

川东中石炭统碳酸盐岩的 沉积环境及沉积特征*

林仲虔 钟国初

(成都地质学院)

川东地区中石炭统为一套厚仅数米—数十米的角砾云岩、蓝藻白云岩夹粒屑云(灰)岩。主要分布于华莹山以东,重庆—丰都以北,通江—开县以南,云阳—石柱以西的范围内。除边缘地区有零星露头外,均深埋地腹,故长期被人们所忽视。自1977年10月在川东相国寺构造中石炭统钻获工业性气流后,又相继在福成寨、雷音铺等构造中获高产气流,从而引起了对川东中石炭统的重视。

川东地区的中石炭统与上覆、下伏地层之间均为假整合接触。上覆地层为下二叠统梁山组,下伏地层主要为志留系中统罗惹坪群,在川鄂边界一带为泥盆系。

根据钻井资料,本区中石炭统厚度变化较大。垫江以南的卧龙湖构造钻厚大于63米(未见底),其西北的福成寨构造厚约43米,北部的雷音铺构造厚约30米,西南的相国寺构造厚约6—12米,东部大池干井构造为44米,再往东,至建南构造为20米左右。而卧龙湖构造稍南的新市、双龙构造缺失石炭系。总的看来,有以垫江一带为中心向四周逐渐减薄的趋势(图1)。

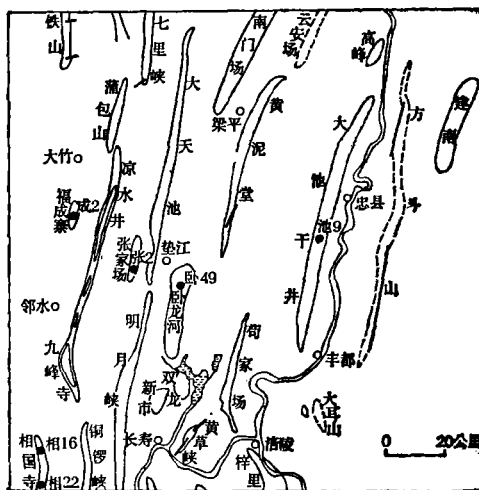


图1 川东地区构造分布略图

一、沉积特征及划分亚环境的标志

川东地区的中石炭统是超覆于古生界中志留统罗惹坪群之上的一套碳酸盐岩地层。由于中石炭世早期海水自东北方向由鄂西漫漫川东,到达各处的时间有差异,沉积时原始地形的起伏及后期遭受剥蚀的程度

* 本文系根据成都地质学院石油系含油岩研究室“川东石炭系中统碳酸盐岩沉积特征及储集性”研究报告中有关部分,由林仲虔、钟国初改写而成。

不同, 导致现今中石炭统在各剖面中沉积序列的差异和厚度的极大变化。

根据对相国寺、福成寨、张家场、卧龙河及大池干井等构造上六口井的岩心及薄片观察, 中石炭统主要为一套灰色、褐灰色及深灰色干裂、撕裂角砾云岩, 干裂破碎角砾云岩, 干缩角砾云岩, 干缩溶蚀角砾云岩以及一套与蓝藻活动有关的白云岩夹粒屑云(灰)岩。部分地区见有去膏、去云化次生灰岩。其中发育藻纹层, 断续纹层以及薄互层层理, 鸟眼构造, 生物搅动构造等。生物潜穴普遍, 但生物化石种类单调。除蓝藻类外, 主要有有孔虫, 少量棘皮, 腕足, 介形虫等。偶见珊瑚, 且多以碎屑的形式存在。地层中普遍发育干裂、干缩缝以及由淡水溶蚀改造形成的溶蚀孔缝。

笔者认为, 中石炭统主要是一套炎热、半干旱气候条件下形成的潮坪沉积, 属潮间或潮上环境, 是川东鄂西海湾泻湖西侧与陆地相连的潮坪部分。它们可与威尔逊按地理位置划分的第8及第9相带即局限台地相及台地蒸发岩相对比。这一环境总的特点是潮汐作用较明显, 波浪作用微弱, 水介质能量较低, 暴露指数(年暴露时间的百分数)较高, 蒸发、干化、淡化作用明显, 生物单调, 蓝藻及某些掘穴生物发育。

