

塔里木盆地上泥盆统与石炭系层序地层分析

王毅 纪友亮 熊继辉 田海芹

(石油大学 山东东营 257062)

提 要 塔里木盆地晚泥盆世—石炭纪为远离陆棚边缘的陆棚内部碎屑岩和碳酸盐岩陆表海沉积环境,在层序地层分布模式上与 Vail 等根据被动大陆边缘盆地提出的层序地层分布模式有所不同。共将上泥盆统—石炭系划分出五个层序,十四个体系域。其中,第 I 层序是在快速的海平面上升和陆源碎屑物质快速补偿条件下形成的;第 II 层序代表陆源物质补给由快变慢的条件下形成的;第 III 层序代表海面由慢速上升至快速下降过程中且陆源物质补给相对稳定条件下形成的;第 IV 层序代表海平面快速上升与陆源物质补给相对稳定的条件下形成的;第 V 层序是在快速海平面上升及陆源物质供给补偿不足条件下形成的。塔里木盆地晚泥盆世—石炭纪的沉积史是在相对海平面呈阶段性上升的海侵过程中发生的,可将这一时期的海平面变化划分为五个二级周期旋回。其中构造作用对第 I—V 周期的形成起了重要的作用。

关键词 层序 体系域 塔里木盆地 晚泥盆世—石炭纪 海平面 构造作用

第一作者简介 王毅 35 岁 副教授 层序地层学、构造地质学与盆地分析

1 引 言

塔里木盆地位于中国西部天山以南、昆仑山以北的塔里木板块之上,是自震旦纪以来长期发展的大型叠合复合盆地,晚泥盆世—石炭纪的构造背景为稳定的克拉通内拗陷盆地^[1],为远离陆棚边缘的地形极为平坦的陆棚内部碎屑岩和碳酸盐岩陆表海沉积环境,盆地边缘存在有柯坪古陆、塔北古陆及塔东南古陆,盆地内部有轮南水下低隆和塔中低隆,西南向古特提斯洋开口。在这种区域上浅而缓且受古陆及水下低隆封闭条件下,周期性的海平面变化,构造沉降、气候及物源条件诸因素的影响,使上泥盆统—石炭系在全盆地发育一套类型丰富,多旋回的碳酸盐岩、碎屑岩及过渡类型沉积。不发育相当于陆棚坡折、盆地斜坡和盆地底部的斜坡地形沉积,在层序地层分布模式上与 Vail 等根据被动大陆边缘盆地提出的层序地层分布模式有所不同。形成塔里木盆地地区特有的层序地层组合型式。

2 上泥盆统—石炭系层序地层特征

塔里木盆地晚泥盆世—石炭纪既不同于地形极为平坦的以潮汐作用为主的向海缓缓倾斜的碳酸盐陆表海沉积背景,也不同于具斜坡背景的碎屑岩陆

缘海沉积背景。内部地形表现为具有一定起伏,这导致了沉积滨线坡折位于远离陆棚坡折的陆棚内部,受古地形的影响其形态和分布亦较复杂,使盆地不发育低水位体系域盆底扇、斜坡扇等低水位楔状体沉积,在进行层序和体系域划分时,不能简单地套用 Vail 等建立的层序地层学的被动大陆边缘盆地和缓坡陆棚盆地的地层分布模式^[2],应充分考虑克拉通内碎屑岩和碳酸盐岩混积陆表海这一特点,特别是层序界面、最大海泛面的识别和准层序及地层旋回性分析是其研究关键。

2.1 层序边界的确定

依据对野外露头剖面、地震、岩心及测井资料分析,在上泥盆统—石炭系中识别出五个层序,其鉴别特征如下:

2.1.1 第 I 层序底界

(1)在巴楚、塔中及塔北地区其第 I 层序底界与下伏地层为不整合接触,地震剖面上对应于地震 Tg3 反射界面,表现为 Tg3 削截下伏沉积层序;

(2)其不整合面之上发育厚度不大(一般为几厘米至几米)的高成熟度的海侵低砾岩,由磨圆好的石英和石英岩质砾石和砂岩组成;

(3)在巴楚及塔中地区的不整合面之下发育侵蚀面和风化淋滤带,如在 TZ4 井 3 726 m 以下发育

白云岩化作用和淡水溶蚀作用等地表暴露标志,反映出两者间的界面形成是在海平面下降拐点附近时期,而这一单元的沉积是在海面由下降到上升的过渡时期形成的。我们把这类沉积地层单元称为陆棚低水位体系域^[3],以与 Vail 建立的被动大陆边缘盆地 II 类层序底部的陆棚边缘体系域相区别。其上往往分布薄层暗色泥岩或灰岩为特征,代表海侵后,海水迅速漫过整个大陆棚,在缺少陆源物质的情况下的海侵沉积

