

文章编号: 1009-3850(2012)01-0062-10

# 涠西南凹陷涠洲11区南部流沙港组流一段沉积微相特征

谭程鹏<sup>1</sup>, 李茂<sup>2</sup>, 于兴河<sup>1</sup>, 李胜利<sup>1</sup>, 程岳宏<sup>3</sup>

(1. 中国地质大学能源学院, 北京 100083; 2. 中海石油有限公司湛江分公司, 广东 湛江 524057; 3. 中海油研究总院, 北京 100027)

**摘要:** 涠西南凹陷涠洲11区南部流沙港组油气特征明显, 但目的层段岩性复杂, 储层横向变化快, 连通性差, 因此对沉积微相与砂体的成因分析很有必要。本文通过岩心精细观察描述, 结合粒度资料、测井资料和地震资料的分析, 对流一段沉积相类型进行了探讨, 识别出两种沉积相类型: 水进型扇三角洲和正常三角洲。其中扇三角洲可划分为扇中和扇端两个亚相, 三角洲划分为三角洲前缘和前三角洲两个亚相, 并在各相带内共识别出11种微相类型。探讨了流一段4个亚段的沉积微相特征、平面展布及垂向演化: 早期(L1下)为湖平面逐渐上升的扇三角洲沉积, 晚期(L1上)为不断向前进积的三角洲沉积。

**关键词:** 涠西南凹陷; 涠洲11区; 流沙港组流一段; 沉积微相

中图分类号: TE122

文献标识码: A

## 前言

涠西南凹陷位于北部湾盆地北部, 是盆地内油气资源最丰富、勘探程度最高的凹陷。流沙港组岩性圈闭紧邻烃源岩, 圈闭规模大, 具备形成大中型油气藏的基本地质条件。涠西南凹陷的勘探重点已由构造圈闭转移到流沙港组岩性圈闭。

近年来, 多名学者对涠西南凹陷流沙港组开展了研究。刘震等<sup>[1]</sup>分析了涠西南凹陷流沙港组岩性圈闭形成条件; 孙文钊等<sup>[2]</sup>对涠西南凹陷始新统非构造油气藏的类型及勘探方向进行了研究; 赵军等<sup>[3]</sup>通过重矿物分析, 探讨了涠西南凹陷物源方向与古地理景观; 董贵能<sup>[4,5]</sup>研究了涠西南凹陷流一段扇三角洲沉积特征及其对隐蔽油气藏形成的控制作用, 并分析了流一段非构造油气藏; 王健<sup>[6]</sup>主要利用地震手段对涠西南凹陷流一段三角洲前缘滑塌浊积岩分布规律进行了研究; 赵楠等<sup>[7]</sup>统计分析涠西南凹陷流一段油藏特征及规律。但是, 上

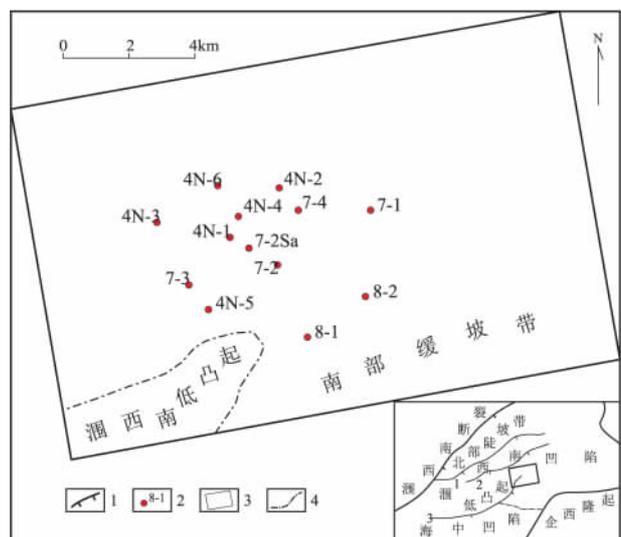


图1 涠西南凹陷涠洲11区南部流一段研究区与井位  
1. 断层; 2. 井位; 3. 工区; 4. 构造区边界

Fig. 1 Location and well sites in the first member of the Liushagang Formation in southwestern Weizhou depression