在海湾泻湖—潮坪环境内, 由于各地与平均高潮线和平均低潮线所处的相对位置不同, 地貌特征有差异, 岩石成分、结构、构造、所含生物化石的情况都不同。因此, 又可将本区中石炭世沉积环境进一步划分为潮上蒸发泥藻坪、潮间泥藻坪、潮间砂坪、潮间池沼、潮汐通道、海湾泻湖边缘浅滩等六种亚环境。

二、沉积层序及沉积模式

沉积相在空间和时间上都是按相同的序列变化的, 因此, 在研究并划分了各钻井地层剖面上各亚相的叠置序列关系, 了解了陆地或海洋与剖面的相对位置后, 就可以推测各亚相(或亚环境)在横向上的序列及在平面上的展布趋势。

本区中石炭统黄龙组碳酸盐岩自下而上可划分为五个层段, 每个层段包含了一种(最多两种)亚相。本文选择了在研究区内位置较适中、基本上包含了本区各亚相, 资料亦较齐全的张家场构造一口井的剖面为代表, 对本区的沉积层序进行叙述, 并以相国寺构造南端的剖面补充潮上蒸发泥藻坪亚相的特点。张家场构造中石炭统层段的划分及岩性特征如图2所示。

由图2可看出, 当中石炭世海水漫漫本区时, 在志留系平缓侵蚀面上, 张家场一带首先沉积了一套属于潮间坪环境的沉积物。由于次一级的海平面的波动, 致使该地的一层段为潮间泥藻坪亚相与潮间砂坪亚相的交替沉积(即12—9层)。随着海侵范围的扩大, 该地所处的区域由潮间泥藻坪及潮间砂坪亚环境变为滩后潮间池沼亚环境(二层段), 当海侵达到最大范围时, 该地处于海湾—泻湖边缘浅滩与滩后潮间池沼交替的环境, 因而三层段为亮晶粒屑灰岩与干缩角砾云岩的互层。三层段沉积后, 开始海退, 可能由于海退较为迅速, 使四层段沉积时, 此地未出现较长时间的砂坪环境, 而直接变为潮间泥藻坪。显然, 从一到三层段为一较完整的海进层序: 从潮间泥藻坪及砂坪—滩后潮间池沼—泻湖边缘浅滩。三到四层段为一不完整的海退层序: 泻湖边缘浅滩及滩后潮间池沼—潮间泥藻坪及短暂砂坪。总的看来, 从一到四层段构成了一个完整的海进、海退旋回(图3)。其上的五层段可能是又一个海进旋回的开始, 由于已遭剥蚀而不能窥其全貌。

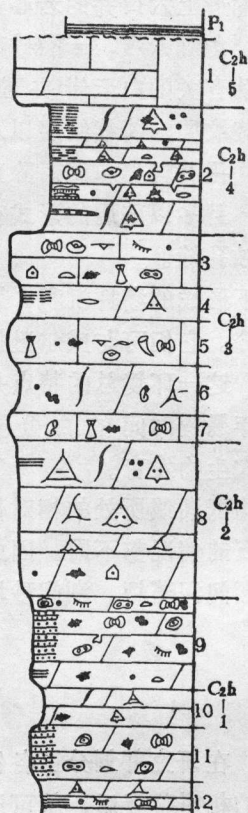


图2 张2井中石炭统岩相柱状剖面简图

1. 灰岩夹白云岩
2. 干裂破碎角砾云岩属潮间泥藻坪及短暂的砂坪亚相
3. 亮晶棘、虫凝块灰岩。属海湾—泻湖边缘浅滩相
4. 干缩角砾云岩。见纹层及鸟眼构造。属潮间池沼亚相
5. 亮晶棘、虫凝块灰岩。属海湾—泻湖边缘浅滩亚相
6. 残余藻球粒粉晶云岩及球粒凝块石粉晶云岩。属潮间池沼亚相
7. 亮晶含薄壳瓣鳃、腹足类凝块石灰岩。属海湾—泻湖边缘浅滩亚相
8. 粗粉晶—细晶白云岩和残余藻球粒粉晶白云岩。属潮间池沼亚相
9. 亮晶凝块石云岩，核形石云岩与含凝块石微晶云岩互层。潮间砂坪亚相
10. 干缩角砾云岩，具生物搅动构造。潮间泥藻坪亚相
11. 亮晶核形石云岩及凝块石粉晶云岩。潮间砂坪亚相
12. 残余藻球粒、残余藻屑粉晶云岩。潮间泥藻坪亚相

