwagerina*, *Eoparafusulina* 及 *Zellia* 等。其中一些生物碎屑，如筳、有孔虫，可能为涨潮时由海水带来。此相带以上扬子古陆南部边缘为代表，其东南缘由于地势稍高，碳酸盐岩中常夹碎屑岩，底部常有砂砾岩。

泥藻坪相带²⁾ (I₁²)

为灰泥坪的另一种形式，潮汐作用明显，水介质能量较低，属局限海湾型潮坪，局部存在潮间—潮下环境。由于间歇性暴露，加之属半干燥炎热气候条件，沉积物以准同生白云岩为主，粒度较细，大部分为泥—细粉晶。在此气候条件下，干化破裂角砾发育，蓝藻类生长繁茂，藻叠层、藻丛比比可见，而其它生物则很单调，以有孔虫为主，局部地区可见棘屑、珊瑚、腕足、筳等，且大多为搬运而来。此相带原生沉积构造保存较好，见有藻层纹、薄互层层理、乌眼、水平及斜交生物掘穴等。

砂泥坪(间夹灰泥坪)相带 (I₁³)

位于山地边缘，陆源物质供给丰富，碎屑岩沉积为主。典型相带见于雷琼古陆岸带的白沙地区及华夏古陆岸带的铅山叶家湾及上饶枫岭头一带。铅山叶家湾中石炭统为薄—中层状含砾细—粗粒石英砂岩与粉砂质泥页岩不等厚互层，夹泥质生物碎屑灰岩及微晶含白云质灰岩透镜体。晚石炭世随着海侵的扩大，本区沉积物以含生物微晶灰岩为主，夹薄层状中粒石英砂岩。上饶枫岭头中石炭统为石英砂岩夹灰岩。白沙地区的中上石炭统则以细碎屑岩为主，夹薄—中层状微晶灰岩，灰岩层间常夹钙质泥岩。此相带生物组合较为复杂，灰岩中见珊瑚、腕足、筳，泥页岩中见植物碎片、鱼鳞、瓣鳃类、螺类、海百合茎等。

2. 滨岸浅滩相带 (I₂)

1), 2) 李南豪等, 1980, 川东石炭系中统碳酸盐岩沉积特征及储集性。科研报告。

属潮间下一潮下环境,经常受到潮汐作用,有时也受波浪作用的影响,为中一较高能环境,形成了以砂级的生物屑、砂屑、藻屑、鲕粒、核形石为主的粒屑碳酸盐岩。生物组合有潮间带的蓝藻,潮下带的红藻、珊瑚、腕足、瓣鳃、腹足、棘皮,有孔虫、筳等也较丰富,虫迹发育。

根据粒屑成分可划分出生物滩(Ⅱ₂¹)及粒屑滩(Ⅱ₂²),主要分布于川东及川西北地区。

3. 滨岸海湾相带(Ⅱ₃)

为山地边缘的滨浅海洼地,属潮间下一潮下低能环境。沉积物为灰岩、白云岩、白云质灰岩、泥质砂岩、粉砂岩和硅质岩等。中下部为我国南方有名的马坑式铁矿含铁建造,厚度20—310米,灰岩中产筳、珊瑚。在龙岩经畲地区铁矿层为透镜体,且交错出现,总厚度小于两米,马坑地区铁矿层最厚可达160余米。铁矿层原属赤铁矿-菱铁矿,后经改造成为磁铁矿。

(三) 碳酸盐台地相区(Ⅲ)

此区位于平均低潮面以下,氧化界面以上,沉积基底幅差不大,海水较浅而畅通,含盐度基本正常。生物繁茂,门类众多,沉积物以碳酸盐为主。在碳酸盐台地上存在着局部范围内相对较深的台盆、与较浅的滩,及其过渡地带——台坪。

1. 台滩相带(Ⅲ₁)

为台地内的浅水部分,水体能量中等,循环好,光照充足,既利于生物大量繁殖生存,又利于形成鲕粒、盆屑及核形石等。因此生物屑灰岩、藻屑灰岩、鲕粒灰岩、砂砾屑灰岩、核形石灰岩发育,且累积厚度大,粒屑灰岩厚度一般为剖面总厚度的25—50%。粒间主要充填方解石基质,淀晶胶结物相对较少,反映水体能量中等。除粒屑灰岩外,岩石组合中有泥—细晶灰岩及白云质灰岩、结晶白云岩等。生物以筳、有孔虫、海百合茎、珊瑚、腕足为主,并含藻屑及腹足、苔藓虫、三叶虫、介形虫等。可分出生物屑滩及粒(砾)屑滩,前者最发育。

