

[文章编号] 1671-9727(2004)02-0139-09

胜坨油田一区沙河街组二段1~3砂组 高分辨率层序地层学

柯光明 郑荣才 高红灿

(“油气藏地质及开发工程”国家重点实验室,成都理工大学沉积地质研究所,成都 610059)

[摘要] 以高分辨率层序地层学理论和技术方法为指导,以钻井、测井资料的综合研究为基础,对济阳坳陷胜坨油田一区沙河街组二段1~3砂组进行高分辨率层序地层学分析,从中识别出超短期、短期和中期3个级别的基准面旋回层序。其中超短期和短期旋回层序可划分为向上“变深”非对称型和对称型两种基本结构类型。根据旋回的结构变化特征又可细分为低可容纳空间向上“变深”非对称型、高可容纳空间向上“变深”非对称型、以上升半旋回为主的不完全对称型、近完全—完全对称型和以下降半旋回为主的不完全对称型5种亚类型。在此基础上,总结了不同结构类型的超短期和短期旋回层序的沉积序列,以及较短周期旋回在较长周期旋回中的叠加样式、变化规律和分布模式,为沙二段1~3砂组进一步的小层砂体划分、等时追踪对比、砂体几何形态和储层结构描述等精细地质研究奠定了基础。

[关键词] 高分辨率层序地层学;旋回结构;叠加样式;沉积序列;沙二段;胜坨油田

[分类号] TE121.3

[文献标识码] A

高分辨率层序地层学自问世以来(T. A. Cross, 1994)^[1],以其全新的概念、技术方法及其显著的实际应用效果,在石油地质界引起了强烈反响。近期的众多研究成果^{[2]~[13]}表明该理论体系及其技术方法相对P. R. Vail的典型层序地层学理论^[4]更适用于陆相盆地层序地层分析,在油气藏勘探和开发工程的精细地质研究中,有广阔的应用前景^{[8]、[10]}。本文以该理论体系为指导,以钻井岩芯、测井资料综合研究为基础,分析济阳坳陷胜坨油田一区沙河街组二段1~3砂组高分辨率层序地层学特征。

胜坨油田一区沙河街组二段油藏位于该油田的西部高地,属穹隆背斜构造油藏。油藏主体构造较为简单,地层平缓(倾角 $3^{\circ}\sim 5^{\circ}$),其北以一近东西向的大断层为界,东面以胜一区 and 胜二区东、西两高点之间的鞍部为界,西侧和南侧与位处构造

低部位的边水相接(图1)。

在Cross提出的长、中、短三级层序划分方案的基础上^[1],为提高小层砂体(或单砂体)划分和等时追踪对比、砂体几何形态和编制等时沉积微相图等研究内容的精度,按郑荣才教授的观点^{[10]、[11]},本文采用增加超短期旋回层序的划分方案(表1)。以1-2-J157井为例(图2),将沙二段1~8砂组划分为一个长期旋回层序和3个中期旋回层序,1~3砂组发育于最上部的MSC3中期旋回层序中。该中期旋回层序可进一步划分为5个短期旋回层序,自下而上依次命名为SSC1, SSC2, ..., SSC5; 17个超短期旋回层序,自下而上依次命名为Sup-SSC1, Sup-SSC2, ..., Sup-SSC17(大部分钻井中缺失Sup-SSC17)。

1 超短期旋回层序

超短期旋回层序是根据钻井岩芯和测井资料

[收稿日期] 2003-06-10

[基金项目] 国家973项目(G1999022508)

[作者简介] 柯光明(1979—),男,硕士生,储层沉积学专业。

所能识别的最小成因地层单元,相当于 Vail 的 VI 级层序,属于受可容纳空间与沉积物供给量比值(以下简称 A/S 值)变化和地层自旋回过程双重因素控制的韵律性沉积产物^{[7],[9],[10]},以 VI 类界

面为层序边界(表 1),厚度为数米至近十米级。此类层序的识别和划分,系进行高分辨率层序分析的基础,按岩性和岩相组合特征及沉积演化序列,可划分为 2 种基本结构类型。

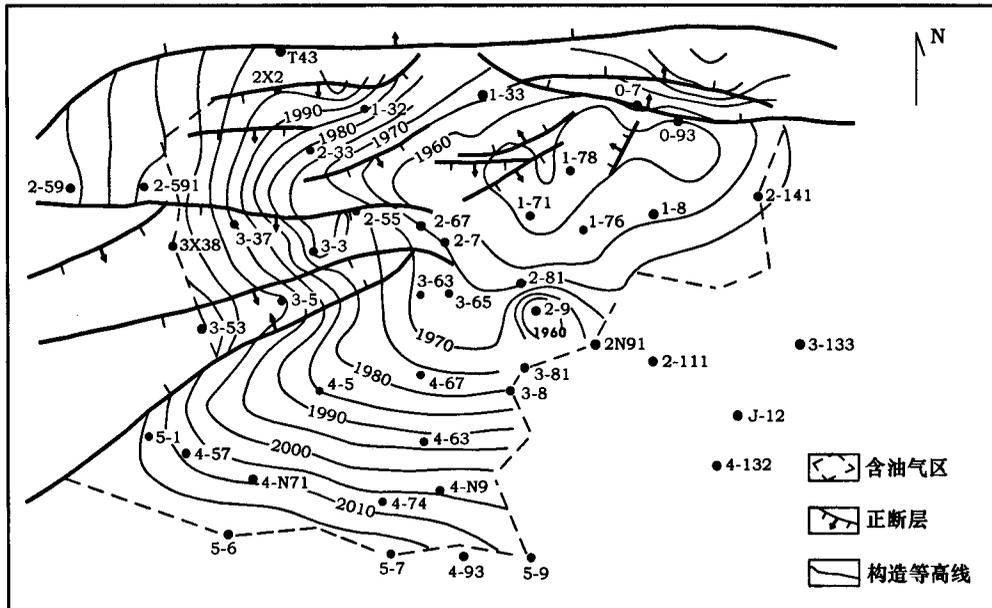


图 1 胜一区沙二段 1~3 砂组油藏区域位置和顶面构造图
Fig. 1 Location and structural map of the superface of 1~3 sand beds in Member 2 of Shahejie Formation in No. 1 area of Shengtuo oil field