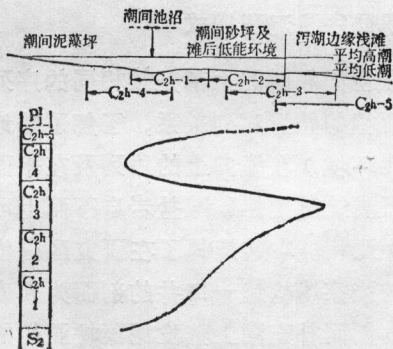


图3 张2井中石炭统沉积环境变迁示意图

从张家场地区中石炭统剥蚀残留的全部地层来看，当海退最甚时，这里所处的最高位置为潮间上带，始终未出现过潮上带环境。故其剖面内未包含有潮上蒸发泥藻坪亚相。而在其西侧的福成寨一带的一层段、西南缘相国寺构造北端的二层段及南端的三层段都出现了潮上带环境。其中以相国寺构造南端厚约5米的三层段最典型。该地处于中石炭世海湾泻湖—潮坪环境的最南端，长期处于陆地边缘地带，没有接受沉积。只是当三层段海侵达到最大范围时，才为特大高潮淹没，形成一套潮上蒸发泥藻坪沉积（图4）。从图中可以看出，1、3、5层为不含或少含石膏的干裂撕裂、干裂破碎角砾（去云化）灰岩；2、4层为含较多成岩石膏的次生灰岩及灰泥质云岩层。由此可知，该区半干旱气候条件下存在着周期性的淡水作用，表现出成膏作用与淡水渗滤改造作用交替出现。

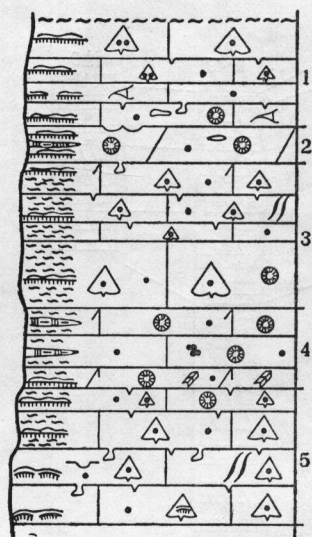


图4 张家场中石炭统沉积特征图

1. 上部干裂撕裂、破碎溶蚀角砾灰岩，下部残余藻球粒粗晶灰岩。
2. 具结核状灰泥质云岩。
3. 干裂撕裂、破碎溶蚀角砾，含云灰岩及残余藻球粒灰岩。
4. 残余藻球粒灰岩，具结核状石膏，夹泥膏质条带。
5. 干裂撕裂破碎角砾灰岩。

综合张家场地区及相国寺构造南端的相序列，我们认为本区中石炭统碳酸盐岩海湾泻湖—潮坪沉积的纵向海进相序自下而上应为：潮上蒸发泥藻坪亚相—潮间泥藻坪亚相及（或）潮间池沼亚相—潮间砂坪亚相及（或）滩后潮间池沼亚相—泻湖边缘浅滩亚相。潮汐通道亚相则发育在局部地区的潮间泥藻坪上。

由于本区潮坪边缘带——潮上带的沉积在西面的福成寨见于一层段，西南面的相国寺构造北端见于二层段，南端见于三层段，故可判断西及西南方向为陆地。从目前所了解的中石炭统分布情况推测，川东地区中石炭世的海湾泻湖可能通过东北方向的万县、云阳一线与鄂西开阔海湾相连。因此，其各亚环境的分布应有自西南向东北依次为潮上蒸发泥藻坪—潮间泥藻坪（或潮间池沼）—潮间砂坪（或潮间池沼）—泻湖边缘浅滩的趋势，其理想沉积模式如图5所示：这只是一个反映各亚环境在横向分布上一般规律的理想模式，实际上由于海水进退的速度不同，以及局部地形的变化，在中石炭世的某一瞬间，可在整个区域或局部地区缺失某一亚环境。