2.3 初始海泛面与最大海泛面的识别

初始海泛面是开始海侵时出现的一个跨越陆棚的重要海泛面,在地震剖面上应表现为退积型反射,但由于该区地震剖面分辨率低,因此,难以从地震剖面上识别出来。只能利用岩芯资料和测井资料,根据岩性和准层序组的组合特点进行识别。最大海泛面以上往往形成厚度薄而分布稳定的细粒沉积,从而和以下相对较粗的地层往往存在明显的波阻抗差形成强而连续的地震反射响应。在地震剖面上识别最大海泛面的最明显的标志是沿该面上覆地层向盆内方向下超反射终止。但是研究区石炭系地层的地震反射因埋藏深、时代老(前中生代)、成岩作用强,加上地震反射波视频率较低,其上的高水位体系域地层厚度较薄(一般为 100~200 m),除在第 I 层序中最大海泛面可见到上覆地层下超反射终止而较易识别外,其它如第 II、III、IV 层序中的最大海泛面均未识别出这样明显的下超反射终止现象,这主要是受地震分辨率限制的缘故。为此,为了准确可靠的识别研究最大海泛面,必需结合钻井资料分析来确定。把利用钻井资料研究得到的最大海泛面标定到过井地震剖面上去,然后在地震剖面上追踪对比相当于最大海泛面反射较强且连续的地震反射响应。由于最大海泛面容易形成强而连续的地震反射响应,只要井上确定的最大海泛面正确,往往在地震剖面上对应一较强的地震反射同相轴。所以一般地能在地震剖面上连续追踪该界面,从而把层序内的最大海泛面确定下来

根据上述方法,结合钻井测井资料分析,找出了每个层序的初始海泛面和最大海泛面。其中,第 I 层序最大海泛面为下超面,地震上对应 Tg3-1 反射同相轴;第 II 层序的初始海泛面为生物碎屑灰岩的底;第 II 层序的最大海泛面为生物碎屑灰岩的顶;第 III 层序的初始海泛面为“双峰灰岩”的底,地震上对应 Tg3-1 反射同相轴;第 III 层序的最大海泛面为“双

峰灰岩”的顶;第 IV 层序的初始海泛面为灰岩、砂泥岩剖面中第一次出现的薄层灰岩;第 IV 层序的最大海泛面为灰岩、砂泥岩剖面中最后出现的薄层灰岩;第 V 层序的初始海泛面为大套碳酸盐岩的底,地震上对应 Tg2-1 反射同相轴;第 V 层序最大海泛面为大套碳酸盐岩的顶。

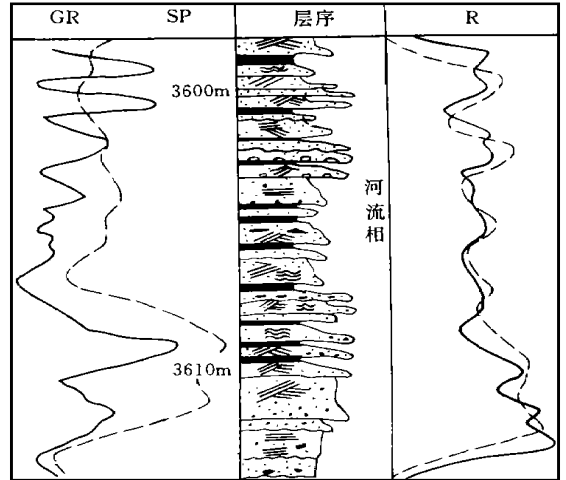


图 1 加积式准层序组剖面图 (TZ4)

Fig. 1 Profile of the aggradational parasequence set (TZ4)

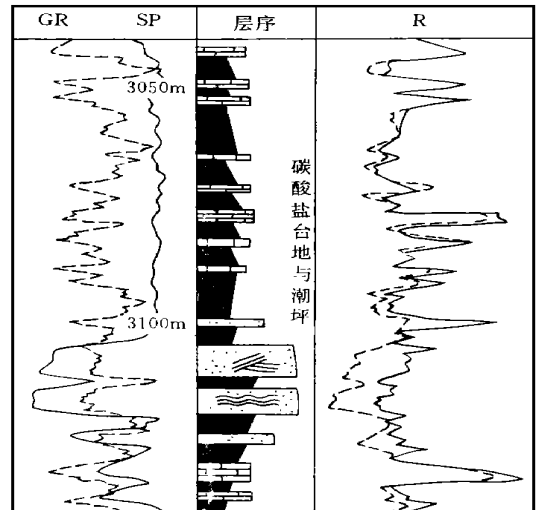


图 2 退积式准层序组剖面图 (TZ5)

Fig. 2 Profile of the retrogradational parasequence set (TZ5)

2.4 准层序及体系域类型

塔里木盆地上泥盆统一石炭系准层序主要有海滩环境向上变细准层序、潮控三角洲环境向上变细

明显的侵蚀界面,界面之下为灰白色细砂岩,细砂岩发育垂直于或倾斜于侵蚀面的淋滤条带,淋滤条带呈褐色,为铁质侵染的产物。

2.1.2 第II层序底界

(1)地震剖面上该层序边界对应于 T_g2' 反射层。在区域上上下地层为不整合接触。

(2)界面上下岩性岩相特征也发生明显的变化。例如, TZ4井 3 612.1 m 处有一冲刷界面,界面以下为棕色交错层理石英细砂岩,是一套干旱气候条件下的碎屑潮坪环境。界面之上主要为灰白色细砾岩,砾石为石英岩砾、石灰岩砾和灰绿色泥砾,砾石圆度好,球度差,分选也差。某些层段砾石为棱角或次棱角状,为扇三角洲辫状主沟道沉积。界面上下沉积环境发生了较大的变化,浅水沉积相向盆地方向明显迁移,是层序边界存在的标志。