表 1 胜一区沙二段高分辨率层序划分及其界面特征
Division of high-resolution sequence and the characteristics of interface in Member 2 of Shahejie Formation in No. 1 area of Shengtuo oil field

高分辨率层序划分	长期	中期	短期	超短期
层序界面级别	Ⅲ级	Ⅳ级	Ⅴ级	Ⅵ级
层序发育规模	数百米级	近百米—百余米级	近十米—十余米级	数米—近十米级
与 Vail 相当的层序级别	Ⅲ级层序	Ⅳ级层序或准层序组、体系域	Ⅴ级层序或准层序	Ⅵ级层序或米级层序
层序定义	一套具高幅水深变化的、彼此间具成因联系的区域性湖进—湖退沉积旋回	一套较高幅水深的、彼此间成因联系密切的次级湖进—湖退沉积旋回	一套具低幅水深变化的、彼此间成因联系极为密切的韵律性湖进—湖退沉积旋回	代表最小成因地层单元的单一岩性或相关岩性的叠加组合
界面成因类型	同一构造演化阶段中,受构造活动强度控制的侵蚀不整合面,或与之可对比的整合界面	受构造和气候双重因素控制的沉积间断面,或与之可对比的整合界面	受气候和 A/S 比值变化控制的局部冲刷间断面和整合界面	受 A/S 比值变化和地层自旋回过程双重因素控制的小型冲刷间断面和整合界面
界面识别标志	露头 and 岩芯中的大型侵蚀不整合面,假整合面;区域性进积→退积测井相组合类型或电性参数的突变面;地震剖面中的削蚀、削截面和超覆面	露头 and 岩芯中较大规模的底冲刷面;次级进积→退积测井相组合的转换面;常规地震剖面中识别较为困难	露头 and 岩芯中的小型底冲刷面,整合面;不同测井相类型之间的、单向移动的进积折向退积转换带上的突变面,或为加速渐变面;常规地震剖面中难以识别	露头 and 岩芯中的小型底冲刷面、整合面;测井曲线中为单一测井相类型和单向移动的突变面或渐变面;常规地震剖面中难以识别