1 = fault; 2 = well site; 3 = studied area; 4 = tectonic boundary

收稿日期: 2011-08-20; 改回日期: 2011-11-23

作者简介: 谭程鹏(1988-), 男, 硕士研究生, 矿产普查与勘探专业, 主要从事沉积学与储层地质学的研究。E-mail: tanchengpeng29@qq.com

资助项目: 国家自然科学基金(41072084)

述研究主要是针对涠西南凹陷行的全局研究,并没有对局部某个沉积体系进行精细探讨。因此,随着勘探开发的深入进行,开展沉积微相精细研究工作势在必行。

为弄清研究区内目的层段沉积体系展布与演化规律,为下一步勘探开发提供地质依据,本文在参考前人多项研究成果的基础上,结合 13 口井的岩心与测井资料,以及地震资料,确定沉积微相类型,并以现代沉积相模式作指导,推测古代沉积相特征、展布及演化。

### 1 区域地质概况

涠西南凹陷位于北部湾盆地北部拗陷,是北部湾盆地的一个三级构造单元,为涠西南断层和 3 号断层控制的北断南超的箕状半地堑,呈 NE 向展布,面积约 3800km<sup>2</sup>。涠洲 11 区位于涠西南凹陷的南部,目前有涠洲 11-1N、涠洲 11-2、涠洲 11-7、涠洲 11-4 四个油田,本次研究的区域为南部的涠洲 11-7 油田(图 1)。