2.1.3 第III层序底界

第III层序底界为II类层序边界。其标志如下:

(1)未发现强烈的侵蚀现象和深切谷沉积,上下地层之间为短暂沉积间断。说明沉积在沉积滨线坡折之处,没有明显相对的海平面下降,即是第二类型的层序边界。该边界不易识别,需在区域上进行对比划分;

(2)沉积相明显向盆地方向迁移。在该层序边界之下是以泻湖相为主的沉积环境,主要沉积了大套浅紫色泥岩。层序边界之上是以碎屑潮坪沉积环境为主的沉积产物。某些地区有膏岩和盐岩发育。如巴楚野外剖面上这个边界在 69层与 70层之间,69层顶见具大型风成交错层理的碎屑状石膏,70层为白云岩,向上为泥灰岩及灰质白云岩,再向上发育厚达近 300 m 的蒸发岩序列,与边界之下的碳酸盐岩及潮坪—泻湖沉积体系为没有内在成因联系的沉积体系。

2.1.4 第IV层序底界

(1)该层序边界对应于地震反射上的 T_g2' 反射层,为一平行不整合面。

(2)存在冲刷侵蚀界面。如在 LN59井 5 175 m 处存在冲刷侵蚀界面,界面之上为河流相沉积;

(3)界面上下存在明显的沉积相向盆地方向迁移。由界面之下的浅海陆棚及碎屑潮坪相沉积突变到层序边界之上的河流相沉积;

(4)在塔中地区,该层序边界以下为进积式准层序组,而该边界以上,为退积式准层序组,反映了相对海平面下降之后的又一次上升。

2.1.5 第V层序的顶、底界

该层序的底界为II类层序边界,其最主要的特征是沉积相向盆地方向的迁移,即界面之下的潮下坪沉积突变为界面之上的河流沉积。如 LN59井在井段深度 4 726.5 m 处上下发生沉积相突变。由界面之下基本上以潮控三角洲、前三角洲(及三角洲前缘)为主的六个向上变粗准层序所组成的进积准层序组突变为界面之上的以河流沼泽相砂泥岩为主的向上变细的一个准层序。

该层序的顶界为一个I类层序边界,即上石炭统与下二叠统的分界面,为一不整合接触,大约对应于地震剖面上的 T_g2 反射界面,界面之下的反射波组在塔中及塔北区明显被 T_g2 反射波组削截。

2.2 层序类型

塔里木盆地亦存在两类层序。I类层序边界与 Vail等^[2]的I类层序边界相似,边界之上往往分布较薄的由横向上不连续的河流相、河口湾相砂砾岩,充填在下伏不规则的侵蚀面上。这是海平面退出盆地的低水位期沉积的。其上覆盖的海相页岩或发育生物扰动构造的潮坪相砂泥岩。以II类层序边界为底界的层序为II类层序,在第II类层序边界之上往往广泛分布着碎屑潮坪、蒸发潮坪或蒸发泻湖相沉积。这类沉积反映海平面没有完全退出广阔的陆棚,但海平面的降低使活跃的高能陆棚内部沉积以低能的流水不畅的泥坪、蒸发潮坪或泻湖以及河流沼泽相沉积为特征,在厚度上较I类层序底部的下切河谷充填沉积厚。在地层分布上不象 Vail等^[2]建立的层序地层学经典地层分布模式中II类层序底部陆架边缘体系域那样大部分分布在陆棚边缘地区,而是在广大的陆棚范围内分布,其形态和分布是不规则的楔状体为特征,表现在沉积厚度上,云坪泻湖及膏盐泻湖潮坪发育区厚度大,碎屑潮坪泻湖区厚度小,反映了当时的地形差异,碎屑泥坪发育区地理位置相对较高,接受沉积物少,这可能是盆地差异构造沉降造成的,地壳似有波状差异升降的性质。这类沉积地层单元的沉积特征往往与下伏层序的高水位体系域地层单元相似而不易区分,但仔细研究两者沉积地层旋回的特征却有较大差异,下伏层序的高水位体系域地层单元为进积式的潮坪泻湖与潮控三角洲准层序组合,而这类沉积地层单元的沉积地层旋回特征上大多表现为加积至退积式的向上变细准层序组合为特征。两者间的层序界面上在局部地区(如塔北隆起、塔中隆起、巴楚和 1 和 2 井区)发育淡水

准层序、河流环境向上变细准层序、碳酸盐台地环境向上变粗变浅准层序、碎屑潮坪环境向上变细准层序、泻湖潮坪环境向上变粗准层序、泻湖—三角洲环境向上变粗准层序及干旱蒸发泻湖—潮坪环境向上

变浅准层序等八种主要类型。它们在垂向上的组合方式有三种:

2.4.1 加积式准层序组

常发育于低水位期和高水位期 例如: 第II 层序低水位期河流环境加积式准层序组(图 1)

2.4.2 退积式准层序组

主要发育于海侵期 例如: TZ5井第IV 层序海侵体系域退积式准层序组(图 2)

2.4.3 进积式准层序组

主要发育于高水位期。例如 M C1井第IV 层序高水位体系域进积式准层序组(图 3)