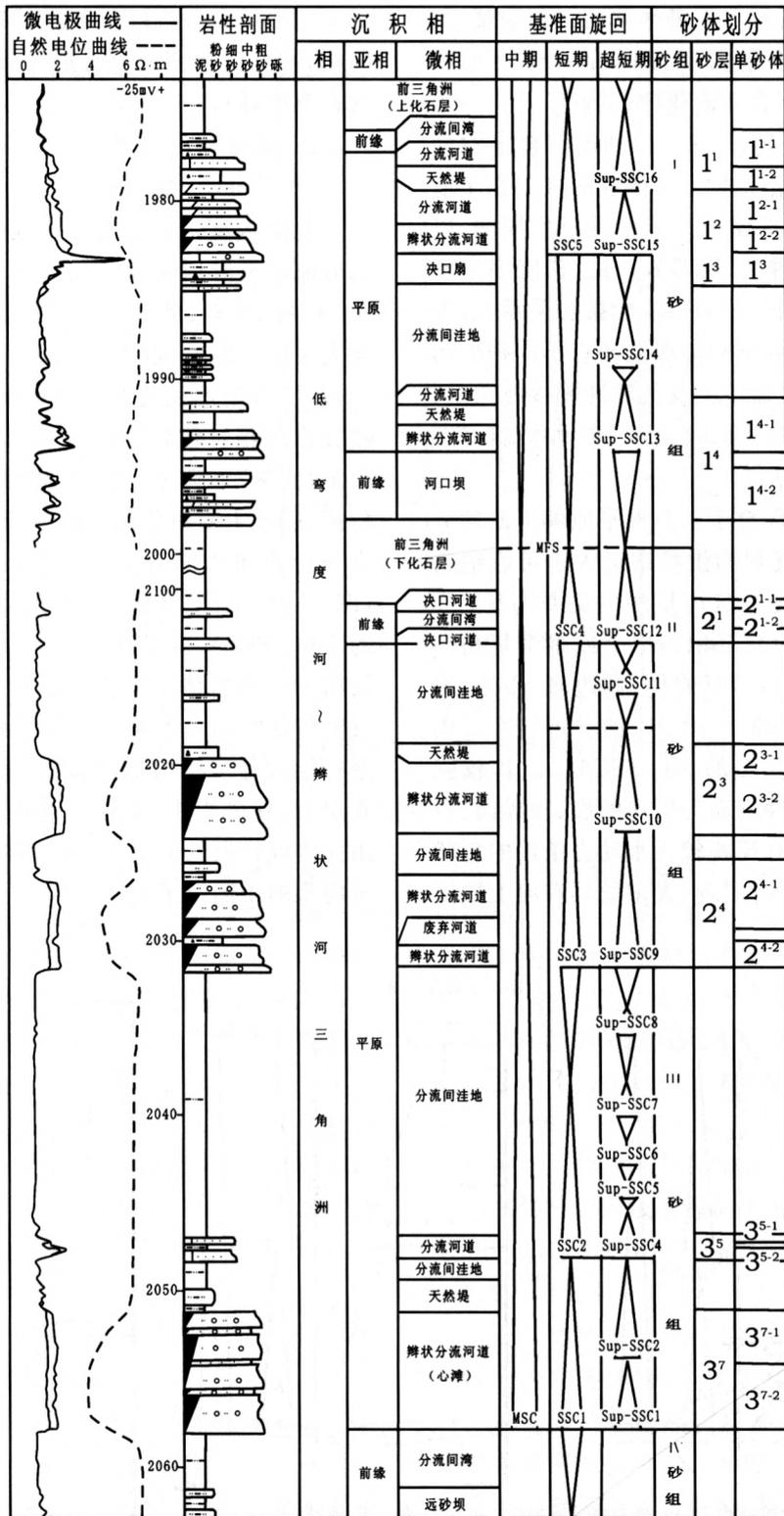


图 2 沙二段 1~3 砂组沉积相、层序和砂体划分综合柱状图(以 1-1-2J157 井 1~3 砂组取芯井段为例)

Fig. 2 Generalized column of the sedimentary facies, high-resolution sequence and sand bodies division of 1~3 sand beds in Member 2 of Shahejie Formation in No. 1 area of Shengtuo oil field

1.1 向上“变深”非对称型(以下简称 A 型)

此类型具有特征的下粗上细正韵律半旋回结构,形成于沉积物供给率远大于至大于可容纳空

间增长率的超补偿和过补偿沉积条件下($A/S \ll 1$ 和 $A/S < 1$),代表基准面缓慢上升和快速下降的强烈非均衡韵律性地层自旋回过程。仅发育于分

流河道沉积区,以仅保存上升半旋回沉积记录,下降半旋回则表现为暴露和侵蚀冲刷作用为特征^[7]。按其沉积相组合和演化序列特征,可进一步细分为低可容纳空间($A/S \ll 1$)和高可容纳空间($A/S < 1$)2种亚类型结构^[1]。两者的区别在于前者仅保存超短期基准面上半旋回早中期的、以充填水道为主的粗粒沉积部分,与上覆层序主要呈岩性相似,但被底冲刷面分隔的接触关系;后者对上升半旋回晚期的细粒溢堤沉积有不同程度的保存,与上覆层序呈岩性突变的底冲刷接触关系。

1.1.1 低可容纳空间向上“变深”非对称型(以下简称 A_1 型)

此亚类型主要发育于三角洲平原偏上游的分流河道沉积区,具沉积物供给率远大于可容纳空间增长率的条件($A/S \ll 1$)。层序主要由代表基准面上半旋回早、中期沉积的单个或多个呈相互切割叠置的分流河道砂砾岩体(如边滩、心滩)组成(图 3A 的 Sup-SSC1,图 3B 的 Sup-SSC4,图 3C Sup-SSC15 和图 4A 的 Sup-SSC9),以具较强下切侵蚀作用的底冲刷面为层序的底、顶界面。砂砾岩体内普遍发育有反映较强水动力条件的板状或槽状交错层理、平行层理,大多数具有向上粒度

变细或泥质含量略趋增多的不明显正韵律半旋回结构,底部的冲刷面上普遍含有滞留泥砾或较粗的石英质砾石。

1.1.2 高可容纳空间向上“变深”非对称型(以下简称 A_2 型)

此亚类型主要发育于三角洲平原偏中、下游的分流河道沉积区,偶见于三角洲前缘亚相带。与 A_1 亚类型比较,此亚类型仍主要处于沉积物供给率大于可容纳空间增长率的补偿条件下($A/S < 1$),以上升期堆积的沉积物在下降期遭受的下切侵蚀作用相对较弱,因而对基准面上升期发育的向上“变深”半旋回沉积记录的保存相对较完整为特征。层序主要由分流河道砂、砾岩→天然堤粉砂岩→分流间洼地泥岩连续变细的沉积序列组成(图 3A 的 Sup-SSC2,图 3B 的 Sup-SSC5 和图 4C 的 Sup-SSC9),也以冲刷面为层序的底、顶界面。较粗的砂砾岩体主要位于层序的中下部,发育有反映较强水动力条件的大型板状、槽状交错层理、平行层理等沉积构造,发育于上部溢堤沉积的薄互层泥、粉砂岩中,常见条带状层理和沙纹层理,由此构成特征的向上“变深”和粒度变细或泥质含量增多的正韵律半旋回结构。