涠西南凹陷的基底由上白垩统的红色山麓堆积

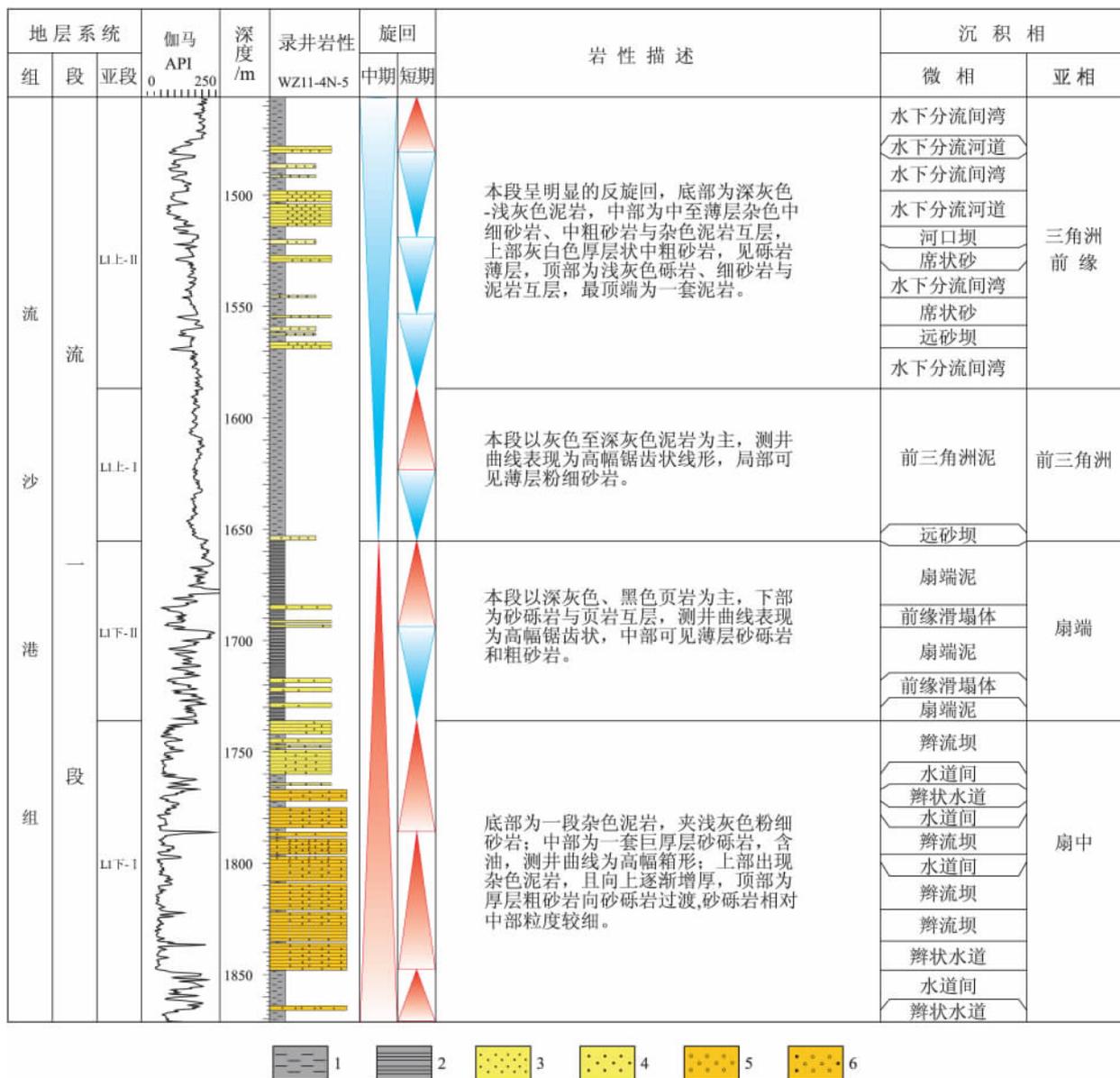


图 2 涠西南凹陷流一段地层综合柱状图

1. 泥岩; 2. 页岩; 3. 细砂岩; 4. 中砂岩; 5. 砾岩; 6. 砂砾岩

Fig. 2 Stratigraphic column through the first member of the Liushagang Formation in southwestern Weizhou depression  
1 = mudstone; 2 = shale; 3 = fine-grained sandstone; 4 = medium-grained sandstone; 5 = conglomerate; 6 = glutenite

砂砾岩、石炭系灰岩、泥盆系变质岩和花岗岩组成。新生界总沉积厚度可达 4700m,其中古近系发育长流组、流沙港组和涠洲组陆相沉积。流沙港组为一套湖相背景的砂泥岩沉积,为本区主要的生油和勘探目的层段。

流一段(L1)沉积厚度为 79~550m,其下部为灰色厚层箱型砂砾岩,上部以砂泥薄互层为主要特征。依据层序地层学原理和方法<sup>[8-10]</sup>,将流一段划分为 4 个亚段,即 L1 下-I、L1 下-II、L1 上-I 和 L1 上-II(图 2)。

## 2 沉积相识别标志及主要微相类型

### 2.1 岩石类型与特征

流一段岩石类型主要以长石岩屑砂岩为主,其次为岩屑砂岩和长石岩屑石英砂岩。石英含量在 58.9%~75.4%,其中多晶石英含量高,平均为 31.5%~35%;长石含量平均为 9.2%~11.5%,岩屑含量平均为 10.2%~16.3%,泥质含量平均为 4.4%,其中流一段上部和流一段下部没有明显的差别,在三角分类图中都集中在岩屑砂岩这侧<sup>[11]</sup>(图 3、4)。流一段岩石胶结物含量低,总体小于 4.0%,且胶结物主要为白云石、菱铁矿,较少方解石。碎屑颗粒以次棱-次圆状为主,呈颗粒支撑,点-线接触为主,少量凹凸-线接触。储层以孔隙式胶结为主,少量压嵌式胶结。