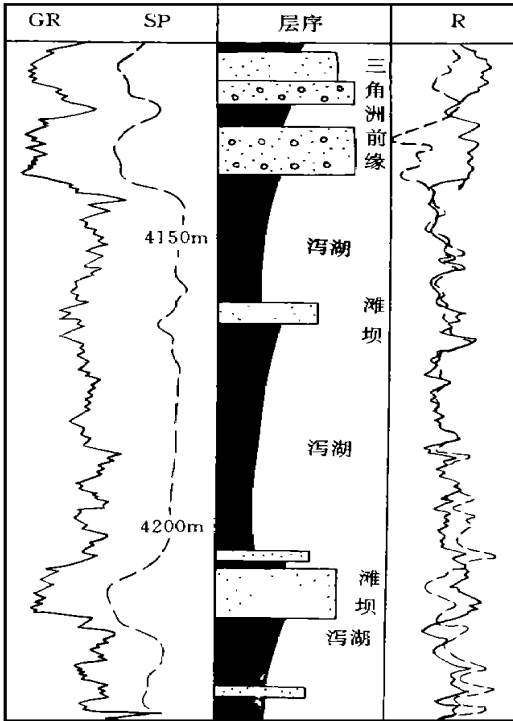


图 3 进积式准层序组剖面图 (M C1)

Fig. 3 Profile of the progradational parasequence set (M C1)

根据所识别出的层序边界类型和准层序组类型,塔里木盆地上泥盆统—石炭系各层序内划分出 4种体系域,即低水位体系域、陆棚低水位体系域、海侵体系域和高水位体系域。它们有两种不同的体系域组合,其中 I 类层序具低位体系域(LST)—海侵体系域(TST)—高水位体系域(HST)组合。II 类层序具陆棚低水位体系域(SLST)—海侵体系域(TST)—高位体系域(HST)组合。

2.5 地层沉积模式

从古地理上讲,晚泥盆世—石炭纪塔里木盆地是一个陡岸、浅水及平底的半封闭内陆海盆地。陡岸是指盆地边缘较陡,山区与平原为邻,没有明显的过渡地形;浅水是指大部分地区水体较浅,潮汐作用强;平底是指没有大陆斜坡及深海盆地等地形发育,只是局部的水下低隆或不大的起伏使海水有时处于

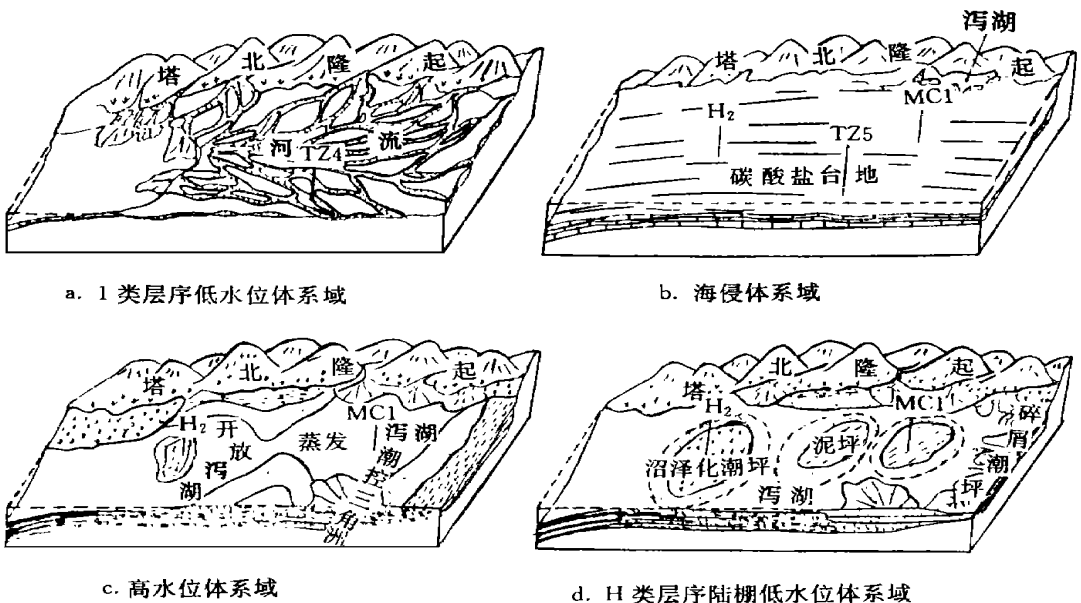


图 4 塔里木盆地晚泥盆世—石炭纪系层序地层沉积模式示意图

Fig. 4 The depositional pattern of the sequence of Neodevonian—Carboniferous in Tarim Basin

一种半封闭状态。在这样的沉积背景下,周期性的海平面变化形成了如图 4 所示塔里木盆地层序地层沉积模式。

2.5.1 低水位体系域地层沉积模式

塔里木盆地其沉积背景是位于远离陆棚边缘地形极为平坦的陆棚内部的碎屑岩和碳酸盐岩陆表海沉积,在这种背景下低水位体系域主要由低水位体系域晚期广泛分布的河流相沉积体系所组成(图 4a)

2.5.2 海侵体系域地层沉积模式

海侵体系域是在海平面相对快速上升过程中沉积的沉积体系的组合。由于塔里木盆地是广阔平坦

的陆棚区。海平面的快速上升,使广大的地区成为浅水陆表海环境(图 4b)