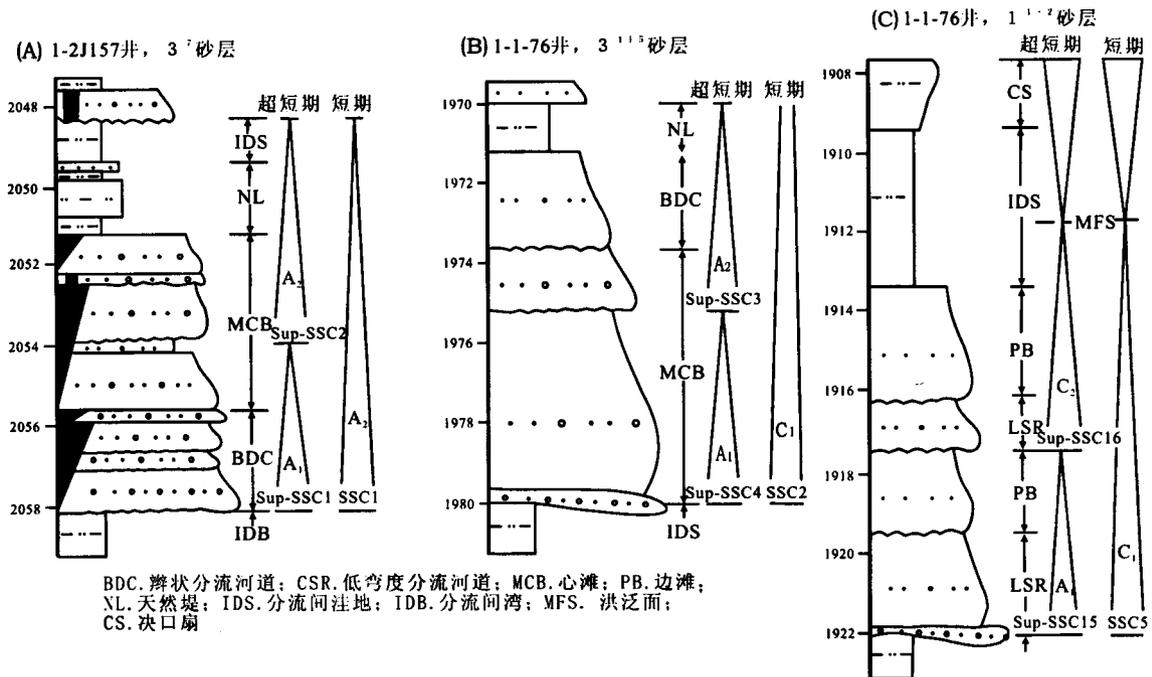


图 3 几种向上“变深”非对称型超短期、短期旋回层序结构

Fig. 3 Profile of several up-deepening non-symmetric supershort and short-term cyclic sequences

A_1 , 低可容纳空间亚类型; A_2 , 高可容纳空间亚类型;

C_1 , 以上升半旋回为主的不完全对称型; C_2 , 近完全对称型; C_3 , 以下降半旋回为主的不完全对称型

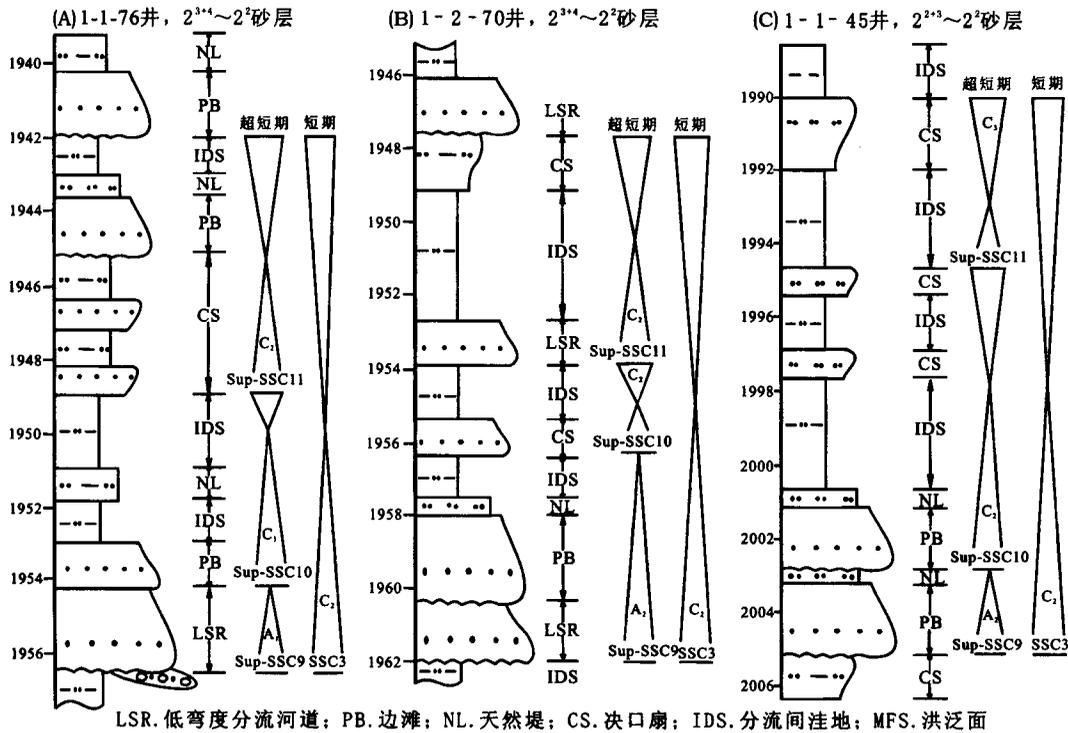


图 4 几种近完全—完全对称型超短期、短期旋回层序剖面结构

Fig. 4 Profile of several complete-nearly complete symmetric supershort and short-term cyclic sequences (图例同图 1)

1.2 对称型超短期旋回层序(以下简称 C 型)

此类型具有由粗变细复变粗的完整韵律旋回结构,形成于沉积物供给率接近至略低于可容纳空间增长率的弱补偿或欠补偿沉积条件下($A/S \leq 1 \rightarrow A/S \geq 1$),为研究区内 1~3 砂组中最发育的超短期旋回层序结构。以上升和下降两个半旋回沉积记录保存较完整,层序内发育有具备相转换面性质的二分时间单元分界线(即超短期旋回层序界面和洪泛面)为显著特征^[7]。按上升与下降两个半旋回时间单元的沉积厚度变化关系,可进一步细分为 3 个亚类型。

1.2.1 以上升半旋回为主的不完全对称型(以下简称 C₁ 型)