图5 川东地区中石炭统沉积理想模式图

三、沉积亚相的横向变化

根据川东地区最大海侵时的沉积三层段作为对比标准层，以南缘相国寺构造北端的三层段底界为对比基线，作出川东地区中石炭统的横向变化图（图6）。

现将中石炭统各层段的横向变化情况依次简述如下：

一层段是中石炭世早期形成的一套沉积，海水自鄂西进入后，向西南漫漫，约止于邻水—长寿—丰都—半环形地带。此时卧龙河地区处于较低洼地带，主要为一套潮间池沼沉积，顶部有少许潮间砂泥坪沉积。岩性以微—粉晶云岩为主，少量藻团粒微晶云岩，凝块石微晶云岩。局部夹虫屑。干缩缝及生物搅动构造不发育，表示以较为平静、

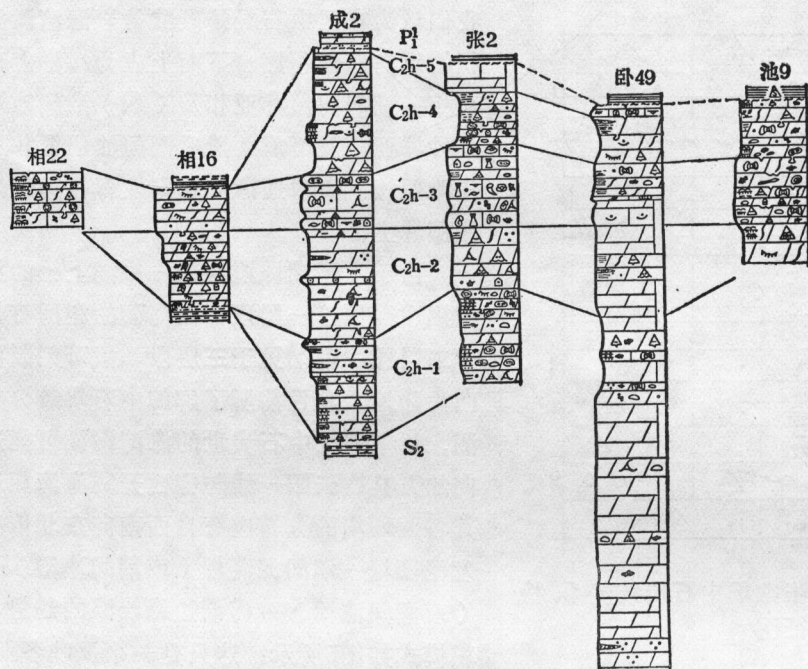


图6 川东相22井—池9井中石炭统岩相对比图

极少暴露的潮间池沼环境为主，有短暂的潮间砂坪和泥藻坪环境。张家场地区则为一套潮间砂坪夹泥藻坪沉积，岩性及亚相特征如前所述。福成寨地区处于西侧靠边缘地区，属潮上一潮间泥藻坪沉积。岩性主要为去云化细—中晶灰岩与干裂破碎角砾及干缩溶蚀角砾灰岩。具残余层纹构造，水平纹层及藻纹层普遍发育，见小型干裂，局部具生物搅动构造。

从上述地区一层段的特征可看出，中石炭世早期卧龙河，张家场及福成寨三地分别处于潮间坪上三种不同的亚环境内。卧龙河处于潮间洼地，水体停滞，能量较低，因而沉积物结构细，厚度亦大。后期由于沉积补偿，将洼地逐渐填平，变为潮间砂泥坪环境。西北的张家场则处于洼地侧方能量较高的潮间砂坪环境。更西面的福成寨此时为潮上及潮间泥藻坪环境。

二层段：海侵范围较前一时期扩大，水体也有所加深。此时，西南部的相国寺构造北端已处潮上带沉积。随着海水的加深，后期变为潮间泥藻坪沉积。而卧龙河、张家场、福成寨地区均为以潮间池沼为主，夹潮间泥藻坪或砂坪沉积。

三层段：是本区海侵规模最大时形成的一套沉积物。沉积范围最广，处于最南缘的相国寺构造南端沉积了一套潮上蒸发泥藻坪沉积。卧龙河一带沉积了一套亮晶骨屑凝块石灰岩夹薄层干裂破碎角砾云岩及粉晶云岩，属泻湖边缘浅滩夹潮间池沼亚相。福成寨地区为一套骨屑凝块石灰岩或团块灰岩，其能量较张家场、卧龙河一带低，属泻湖边缘浅滩—砂坪亚相夹少许潮间池沼亚相沉积。相国寺构造北端为一套潮间池沼沉积。在东部斜坡上的大池干井构造处，为一套潮汐通道—砂坪沉积。张家场附近的情况与二层段