2.5.3 高水位体系域地层沉积模式

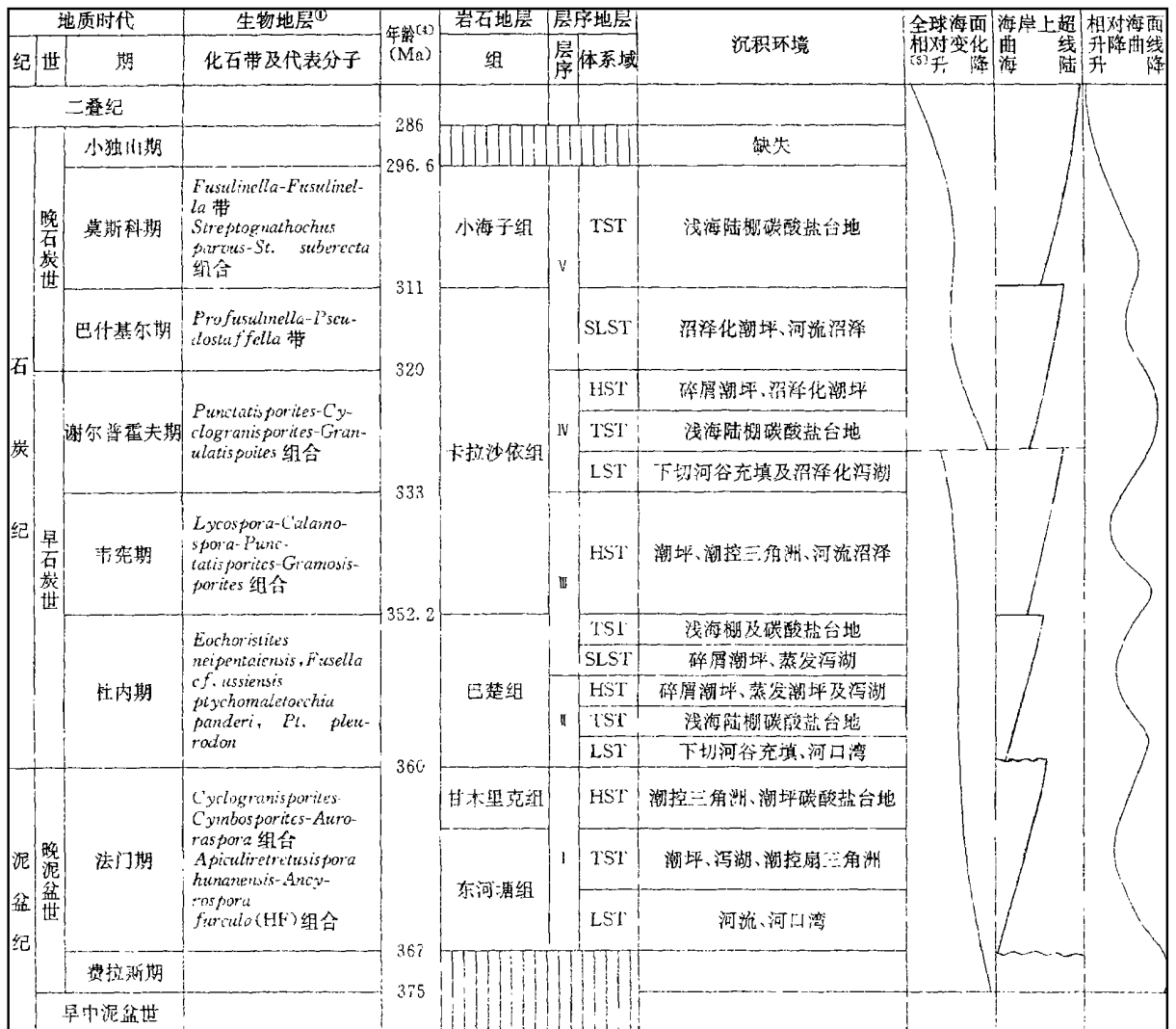
高水位体系域主体发育在陆棚之上,下界为最大海泛面,上界为层序边界(图 4c)。

2.5.4 陆棚低水位体系域地层沉积模式

陆棚低水位体系域是 II 类层序最底部的体系域,主要分布在广大的陆棚上。是海平面下降速度等于或略大于陆棚沉降速度时,在陆棚上发育的一套加积式沉积(图 4d)。

2.6 层序、体系域地层单元的划分

根据上述分析方法,将塔里木盆地上泥盆统一



① 曾学鲁等,新疆塔里木盆地北部层序地层中的微体古生物学研究,85-101-04-05-01,1994.

① 曾学鲁等,新疆塔里木盆地北部层序地层中的微体古生物学研究,85-101-04-05-01,1994.