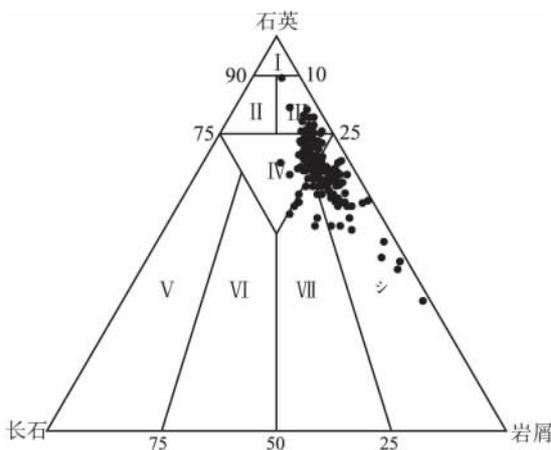


图 3 涠洲 11 区南部流一段下部砂岩分类图

I 石英砂岩; II 长石石英砂岩; III 岩屑石英砂岩; IV 长石岩屑石英砂岩; V 长石砂岩; VI 岩屑长石砂岩; VII 长石岩屑砂岩; VIII 岩屑砂岩  
Fig. 3 Triangular diagram for the classification of the sandstones from the lower part of the first member of the Liushagang Formation

I = quartz sandstone; II = feldspathic quartz sandstone; III = lithic quartz sandstone; IV = feldspathic lithic quartz sandstone; V = arkose; VI = lithic arkose; VII = feldspathic lithic sandstone; VIII = lithic sandstone

总体来说,研究区流一段岩心具有近物源、粗碎屑的岩石学特征。岩性主要为砂砾岩、含砾中粗砂岩、含砾细砂岩、细砂岩等,泥质杂基含量较低,胶结物含量低,岩性粗细混杂,分选较差-中等,颗粒次圆-次棱状,结构成熟度较低-中等。

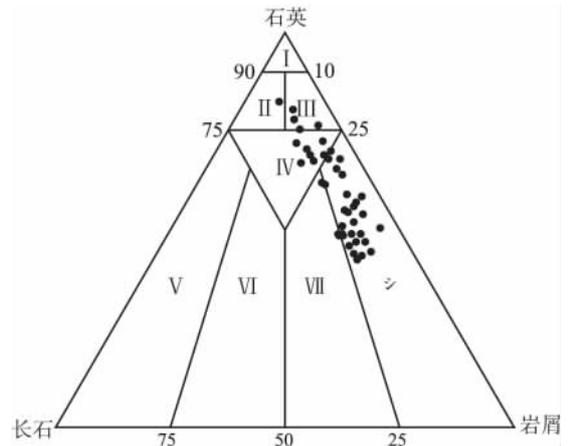


图 4 涠洲 11 区南部流一段上部砂岩分类图

I 石英砂岩; II 长石石英砂岩; III 岩屑石英砂岩; IV 长石岩屑石英砂岩; V 长石砂岩; VI 岩屑长石砂岩; VII 长石岩屑砂岩; VIII 岩屑砂岩  
Fig. 4 Triangular diagram for the classification of the sandstones from the upper part of the first member of the Liushagang Formation

I = quartz sandstone; II = feldspathic quartz sandstone; III = lithic quartz sandstone; IV = feldspathic lithic quartz sandstone; V = arkose; VI = lithic arkose; VII = feldspathic lithic sandstone; VIII = lithic sandstone

### 2.2 沉积构造特征

对 7 口井共 128.9m 岩心的观察与精细描述表明,涠洲 11 区南部流一段沉积构造类型丰富,发育各种流水成因的沉积构造与重力流成因的滑塌变形构造。

流一段下部 L1 下-I 和 L1 下-II 亚段岩石粒度较粗,发育变形构造、块状层理、槽状交错层理、板状交错层理、平行层理和冲刷面,其中变形构造普遍存在。变形构造是对发生变形所形成的各种沉积构造的总称,在研究区中主要有包卷层理和滑塌变形构造两种类型。这两种变形构造反映了沉积环境的不稳定,多出现在扇三角洲的前侧坡度较陡处。变形构造的大量存在,表明沉积物重力流较发育,从另一方面反映了沉积时地形坡度较陡(图 5E、F)。槽状交错层理底界冲刷面明显,底部常见泥砾和滞留砾岩,主要发育在水道沉积底部,在本区是辫状水道的典型标志(图 5A、C)。板状交错层理内部纹层粒度常有下粗上细的的粒度变化,是辫流坝