此亚类型以上升半旋回沉积厚度明显大于下降半旋回为特征,代表基准面缓慢上升—加速下降的非均衡韵律性地层自旋回过程,主要发育于三角洲平原亚相的中、下游部位和前缘亚相近河口的内侧部位。图 4 和图 5 列出了此亚类型的常见剖面结构,从中可看出,此亚类型上升半旋回沉积序列与 A₂ 型非常相似,都以发育向上加深和变细,或泥质组分增多的分流河道砂岩→天然堤粉砂岩→分流间洼地泥岩组成的正韵律退积序列

为特征,所出现的差别主要在于有薄的下降半旋回沉积记录。下降半旋回沉积序列在不同亚相带具有不同的微相类型组合特征,如在平原亚相带的中、下游部位,大都由分流间洼地泥岩→决口扇或天然堤粉砂岩组成向上略变粗的反韵律加积序列(图 4A 的 Sup-SSC10 和图 5A 的 Sup-SSC14,图 5B 的 Sup-SSC13);而在近河口的前缘亚相带,主要由前三角洲和分流间湾泥岩→远砂坝或河口坝粉—细砂岩组成明显向上变粗的反韵律加积→进积序列(图 5C 的 Sup-SSC12)。

1.2.2 近完全—完全对称型(以下简称 C₂ 型)

此亚类型以上升和下降半旋回沉积厚度近完全或完全相等为特征,代表基准面缓慢上升—缓慢下降均衡韵律性地层自旋回过程,于三角洲平原和前缘两亚相带均有发育。图 3 至 5 列出了此亚类型的常见剖面结构,其基本特点与 C₁ 型较为相似,主要差异在于代表基准面上升过程的半旋回沉积作用略有减弱,位于层序下部的分流水道砂体厚度变薄;而代表基准面下降过程的半旋回沉积作用明显增强,如在平原亚相带主要由加厚的分流间洼地泥岩→决口扇粉砂岩组成向上略变粗的反韵律加积序列(图 3C 的 Sup-SSC16;图 4B

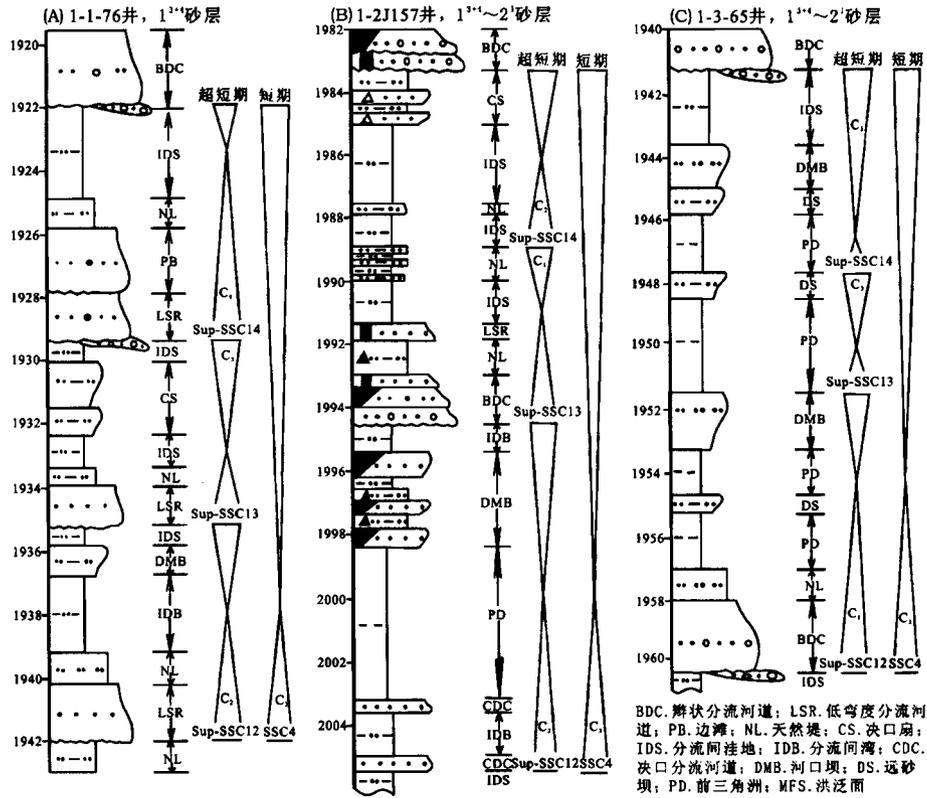


图 5 几种以下降半旋回为主的不对称型超短期、短期旋回层序剖面结构

Fig. 5 Profile of several in complete symmetric supershort and short-term cyclic sequences dominated by subsiding semi-cycles (图例同图 1)

的 Sup-SSC10, Sup-SSC11, 图 4C 的 Sup-SSC10 和图 5A 的 Sup-SSC12, 图 5B 的 Sup-SSC13), 偶尔见有分流河道砂岩→天然堤粉砂岩→分流间洼地泥岩组成向上变细的加积序列(图 4A 的 Sup-SSC11); 在前缘亚相带仍主要由前三角洲泥岩→远砂坝和河口坝粉—细砂岩→分流间湾碳质泥岩组成向上变浅加粗的反韵律加积或进积序列(图 5B 的 Sup-SSC12)。

1. 2. 3 以下降半旋回为主的不完全对称型(以下简称 C₃ 型)