图 5 塔里木盆地上泥盆统一石炭系层序地层划分及海平面变化规律

Fig. 5 The division of the sequence stratigraphic system and the changes of sea level of Neoproterozoic~ Carboniferous in Tarim Basin

石炭系共划分出五个层序, 十四个体系域 (图 5) 对于这五个层序, 通过生物地层化石与国际上的标准阶进行对比, 再根据已经标定了年龄的国际标准阶来分析剖面中的界面年龄, 这样得出这五个层序延续的时间跨度在 4~20 Ma 之间, 且有层序延续的时间跨度由下向上由小变大的特征。值得提出的是在各体系域地层单元中识别出大量的准层序 (层序)。但在地层剖面中我们未识别出内部具可划分出体系域地层单元的在时间跨度上小于 3 Ma 的所谓三级层序, 因此我们把这类层序统归为准层序的范畴。而把这五个层序归属三级层序范围。每个层序一般由三个体系域构成。其中第 I、II、IV 层序为 I 类层序, 第 III、V 层序为 II 类层序。

2.7 上泥盆统—石炭系各层序基本特征

层序、体系域等地层单元的划分建立了塔里木盆地上泥盆统—石炭系层序地层格架, 巴楚小海子剖面—H1 井—MX1 井—DH8 井—C1 井剖面可基本反映各层序的横向展布和体系域及沉积体系的横向变化 (图 6)。每一层序代表沉积盆地演化的一个特定的历史阶段产物

2.7.1 第 I 层序

属晚泥盆世晚期沉积, 为一碎屑岩及碳酸盐岩组成的混合层序, 以碳酸盐岩 (西部) 沉积和近源碎屑沉积 (东部) 为特征。该层序厚度较大, 最大厚度达 500 至 600 m, 该层序是在快速的海平面上升和较多的陆源碎屑物质快速补偿条件下形成的。低水位体系域以横向不连续的具下切河谷充填的河流相河口湾相及盆地东部边缘可能发育的冲积扇砂砾岩

为特征。后期海侵来临, 这些下切河谷充填的河流相充填物或滞留沉积物又遭受海水改造, 横向上不稳定, 厚度可从几厘米变到 60~70 m。DH1 井和 DH8 井为典型的河漫滩或河道间粉砂滩沉积物, 厚度相对较大 (59 m), 说明是相对凹地。H1 井区海侵相对较早, 表现为河流潮坪交替沉积, 厚度也大 (53 m)。其古地理位置相对较低, 当时可能有残留海水存在而发育为封闭或半封闭泻湖。轮南地区则缺少第 I 层序。海侵体系域以河口湾、潮控扇三角洲、潮坪泻湖砂泥岩为特征, 向西逐渐过渡为浅海碳酸盐台地沉积。巴楚的海侵体系域由碎屑岩潮坪变到碳酸盐潮坪, 其间有一个快速海平面上升的变化。从剖面图上看, 除轮南地区尚为陆地外, 大多数地区都已被海水所淹没。由于当时地形的高低差异, 沉积补偿作用又很强, 故本体系域的厚度相差较大, 如巴楚厚仅 26 m, DH1 井为 80.5 m, DH8 井为 212.5 m, 而 H1 井的厚度则达 254.5 m。其原因除了地壳差异升降作用因素外, 海侵初期填平补齐作用是很重要的因素。正是通过该体系域厚度的差异, 才有可能认识当时的地形地理情况。从剖面对比图上可看出, 当时 DH8 井及 DH1 井区位置较低, MC1 井区是洼地。高水位体系域以潮坪、潮控三角洲及浅海陆棚碎屑沉积为主。东河塘地区, 陆源物质供给丰富, 沉积速度快, 为潮控三角洲环境, 沉积物以砂为主。巴楚地区以碎屑潮坪为主。满加尔地区类似巴楚地区。H1、H2 井区为碎屑岩和碳酸盐岩潮坪交替发育区。

2.7.2 第 II 层序

属早石炭世早期沉积, 为一碎屑岩、碳酸盐岩和

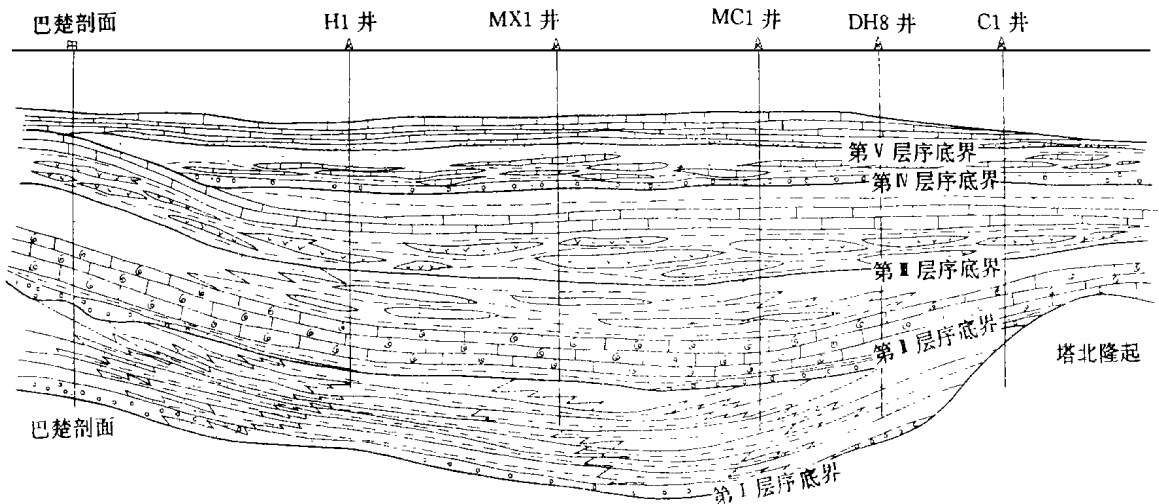


图 6 塔里木盆地上泥盆统—石炭系层序地层格架

Fig. 6 Framework model of Neodevonian-Carboniferous sequence stratigraphy in Tarim Basin