的典型沉积标志(图 5B)。平行层理中可见裂线理,代表水浅流急的沉积环境(图 5D)<sup>[12]</sup>。在该区板状交错层理和平行层理主要发育于辫流坝和辫状水道中上部。

本区在流一段上部取心较少, L1 上-I 亚段中深灰色泥岩中发育水平层理(图 5I), 主要为滨浅湖前三角洲沉积产物。L1 上-II 亚段岩石粒度普遍较细, 薄层砂岩中可见流水沙纹层理(图 5H)。在岩心上依然可见一些小型槽状交错层理(图 5G)、板状交错层理、平行层理, 沉积规模和岩石粒度相对

流一段下部较小较细, 反映了三角洲前缘水下分流河道、河口坝的沉积特征。

由下往上, 由大型槽状交错层理、板状交错层理、块状层理、变形构造变为水平层理、流水沙纹层理、小型槽状交错层理、小型板状交错层理, 在一定程度上反映出地形坡度由陡变缓、水流能量由强变弱、水体由深变浅。总体分析认为该区下部为坡度较陡水体较深的扇三角洲沉积环境, 辫状水道和辫流坝最发育; 向上过渡为正常三角洲沉积, 水下分流河道和水下分流间湾间互发育。

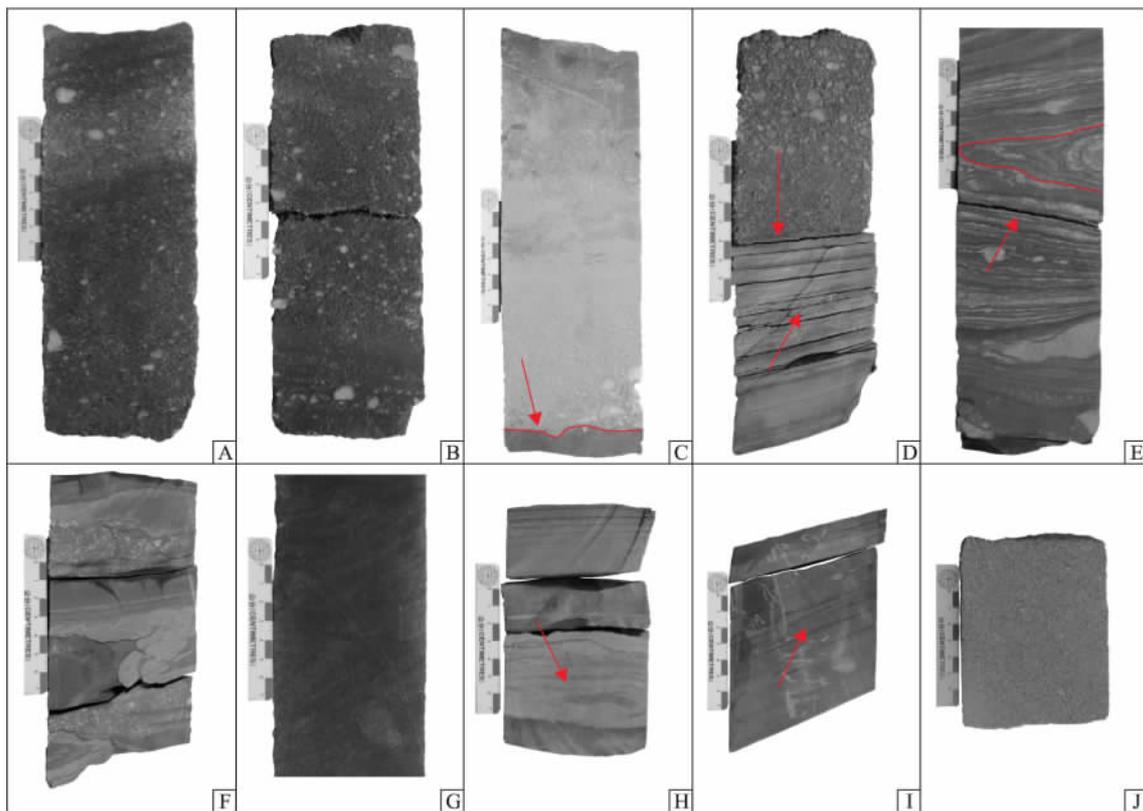


图 5 涠洲 11 区南部流一段岩心典型沉积构造

A. 槽状交错层理; B. 板状交错层理; C. 冲刷面; D. 平行层理、粒序层理; E. 包卷层理; F. 滑塌变形构造; G. 槽状交错层理; H. 水流沙纹层理; I. 水平层理; J. 块状层理

Fig. 5 Representative sedimentary structures in the cores from the first member of the Liushagang Formation

A. Trough cross-bedding; B. Tabular cross-bedding; C. Scour surface structures; D. Parallel bedding and graded bedding; E. Convolute bedding; F. Slump-deformational structures; G. Trough cross-bedding; H. Ripple lamination; I. Horizontal bedding; J. Massive bedding