2. 台盆相带(Ⅲ₂)

为碳酸盐台地上海水相对较深而平静的部分,处于浪基面以下的弱还原环境,水动力较弱。主要岩石类型为泥—微晶灰岩、硅质灰岩、硅质岩、泥质岩、泥质灰岩及含生物屑泥—微晶灰岩。微细水平层理发育,岩石薄—中厚层为主。生物以筳、有孔虫、海绵骨针、菊石、海百合茎为主,并见珊瑚、腕足等。台盆相带共有六处:水城—六枝台盆、罗甸—南丹台盆、丘北—富宁台盆、宜山台盆、天等台盆、连县台盆,前三者较典型。

3. 台洼相带(Ⅲ₃)

为碳酸盐台地上半闭塞的洼地,受到间歇岛与台滩的障壁作用,但又基本与广海连通,处于浪基面附近,为相对安静、闭塞的环境,水动力弱—中等。台洼分布于宁化—长汀一带,受三明—上杭间歇岛与其西邻生物滩的控制。沉积物主要为灰岩、白云质灰岩夹白云岩、硅质岩、砾屑灰岩等,底部为含菱铁矿层的硅质角砾岩、硅质岩夹泥岩,厚20余米。含有孔虫、筳及珊瑚。

4. 台坪相带(Ⅲ₄)

为碳酸盐台上的平台, 广布全区, 水动力中等, 沉积特征介于其它各相带之间。岩石类型也较为多样, 有泥晶灰岩、含生物泥—细晶灰岩、白云质灰岩、结晶白云岩, 也有硅质团块及条带灰岩、瘤状灰岩、泥质灰岩, 并夹各类粒屑灰岩等。生物丰富, 以筴、有孔虫、珊瑚、腕足、海百合茎为主, 次为藻屑、腹足、苔藓虫等。水平层理及微波状层理发育, 近岸地区常含少量陆源物质或夹薄层碎屑岩。

二、沉积相展布特点

相带的展布严格受到古构造格架的控制, 主要受古陆延展方向及基底断块活动的控制。早泥盆世—早石炭世, 西部北西向断裂活跃, 并有北东向及近东西向、近南北向的各组断裂活动; 东部北北东及北东向断裂活跃。相带走向与古构造走向基本一致, 中晚石炭世处于相对稳定时期, 但其相带展布基本继承了早石炭世的展布格局。

1. 滨岸沉积相的展布特点

1) 靠近古陆边缘分布的滨岸相区, 主要受潮汐作用影响, 发育着多种类型的滨岸潮坪沉积。

2) 滨岸相区中的各种相带的展布, 受古陆性质所影响。在相对稳定的古陆边缘, 如上扬子古陆南部的滨岸区, 以清水碳酸盐沉积为主, 厚度一般小于100—300米。在活动性的古陆边缘, 如华夏古陆及雷琼古陆边缘, 砂泥坪夹灰泥坪相带发育, 具有比较典型的滨岸碎屑岩沉积, 厚度一般100—300米。在华夏古陆与三明—上杭间歇岛之间的北东向海湾, 龙岩—大田海湾, 为清水与浑水的混杂沉积, 厚度100—300米, 属滨浅海沉积类型。川东、鄂西一带, 位于上扬子古陆及武当—大别古陆之间, 东有利川半岛将其与外海相隔, 环境闭塞, 成为具有海湾泻湖性质的潮坪区, 沉积物以白云岩类为主, 厚0—160米, 蒸发坪及泥藻坪相带发育, 为中国南方中石炭世非常特殊的滨岸潮坪沉积类型。

3) 局部能量较高带发育有滨岸生物屑滩及粒屑滩。

2. 碳酸盐台地沉积相的展布特点

1) 整个碳酸盐台地呈北东向展布, 西南开阔, 东北相对狭窄。其中以台坪相为主体, 约占总面积的五分之四, 厚度一般100—900米, 滇黔桂地区可大于1,000—2,000米。台盆、台滩“镶嵌”于台坪之中。

2) 近岸台地部位水浅, 一般0—10米, 循环条件好, 既受潮汐作用, 又受波浪的影响, 台滩发育, 主要分布于临近滨岸的台地边缘地区, 其次分布于台盆相带的周缘。