少量蒸发岩混合组成的层序。该层序厚度较薄,最大厚度仅百余米。这一层序代表陆源物质补给由快变慢的条件下形成的。低水位体系域为一套横向分布不连续的下切河谷充填的河流相、河口湾及局部冲积扇砂砾沉积为特征。海侵体系域除盆地边缘有河口湾及潮坪砂沉积外,盆内绝大部分地区以浅海碳酸盐台地生屑灰岩、砂屑灰岩、生物扰动白云岩及纹层状白云岩沉积为特征。巴楚剖面为生物碎屑石灰岩非常发育,与泥晶石灰岩薄层互层,单层厚几厘米,十几厘米。为潮下高能浅滩至开阔台地环境下的产物。H1井以潮下坪环境为主,也有开阔台地环境,碳酸盐岩发育。MX1井未见底,亦是生物碎屑石灰岩发育段,与巴楚地区的环境类似。YN1井生物碎屑石灰岩亦较发育,环境亦以潮坪环境为主。东河塘地区各井为碎屑岩、石灰岩及白云岩互层发育段,为碎屑岩潮坪向碳酸盐岩潮坪过渡的混合潮坪环境。由东河塘井再向哈拉哈塘、轮南吉拉克、草湖地区延伸,可见由该区的混合坪又逐渐向碎屑潮坪过渡,且河口湾环境也很发育。高水位体系域则主要由一套碎屑潮坪、蒸发潮坪和潮坪泻湖相的砂泥岩及膏泥岩沉积为特征,从巴楚至东河塘,至草湖一线,该体系域均以潮坪—泻湖环境为主, H1井灰坪为主, MX1井碎屑潮坪泻湖为主,而至轮南吉拉克、草湖地区又为碎屑潮坪泻湖环境。

2.7.3 第Ⅲ层序

属早石炭世中、晚期沉积,为一碳酸盐岩、蒸发岩及细粒碎屑岩混合组成的沉积层序。最大厚度近 400 m。本层序代表海面由慢速上升至快速下降过程中且陆源物质补给相对稳定条件下形成的。陆棚低水位体系域除在西南边缘发育浅海碳酸盐台地沉积外,大部分地区以碎屑潮坪、蒸发潮坪和蒸发泻湖的膏岩、盐岩及细粒碎屑岩为特征,该体系域是在海平面处于相对较低位置时期发育的,且这个时期延续的时间较长,沉积厚度也大。巴楚为膏云坪泻湖发育区, H1井为灰(膏云)坪泻湖发育区, MX1、YN1井为膏泥坪发育区,东河塘为砂泥坪发育区,哈拉哈塘、吉拉克南地区为膏、盐泻湖潮坪发育区, LN 59井至 C1井地区为碎屑泥坪发育区。从沉积厚度上讲,云坪泻湖、灰坪泻湖及膏、盐泻湖潮坪发育区厚度大,碎屑潮坪泻湖区厚度小,这可能反映了当时的地形差异,碎屑泥坪发育区地理位置相对较高,接受沉积物少。海侵体系域则以广布的浅海陆棚及碳酸盐岩台地沉积为特征,形成了著名的“双峰灰岩”段。

高水位体系域则以潮坪、潮控三角洲及河流沼泽沉积为特征,因大部分地区遭受强烈侵蚀,保存不完整。巴楚剖面缺失该体系域, H1井河流沼泽潮坪发育;东河塘地区潮控三角洲、扇三角洲发育,但缺失严重;哈拉哈塘、轮南、吉拉克及草湖地区潮控三角洲环境发育,也有泻湖潮坪环境。早石炭纪末期的一次全球性海平面下降,结束了该体系域的发育史,并使该体系域不同程度地遭到了破坏。

2.7.4 第Ⅳ层序

属晚石炭世早期沉积,为碎屑岩、蒸发岩及碳酸盐岩组成的混合层序。层序最大厚度近 300 m,该层序基本上代表海平面快速上升与陆源物质补给相对稳定的条件下形成的。其中低水位体系域具下切河谷充填的河流及沼泽化泻湖相为主的沉积。海侵体系域则以浅海陆棚碳酸盐岩台地沉积为特征。盆地北部则发育碎屑潮坪沉积。高水位体系域以潮控三角洲、碎屑潮坪及沼泽化潮坪沉积为特征。

2.7.5 第Ⅴ层序

属晚石炭世中晚期沉积,主要为碳酸盐岩组成的层序,层序厚度最大仅百余米。该层序是在快速海平面上升及陆源物质供给补偿不足的条件下形成的。其中陆棚低水位体系域主要以沼泽化潮坪和河流沼泽相为特征。海侵体系域则以浅海陆棚碳酸盐台地灰岩、泥灰岩沉积为特征。由于顶界遭受强烈侵蚀,其高水位体系域不发育。