此亚类型以下降半旋回沉积厚度大于或远大于上升半旋回为特征, 代表基准面快速上升—缓慢下降的非均衡韵律性地层自旋回过程, 主要发育于三角洲前缘亚相带外侧, 或发育于平原亚相带的低洼部位。与前两种亚类型比较, 此亚类型的上升半旋回由薄的分流河道砂岩或天然堤粉砂岩和较厚的分流间湾(或分流间洼地)泥岩, 以及连续向上加深变细的前三角洲泥岩组成正韵律退积序列。下降半旋回在平原亚相带由分流间洼地泥

岩→决口扇粉—细砂岩组成明显向上变粗加厚的反韵律加积→弱进积序列(图 4C 的 Sup-SSC11 和图 5A 的 Sup-SSC13); 而前缘亚相带则由超覆在前三角洲泥岩之上的、沉积强度较高的远砂坝→河口坝粉—细砂岩或远砂坝粉砂岩→分流间湾碳质泥岩组成向上明显加粗或变浅的反韵律进积序列(图 5C 的 Sup-SSC13, Sup-SSC14)。

2 短期旋回层序及其分布模式

短期旋回层序以 V 级界面为界, 为相当于 Vail 的 V 级层序或准层序成因地层单元(表 1), 大多由 2~3 个, 个别由 4~5 个超短期旋回层序叠加组成, 厚度一般为近十米至十数米级。层序结构如同超短期, 也可划分出向上“变深”非对称型和对称型 2 种基本类型, 前者以发育高可容纳空间亚类型为主(图 3), 后者可细分为不完全对称与近完全—完全对称 3 个亚类型(图 3~5)。剖面上, 向上“变深”非对称型短期旋回层序大多由 2~3 个由 A₁ 型向 A₂ 型递变的超短期旋回层序叠

加组成,具有特征的复合正韵律旋回结构,为沉积物供给率处于持续过补偿的低可容纳空间条件,向补偿的高可容纳空间条件转化的地层过程产物^[7]。对称型短期旋回层序大多由 3 个或 3 个以上的 A 型与 C 型或由单一 C 型超短期旋回层序叠加组成,为沉积物供给率处于持续弱补偿向欠补偿条件转化和可容纳空间快速增长的地层过程产物^[7]。显而易见,由对称型短期旋回层序内的超短期旋回层序结构和叠加样式的变化,可揭示此类旋回的地层过程中,具有沉积物供给量从过补偿向弱补偿和欠补偿的沉积条件转化后,重新返回弱或过补偿条件的性质。因此,在垂直剖面上,对应于基准面升降变化的沉积演化序列上,依次出现由上升期的进积或加积到退积作用,折向下降期的加积到进积作用的完整旋回性。平面上,旋回的对称性变化具有与其它陆相盆地相似分布规律^{[4]~[6],[11],[12]},特点为分流河道沉积区以发育 A₂ 型和 C₁ 型为主;分流间和前缘远砂坝、河口坝沉积区以发育 C₂ 型为主,次为 C₃ 型;至三角洲前缘与前三角洲的过渡带,则以发育 C₃ 型为主的分带性展布特征(图 6)。这一分布模式表明,当短期基准面呈初始上升状态时,处于 $A/S \ll 1$ 向 $A/S < 1$ 过渡的沉积条件下,以分流水道砂砾岩体顺

源堆积的进积作用最为活跃。伴随湖平面上升幅度加大,处于 $A/S \leq 1$ 向 $A/S > 1$ 递增的过程中,迫使有效可容纳空间向物源方向迁移,三角洲平原上游地区对较粗粒沉积物的截留作用逐渐增强,中、下游地区和三角洲前缘至前三角洲以接受逐渐变细的沉积物为主,相关的沉积速率自上游向下游和盆地方向明显减弱,出现连续向上变细和加深的加积→退积过程,以及分流河道沉积区向物源方向退缩和同步的间歇湖进作用。当基准面进入下降状态时,伴随湖平面下降幅度加大和 $A/S > 1$ 向 $A/S \ll 1$ 的递减,以及有效可容纳空间向盆地方向快速迁移的过程,三角洲平原上游的分流河道沉积区很快依次进入下切侵蚀状态而以发育冲刷间断面为主,由侵蚀产生的再搬运沉积物与来自物源区的沉积物,向中、下游和三角洲前缘至前三角洲方向的搬运作用逐渐加强,以位于三角洲平原下游的分流河道至河口外侧的河口坝沉积作用较活跃,形成向上明显加粗变浅的加积→进积序列。显而易见,短期基准面升降过程的可容纳空间变化机制,是控制沙二段 1~3 砂组中相当短期或超短期旋回层序级别的各小层砂体(或单砂体)成因类型、旋回结构、发育规模和时空展布规律的主要因素。