沉积时一样。

四层段：海水迅速向东北方向后撤。位于西南隅的相国寺构造未见沉积。此时区内其它地区均处潮间带，沉积了一套潮间泥藻坪池沼沉积。

五层段：在海退之后，本区又有一次海侵，但后期剥蚀，仅部分保留，面貌很不完全。相国寺一带未见此套沉积。其它地区虽有此段沉积，但均属残存，厚度不大。卧龙河附近则为泻湖边缘浅滩及滩后池沼亚相。张家场地区与卧龙河地区属同一亚相环境。福成寨一带仅在中石炭统顶部见 0.3 米灰岩，推测为潮间池沼沉积物。东侧的大池干井地区为一套属潮间池沼亚相的沉积物。

由上述各段横向上亚相的变化看出，由于海侵范围是逐渐扩大的，故边缘地区的相国寺一带，接受沉积较晚，其北端与南端分别缺失一层段和二层段，其后随着海水的撤离，西南缘首先变为陆地，无上部层段沉积。中石炭世海进—海退过程如图 7 所示。

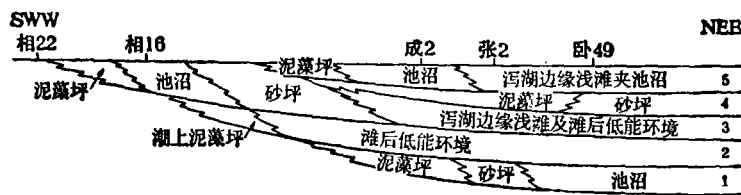


图 7 川东地区岩相横剖面示意图

四、结 论

1. 川东地区中石炭统属于海湾—泻湖碳酸盐潮坪沉积，可与威尔逊按地理位置划分的沉积模式第八、九两带对比；

2. 进一步可将其划分为：潮上蒸发泥藻坪，潮间泥藻坪，潮间砂坪，潮间池沼，泻湖边缘浅滩以及潮汐通道等亚环境；

3. 川东地区中石炭统按其亚相的沉积层序，可划分为五个相段，并组成一个海进—海退的完整旋回及一个不完整的海进序列；

4. 各剖面间可以较好地进行相旋回对比，相带分布呈向北东方向开口的半环状，区内尚未发现属于海湾—泻湖环境的沉积。

（收稿日期 1981年3月2日）

参 考 文 献

[1] M.M.阿斯蓝尼，环境模式—碳酸盐油气区的一个有用勘探工具，石油地质学译文集（碳酸盐岩沉积环境）第四集，科学出版社，1980年1月，P.1—9。

[2] D.A.特克斯托里斯，美国纽约州中奥陶统黑河群的潮上、潮间和浅潮下环境碳酸盐岩石学，石油地质学译文集（碳酸盐岩沉积环境）第四集，科学出版社，1980年1月，P.94—109。

THE CHARACTERISTICS AND SEDIMENTARY ENVIRONMENT OF THE MIDDLE CARBONIFEROUS CARBONATES OF EASTERN SICHUAN

Lin Zhongqian Zhong Guochu

(Chengdu College of Geology)

Abstract

The Middle Carboniferous series of Eastern Sichuan is composed of brecciated carbonate with moderate thickness. Its petrographic classification, sedimentary texture, biological fossils and diagenesis reveal that it is of tidal flat deposit formed under hot and semi-arid climate. The sedimentary environment which can be divided into six subtypes has been reconstructed and used to establish a sedimentation model for Middle Carboniferous series of Eastern Sichuan.

The strata of the Middle Carboniferous of Eastern Sichuan can be divided into five members which make up a lower complete transgression-regression sequence and an upper incomplete transgression sequence.

The sedimentation of these five members in different localities are analysed. Horizontal correlations between them are carried out. General aspects of the lithofacies change of different members are showed clearly on a diagram of lithofacies profile. In the case of the lacking biological fossils, individual beds are correlated according to facies cycles.