3 晚泥盆世—石炭纪相对海平面变化规律及控制因素分析

3.1 相对海平面升降规律

根据塔里木盆地上泥盆统一石炭系地层层序的发育特征,塔里木盆地晚泥盆世—石炭纪的沉积史,实际上是在相对海平面不断上升的海侵过程中发生的。在总体以海平面相对上升为主的海侵过程中,受全球性海平面升降及构造作用诸因素影响,其相对海平面曾出现过两次较大的快速下降和两次较大的缓慢小幅度下降,将晚泥盆世—石炭纪海平面变化划分为五个三级周期旋回(图 5)。我们依据这些海平面下降导致地层间的不连续面把上泥盆统一石炭系划分为五个相互独立的地层层序。因此说晚泥盆世—石炭纪海平面的上升是呈阶段性的上升,是被四次较大的暂短的海平面相对下降所分隔的阶段性的上升,所以五个层序无论在形成环境还是岩石类型上既有明显的差别,也有其演化规律。其规律性主要

表现在盆地范围不断扩大, 沉积由硅质碎屑岩的混水沉积逐渐向以碳酸盐岩的清水沉积为主过渡。石炭纪后期海平面迅速下降, 其环境及沉积类型迅速向其相反方向发展。这也是塔里木盆地整个晚泥盆—石炭纪的沉积演化总趋势。

3.2 相对海平面升降控制因素分析

在上泥盆统~石炭系五个层序的层序界面形成过程中, 毫无疑问相对海平面下降是其形成主要原因, 但是正如前已叙及, 一个地区相对海平面的升降是全球海平面升降和区域构造作用共同作用的结果。特别是塔里木盆地, 由于受塔里木板块边缘活动的影响, 区域构造作用对相对海平面的影响很重要。因此在五个层序界面的形成过程中, 区域构造作用对其形成有不同的影响, 据 Vail 等人^[2]的研究, 志留纪末期发生过全球性海平面下降, 而整个泥盆纪至早石炭世早期是一个持续稳定的海平面上升的过程, 其间并无大的海平面下降, 但是塔里木盆地大面积缺失下、中泥盆统沉积, 这是由于塔里木板块周缘的构造活动造成的。志留纪末期至早、中泥盆世期间塔里木板块南北缘发生的弧陆碰撞及前陆冲断作用引起塔里木盆地地区大面积隆起作用是其主要原

因。盆地内部地震剖面上第 I 层序顶底界面明显削蚀截切了下伏层序志留系及其下地层, 第二层序底界面在塔中及塔北隆起亦表现为削蚀截切下伏层序地层, 这种不协调关系正说明这两个层序边界的形成, 构造运动起了很大的作用。第五层序顶界面的形成也与塔里木地区本身的区域性相对隆升有关, 这可能与早二叠世大面积的火山活动相关联。其余层序界面则主要以受全球海平面升降的控制, 尤其第四层序底界面的形成与全球海平面下降基本吻合(图 5), 形成 I 类层序界面。

参 考 文 献

- 1 贾承造, 姚慧君, 魏国齐等. 塔里木盆地板块构造演化和主要构造单元地质构造特征. 见: 童晓光, 梁狄刚主编. 塔里木盆地油气勘探论文集. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 1992. 207~225
- 2 J B Sangree, P R Vail. 应用层序地层学. 张宏逵等译. 山东东营: 石油大学出版社, 1990. 8~13
- 3 Hao Ziguot et al. Progress in Geology of China (1993~1996), edited by Geological Society of China. Beijing China Ocean Press. 1996. 684~688
- 4 王鸿祯, 李光岑编译. 国际地层时代对比表. 北京: 地质出版社, 1990. 18~24
- 5 佩顿 C E 编. 地震地层学. 牛毓荃等译. 地震地层学. 北京: 石油工业出版社, 1980. 70~83.

Sequence Stratigraphic Analysis of the Neodevonian — Carboniferous in the Tarim Basin

Wang Yi Ji Youliang Xiong Jihui Tian Haiqin

(University of Petroleum, Dongying, Shandong 257062)

Abstract

Tarim Basin, enclosed or semienlosed by the paleocontinent or islands on the south, north and east, was the vast epicontinental sea on the continental shelf in the Neodevonian—Carboniferous which formed a series of multitype and multicyclic carbonate rocks, evaporites, clastic rocks and transitional rocks. The sequence stratigraphic patterns of the Tarim Basin are different from those proposed by P. R. Vail et al. mainly on the basis of passive continental margin basins. The Neodevonian—Carboniferous of the Tarim Basin can be divided into five sequences and subdivided into fourteen system tracts. The Sequence I was formed under the conditions of the rising of sea level and quick compensation of more terrigenous clastic materials. The Sequence II formed in an environment in which the feeding of terrigenous materials changed from quick to slow. The Sequence III formed in an environment in which the rising of sea level changed from quick to slow and the feeding of terrigenous clastic was relatively constant. The Sequence IV formed in an environment in which the rising rate of sea level gradually slowed down and terrigenous clastic feeding was relatively constant, and the Sequence V formed in an environment of quick rising of sea level and lacking of terrigenous clastic feeding. The Neodevonian—Carboniferous deposition in the Tarim Basin occurred during a general transgression process of rising of the relative sea level by stages. The changes of the sea level in the Neodevonian—Carboniferous may be divided into five 3rd-order cycles, of which the generation of the Cycle I, II, V were mainly controlled by the regional tectonism and the others by the eustasy.

Key Words sequence system tracts Tarim Basin the Neodevonian—Carboniferous sea level tectonism