滇黔桂一带, 中晚石炭世发育了多处台盆相带, 其展布方向以北西向为主, 次为北北东向。

海域东部间歇岛发育, 常在间歇岛与台滩之间形成安静半闭塞的浅水环境, 发育了台洼相带, 相带的展布受间歇岛控制。

3) 碳酸盐台地东北区的间歇岛大多为早石炭世的古陆或滨岸砂滩及砂泥坪被海水间歇浸没形成, 仍保持为海底较高地形, 具有继承性, 如原雪峰丘陵沉降为洞庭—鄱阳间歇岛, 黄山岛沉降为昌化间歇岛等等。如洞庭—鄱阳间歇岛, 呈东西向长垣展布, 西高东

低，沉积物为灰岩、泥质灰岩夹页岩及钙质砾岩，厚度较小，中部仅11米，而其南侧台坪区厚100—700米，北侧为30—150米。该间歇岛缺失下石炭统与上石炭统，中石炭统与上志留统之间属不整合接触，与下二叠统亦为不整合接触，周围台坪区在中石炭统下部或底部常有碎屑岩夹层。说明此间歇岛具有活动性质，对其南北毗邻区的控制颇为明显。在厚度、沉积特征上，南北地区相差均较大。又如三明-上杭间歇岛，对其两侧的宁化-长汀台洼及龙岩-大田海湾的沉积都具有控制作用。

4)中晚石炭世台滩的面积大，分布广。这种特点的形成，主要由于这些地带的基底多为早石炭世的滨岸潮坪及滨岸沙滩，其面积大，成片分布，中石炭世海侵到来之时被淹没，处于平均低潮面以下，但仍继承性的保持较高的水下地形所致。海区的东北部，其西北及东南两侧均濒临潮坪区，基底为早石炭世沙滩，是本区碳酸盐台地上最浅水域，发育了大面积的浅滩。核形石主要分布于此区，成为有名的“船山球”。

三、沉积环境模式探讨

依据上述的岩相古地理特征，笔者对本区沉积环境模式有如下认识：

1.中晚石炭世的海域属陆表海性质，形成了广阔的碳酸盐台地及很宽的潮坪带，潮汐影响区可达几十公里。

2.由于陆源区的性质及远近、海水的深度及能量等的不同，沉积相的组合是多类型的，可分清水的海岸沉积相组合模式及浑水的海岸沉积相组合模式。以清水海岸沉积相组合为主。除华夏古陆及雷琼古陆岸带外，基本属此。可综合归纳为两种模式，即清水沉积类型模式（图1）及清水-浑水沉积类型模式（图2）。

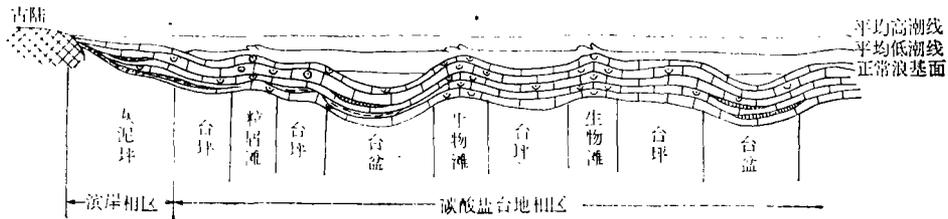


图1 中国南方中晚石炭世清水沉积类型模式

Fig. 1 Model of Middle-Late Carboniferous clean water sedimentary type in the south of China

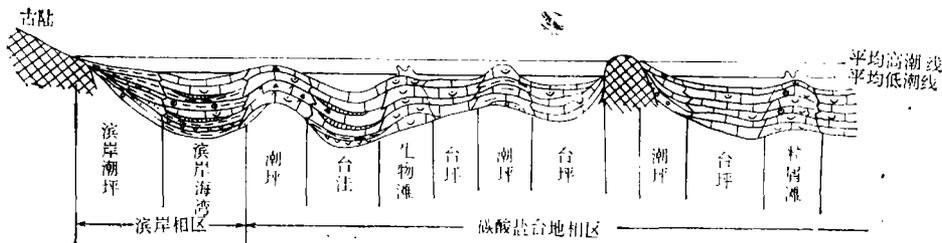


图2 中国南方中晚石炭世浑水-清水沉积类型模式

Fig. 2 Model of Middle-Late Carboniferous turbid water and clean water sedimentary type in the south of China