### 2.3 粒度概率特征

流一段粒度测试样品数较多, 但取样点较集中, 以两段式为主, 但悬浮和跳跃次主体所占比例和粒度大小有所区别, 可分为两大类三小类(图 6)。

第一类为两段式(图 6A), 以跳跃和悬浮次主体为主, 缺乏滚动次主体, 且跳跃次主体多分为两段, 即过渡带明显, 反映了沉积期湖浪影响较大。

跳跃组分约占 30% ~ 40%, 悬浮组分约 60% ~ 70%, 其 S 截点范围在 2 ~ 3 $\Phi$  之间。曲线的跳跃次主体的斜率较大, 说明颗粒组分的分选好。该单元的粒度为 0 ~ 2 $\Phi$ , 表明其水动力条件较强, 以牵引流沉积作用为主, 主要为辫状水道沉积, 片流与碎屑流沉积作用影响小<sup>[13]</sup>。

第二类主要为平缓上拱型(图 6B) 和近直线型

(图6C),前者悬浮组分约占85%,跳跃组分约占15%,其S截点约为 $1\Phi$ ,表明悬浮的最粗颗粒为中粗砂粒级,分选较差,粒度大小混杂,反映了沉积期受湖浪影响小,多为高密度碎屑流作用的结果。后

者悬浮组分集中在 $50\% \sim 60\%$ 之间,粒度范围较大,在 $0 \sim 5\Phi$ 之间,说明分选较差,S截点集中在 $0\Phi$ 附近,表明悬浮颗粒较粗,已经达到粗砂粒级,反映了水动力强的高密度碎屑流沉积。

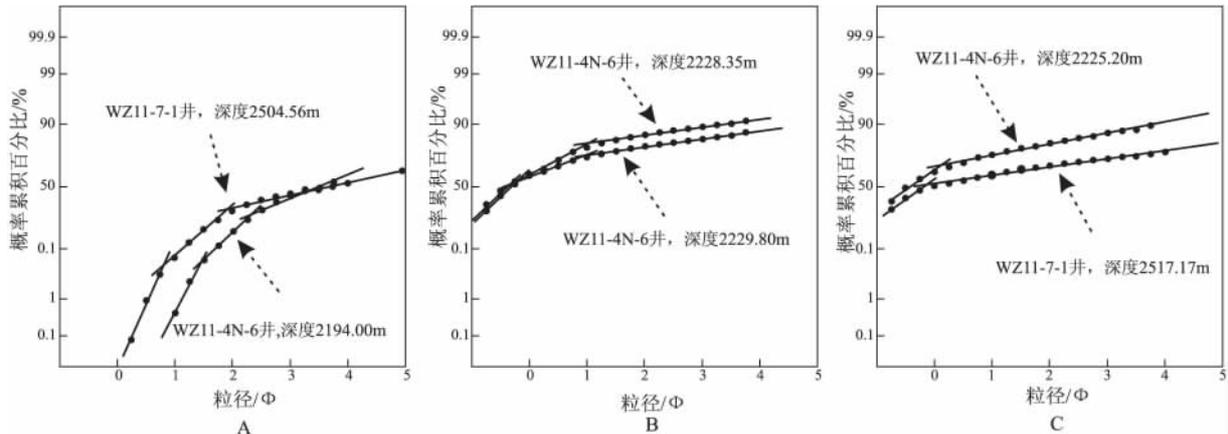


图6 涠洲11区南部流一段典型粒度概率累积曲线

Fig. 6 Grain size probability accumulation curves for the first member of the Liushagang Formation