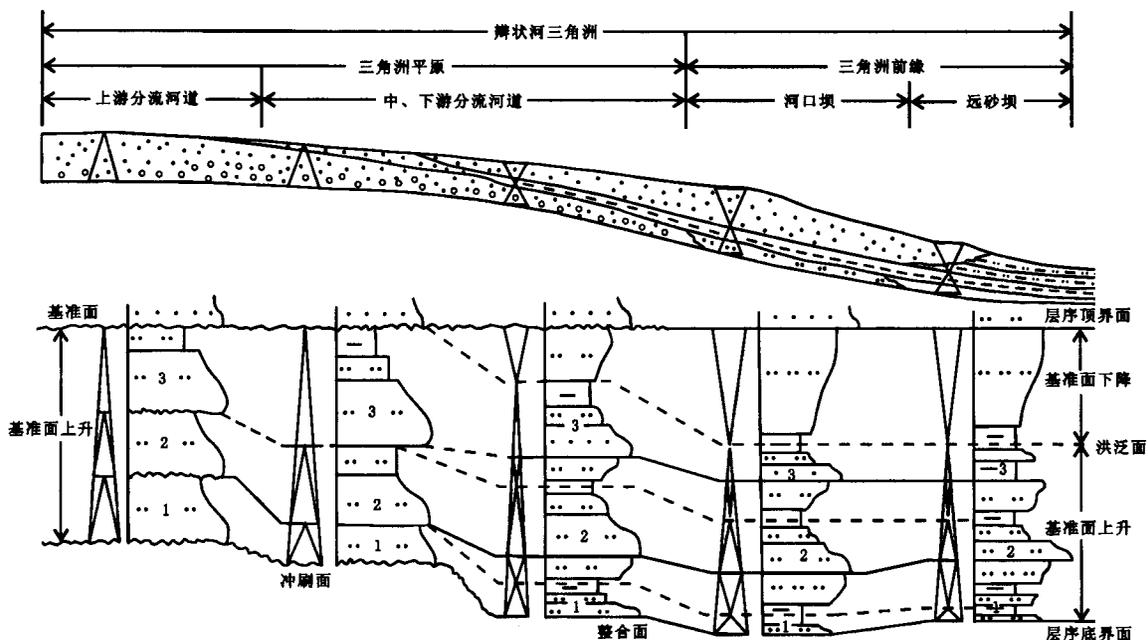


图 6 沙二段 1~3 砂层组不同结构类型的短期旋回层序展布模式

Fig. 6 Distribution pattern of the short-term cycle sequences with different types of structure of 1~3 sand beds developed from Member 2 of Shahejie Formation in No. 1 area of Shengtuo oil field

3 中期旋回层序

由上述 5 个短期旋回层序叠加组成的 MSC3 中期旋回层序,以 IV 级界面为层序顶、底界面,相当于 Vail 的 IV 级层序或准层序组(表 1),厚度为近百米至百余米级。层序结构主要属于以上升半旋回为主的不完全对称型。由 189 口钻井的层序分析结果,表明该中期旋回层序的短期旋回层序叠加样式于研究区内非常一致,基本特点为:(1)该中期旋回层序虽然属于区域上较次级的辫状河三角洲水进—水退沉积旋回,但在胜一区,乃至整个胜坨油田范围都具有极好的等时可对比性。(2)上升半旋回的早、中期(SSC1→SSC2)以发育 A 型、C₁ 型或 C₂ 型短期旋回层序结构和叠加样式为主,显示向上变深的、由进积向加积和退积单一方向移动的层序演化特点。上升半旋回晚期至下降半旋回早期(SSC3→SSC4),以发育 C₂ 型和 C₃ 型短期旋回层序结构和叠加样式为主,显示相对均衡和稳定的、由退积开始向加积转化的层序演化特点。而下降半旋回晚期(SSC5)一般以发育 C₁ 型短期旋回层序结构为主,顶为冲刷面,显示旋回晚期有快速变浅和暴露作用(图 2)。(3)中期旋回的底界面与 SSC1 层序底界面重叠,于研究区内稳定分布,识别标志清晰,主要表现为上覆层序底部辫状分流河道微相的砂砾岩,与下伏层序顶部分流间湾微相或前三角洲亚相的泥岩呈岩相和岩性突变的下切侵蚀接触关系。(4)中期旋回的顶界面与 SSC5 层序顶界面重叠,之下的 Sup-SSC17 超短期旋回层序经常侵蚀缺失或保存不完整,旋回结构以异常的 C₁ 型和 A 型为主,成因与中期基准面下降达低点位置后,有延时较长的侵蚀暴露作用,由层序顶部或上部的沉积物遭受较大幅度的下切侵蚀作用,导致界面之下原先发育的 C₂ 型或 C₃ 型超短期(或短期)旋回层序的下降半旋回侵蚀缺失或保存不完整,转变为变异的 A 型或 C₁ 型层序有关。结合位于该中期旋回层序靠顶部的 SSC5 洪泛面至下降半旋回早期的沉积,主要为一套富含螺、蚌、介形虫化石和泥质组分较纯的前三角洲亚相泥岩;但因受中期基准面下降期穿越地表时发生的风化作用改造,氧化为与原始沉积环境不相协调的红色和杂色泥岩,以及层序界面之上的沙一段湖滩相砂岩,可超覆在 Sup-SSC16 或 Sup-SSC17 等不同的层位上等特征,可

进一步证明该中期基准面下降有较大的幅度和持续时间较长的暴露侵蚀作用。因此,可确定该界面同时也是沙二段长期旋回层序的顶界面(或沙一段长期旋回层序的底界面),或为区域上沙二段辫状河三角洲沉积体系与沙一段湖泊沉积体系之间的分界面。(5)位于层序中上部,与 SSC4 洪泛面重叠发育的中期洪泛面,于胜一区乃至整个胜坨油田范围内广泛发育,层位极其稳定,相关岩性主要为一套富含螺、蚌、介形虫化石和质地很纯的前三角洲亚相暗色纹层状泥岩,识别标志清晰,属胜坨油田沙二段 1~3 砂组中最重要的区域等时对比标志层。(6)以短期和超短期旋回层序为等时地层单元,与现行沙二段 1~3 砂组开发层系划分方案中各小层砂体和单砂体都具有很好的对应关系(图 2),其中具备 A 型和 C₁ 型结构的超短期和短期旋回层序为最有利储层发育的层序类型,以 1¹, 2², 2³⁺⁴, 3⁴⁺⁵ 和 3⁶⁺⁷ 等含油层位为例,好的含油砂体几乎无一例外地产于具 A 型和 C₁ 型结构的超短期和短期上升半旋回中,并以在研究区内可进行稳定的等时追踪对比为显著特征。