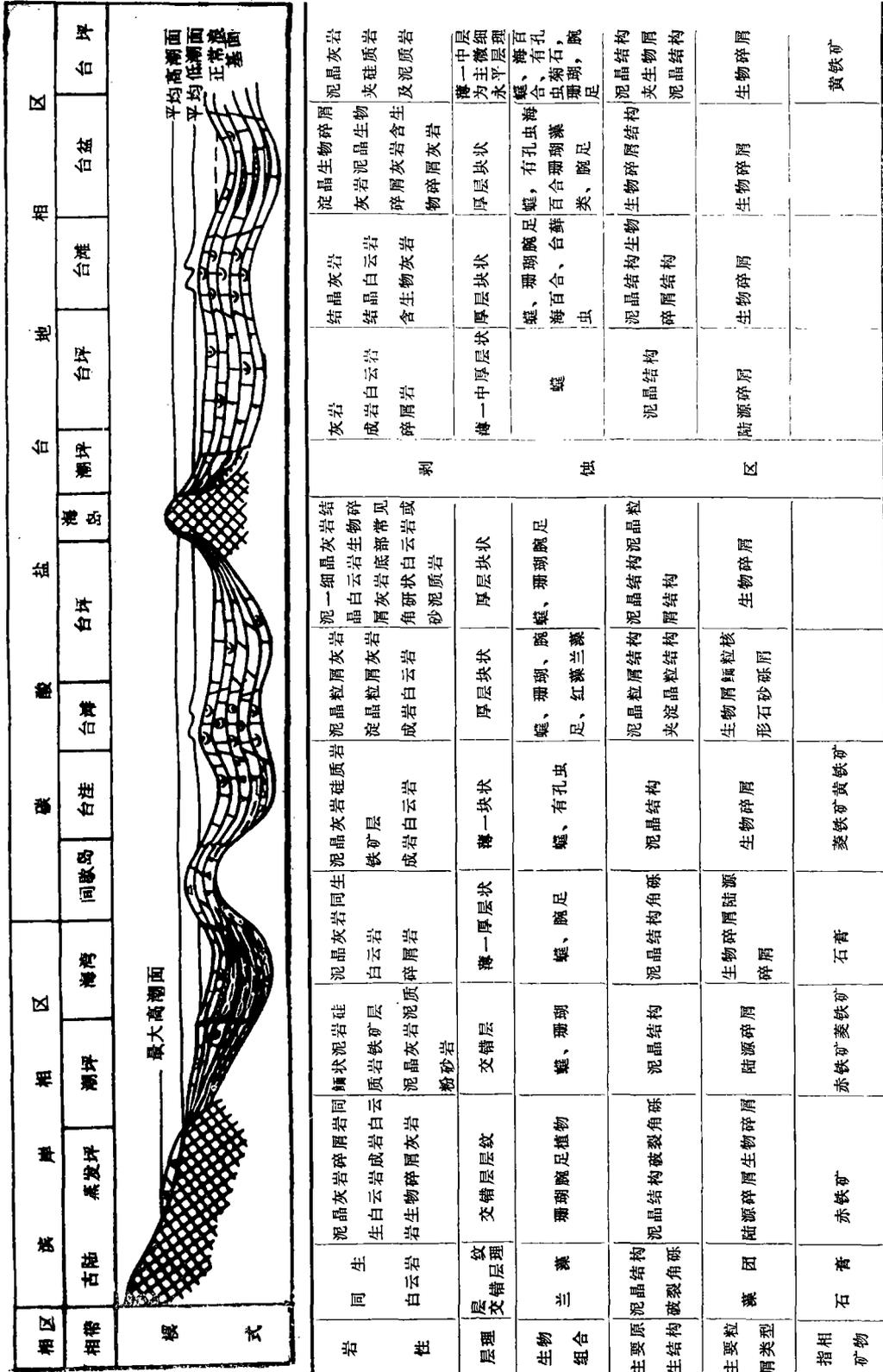


图 3 中国南方中-上石炭统沉积环境模式图

Fig. 3 Model map of Middle-Upper Carboniferous sedimentary environments in the south of China

3. 南方中晚石炭世沉积环境模式以碳酸盐模式为主, 由滨岸区和碳酸盐台地相区两部分组成; 碎屑岩模式仅在局部岸带出现。由于陆区地势、海底地形、沉积条件、潮汐及海浪作用等等的差异, 可划分出不同的沉积相带。根据上述, 设想了中国南方中晚石炭世沉积环境模式¹⁾(图3)。此模式概括了我国南方中晚石炭世海域沉积相的总面貌。

4. 中国南方中晚石炭世的海盆和滩, 不同于威尔逊碳酸盐模式中的盆地和台缘滩, 而是在碳酸盐台地上发育的盆和滩, 属于碳酸盐台地整体的一部分, 是次一级的相带。其能量与威尔逊的盆地和台缘滩是有差异的。在台滩的岩石组合中, 粒屑灰岩多为夹层, 其厚度多数小于总厚度的 $1/3-1/2$, 是中晚石炭世整个历史时期的一个短期沉积过程的产物, 而非连续发育的滩。

本文是在石炭系沉积相区域编图和研究的基础上撰写而成。文中素材取自南方各省有关兄弟单位; 参加工作的有地质矿产部石油地质综合大队岩相分队石炭系专题组及鉴定组, 在编写本文过程中, 李善良、艾华国同志协助绘图, 在此一并致谢。

收稿日期 1984年8月18日

参 考 文 献

- [1] 王鸿祯、刘本培主编, 1980, 地史学教程, 地质出版社。
[2] 刘宝珺主编, 1980, 沉积岩石学, 地质出版社。

MIDDLE-LATE CARBONIFEROUS SEDIMENTARY FACIES AND MODEL IN THE SOUTH OF CHINA

Wang Huamin

(Comprehensive Research Institute of Petroleum Geology,
Ministry of Geology and Minerals)

Abstract

Upper-Middle Carboniferous Series in the south of China is mainly carbonate with its extensive distribution, large thickness and various types of facies. Its main feature is that the carbonate platform facies develops well. During this period, a shallow sea with basically normal salinity had been existing in this area, and the relief of the sea bottom was less distinct; thus, the circulation of water was unblocked. However, there were still some basins with relatively deep water and quiet banks with shallow water within the platform. In the north eastern part of the sea occurred some intermittent islands. Between the islands and the bank formed quiet

and hemi-closed platformal depressions. The topography of the sea bottom was complicated owing to the existence of the intermittent islands. The sedimentations around them were controlled to some extent. The relieves of ancient lands around the sea, except Cathaysia and Leiqiong, were relatively even due to long erosion and truncation. The sedimentary environment and sediments in every littoral area adjacent to the margins of various ancient lands were determined by their different relieves. In the area close to mountains were the tidal flat deposits consisting mainly of turbid-water clastic rocks; in the area adjacent to plain, the tidal flat deposits are dominated by clean-water carbonate; in the bay area, sediments of mud-algae flat comprise dominantly dolomite with character of lagoon-facies.

The Late-Middle carboniferous sea area was a epicontinental sea. Its wave action was less intensive, but tidal action was more significant. Thus, a vast carbonate platform and tidal flat zones occurred as wide as scores of kilometers.

There have been various sets of sedimentary facies in the area because of the differences in the nature and the distance from continental source, and in the depth and energy of sea water, and so the clear water sedimentary facies set model and the turbid water sedimentary facies set model can be distinguished, but the former is dominant. The carbonate sedimentary model, therefore, was a principal one in the south of China in the Late-Middle Carboniferous Epoch, consisting of the facies of near shore and carbonate platform. Whereas, the clastic sedimentary model appears only in a few littoral zones.

The Late-Middle Carboniferous basin and bank in the south of China differ from the basin and the shoal of platformal margin in J.L.Wilson's carbonate model. The former, a subfacies zone, developed on the carbonate platform.

The Late-Middle Carboniferous sedimentary model in the south of China only corresponds to 7—9 facies zones of J. L. Wilson's model. Its 1—6 facies zones disappear in the author's model.

评全国岩相古地理学术讨论会

由中国地质学会沉积地质专业委员会与贵州省地质学会联合举办的全国岩相古地理学术讨论会，于一九八五年十月六日至十日在贵阳举行。十一日至十五日，代表们对贵州两条相标志明显的沉积地质路线分别进行了野外考查和研究。

此次大会以交流学术、提高研究水平，促进矿产的预测与寻找为宗旨。

参加会议的有地质矿产、煤炭、石油、冶金、有色金属、核工业部、中国科学院，地质院校及新闻单位等系统的代表及工作人员共181人。在筹备过程中，共收到论文摘要260余篇，其中五月底前收到的228篇，已刊印为论文摘要集。在会议中，共宣读交流论文71篇。这些论文，按所研究的内容，大致可分为三类：