4 结论

通过 189 口钻井沙二段 1~3 砂组的高分辨率层序地层系统分析,以中期旋回层序的底、顶界面和洪(湖)泛面为等时对比的年代地层框架,确定短期和超短期旋回层序为等时地层对比单元,优选短期和超短期旋回层序的二分时间单元分界线(即层序界面和洪泛面)为高时间精度分辨率的等时地层对比标志所建立的地层格架^{[1],[8]},为进一步展开沙二段 1~3 砂组各小层砂体和单砂体的等时追踪对比和精细的几何形态描述^[11],了解地层格架中储层单元的时空展布和演化规律,分析储层结构特征和进行储层确定建模,以及进行小尺度的流体流动单元划分^[13]和合理进行注采工艺调整等开发地质问题^[10],均可提供更为可靠的基础地质资料和依据(因受篇幅限制,有关内容另撰文讨论)。

[参 考 文 献]

- [1] Cross A T, Lessenger M A. Sediment Volume Partitioning: Rationale for Stratigraphic Model Evaluation and High-Resolution Stratigraphic Correlation [R]. Accepted for Publication in Norwegian Petroleum-

- Forening Conference Volume, 1996. 1—24.
- [2] 郑荣才. 四川盆地侏罗统大安寨段高分辨率层序地层学[J]. 沉积学报, 1998, 16(2): 42—49.
- [3] 杜春彦, 郑荣才. 陕北长 6 油层组短期基准面旋回与储层非均质性的关系[J]. 成都理工学院学报, 1999, 26(1): 17—22.
- [4] 郑荣才, 吴朝容. 西部凹陷深层沙河街组生储盖组合的层序分析[J]. 成都理工学院学报, 1999, 26(4): 346—356.
- [5] 吴朝容, 郑荣才. 辽河油田西部洼陷沙河街组高分辨率层序地层学特征[J]. 成都理工学院学报, 1999, 26(4): 375—381.
- [6] 柳梅青, 陈亦军, 郑荣才. 川西新场气田蓬莱镇组陆相地层高分辨率层序地层学研究[J]. 沉积学报, 2000, 18(1): 50—56.
- [7] 郑荣才, 尹世明, 彭军. 基准面旋回结构与叠加样式[J]. 沉积学报, 2000, 18(3): 369—375.
- [8] 郑荣才, 吴朝容, 叶茂才. 浅谈陆相盆地高分辨率层序地层研究思路[J]. 成都理工学院学报, 2000, 27(3): 241—244.
- [9] 邓宏文, 王洪亮, 宁宁. 沉积物体积分配原理——高分辨率层序地层学的理论基础[J]. 地学前缘, 2000, 7(4): 305—313.
- [10] 郑荣才, 彭军, 吴朝容. 陆相盆地基准面旋回的级次划分[J]. 沉积学报, 2001, 19(2): 249—255.
- [11] 郑荣才, 彭军. 陕北志丹三角洲长 6 油层组高分辨率层序分析与等时对比[J]. 沉积学报, 2002, 20(1): 92—100.
- [12] 彭军, 郑荣才, 陈景山, 等. 百色盆地那读组短期基准面旋回层序分析[J]. 沉积学报, 2002, 20(2): 203—209.
- [13] 张尚锋, 洪秀娥, 郑荣才, 等. 应用高分辨率层序地层学对储层流动单元层次进行分析——以泌阳凹陷双河油田为例[J]. 成都理工学院学报, 2002, 29(2): 147—151.
- [14] Vail P R. Seismic stratigraphic interpretation using sequence stratigraphy. Part 1: Seismic stratigraphic interpretation procedure[A]. Bally A W. Atlas of Seismic Stratigraphic[C]. American Association of Petroleum Geologists, Studies in Geology, 1987, 27: 1—10.
- [15] 段昌旭, 冯永泉, 郭子政, 等. 胜坨沙二段多层断块砂岩油藏[M]. 北京: 石油工业出版社, 1997.

High-resolution sequence stratigraphy of 1~3 sand beds developed in Member 2 of Shahejie Formation from No. 1 area in Shengtuo oil field

KE Guang-ming, ZHENG Rong-cai, GAO Hong-can

(State Key Laboratory of Oil and Gas Reservoir Geology and Exploitation, Chengdu University of Technology, China)

Abstract: On the basis of a comprehensive study of core, log data, taking the high-resolution sequence stratigraphic theory as a direction, the authors divide the base-level cycle of 1~3 sand beds developed in Member 2 of Shahejie Formation from Shengtuo oil field into three orders. They are supershort-term, short-term and middle-term. Among them, the supershort-term base-level can be divided into two basic structure types which are up-deepening non-symmetry and symmetry. Furtherly, according to the varied characteristics of cyclic structure, five subtypes of structure are distinguished and they are up-deepening non-symmetry of low accommodation and high accommodation, complete-nearly, complete symmetry, incomplete symmetry dominated by uprising semi-cycle or subsiding semi-cycle. On the basis of these studies, the depositional array of varied structure types of supershort-term cyclic sequence and the stacking pattern, the change rule and distribution pattern in the middle and short-term base level cycle sequence are summarized. All these studies lay a good foundation for tracing correlation to the sand bodies and meticulous describing of petroleum and gas accumulation of 1~3 sandy formation in Member 2 of Shahejie Formation from the No. 1 area of Shengtuo oil field.

Key words: high-resolution sequence stratigraphy; cycle structure; stacking pattern; depositional sequence; Shahejie Formation; Shengtuo oil field