A. 2504.56 m through the WZ11-7-1 well and 2194.00 m through the WZ11-4N-6 well; B. 2228.35 m and 2229.80 m through the WZ11-4N-6 well; C. 2225.20 m through the WZ11-4N-6 well and 2517.17 m through the WZ11-7-1 well

#### 2.4 微相类型及特征

通过精细的岩心观察,结合粒度概率累积曲线和测井曲线,在沉积模式的指导下<sup>[14]</sup>,共识别出两种主要的沉积相类型:水进型扇三角洲(表1)和正常三角洲(表2)。

水进型扇三角洲位于涠西南断裂旁,距物源近,湖进时期形成整体向上变细的沉积序列,以灰白色-浅灰色砂砾岩和含砾砂岩为主,碎屑流成因的构造特征明显,砂砾岩底部通常可见冲刷面,可识别出扇中亚相。扇中主要由辫状水道、辫流坝和水道间组成,其中辫状水道和辫流坝特征相似,岩性较粗,成分复杂,分选较差,多发育粒序层理、块状层理及槽状交错层理,厚度通常在5m左右,最厚可达10m,其测井曲线主要为齿化箱形,反映了水体能量较强且稳定,沉积物供应充足。扇端亚相已经进入浅湖-半深湖,其微相类型主要为扇端泥和前缘滑塌体,其中扇端泥主要为色深质纯的泥页岩,发育水平层理,测井曲线为低幅线形,反映了沉积环境水动力不足。前缘滑塌体以混杂堆积的砂砾岩和粗砂岩为主,多见变形层理。

正常三角洲由于不断向湖进积形成下细上粗的反旋回沉积序列,但在层序顶部存在下粗上细的正韵律,其岩性以中-细砂岩为主,分选磨圆均较好,流体以牵引流为主,在本区可识别出三角洲前缘和前三角洲亚相。三角洲前缘主要由水下分流河道、

水下分流间湾、河口坝和席状砂组成。水下分流河道以中-细砂岩为主,测井曲线表现为钟形或箱形,为河道充填沉积,底部突变,常见冲刷面及小型槽状交错层理,顶部渐变,反映水流能量逐渐变弱。水下分流间湾为细粒沉积,主要以泥岩为主,夹薄层的粉细砂岩,测井曲线为低幅锯齿线形。

河口坝主要为粉-细砂岩,测井曲线为典型的漏斗形,是分流河道末端的砂体不断前积或顺流加积的产物。远砂坝测井曲线也是漏斗形,但较河口坝幅度较低,反映粒度较细,以粉砂岩和粉砂质泥岩为主,其沉积位于河口坝向湖一侧的坝前地带,垂向上一般分布在河口坝之下。席状砂测井曲线为指状中幅特征,岩性以薄层粉砂岩或粉细砂岩为主,无明显韵律的砂层。前三角洲泥测井曲线特征为低幅、锯齿状线性,与水下分流间湾具有相似性,但水下分流间多锯齿,而前三角洲泥较平滑<sup>[13,15]</sup>(表2)。

### 3 沉积参数编图

含砂率是指除粉砂之外的砂岩厚度与地层厚度之比,它是反映沉积格局的关键参数<sup>[13]</sup>。编制含砂率等值线图,首先必须明确物源方向,判定沉积体系的展布方向<sup>[16]</sup>。通过对11区南部的重矿物资料和古构造格局进行分析,确定流一段沉积时期物源主要来自西南部的涠西南低凸起。对研究区11

口井分层段进行了含砂率统计,但由于海上平台的局限性,所有井都较集中地分布在平台周围,造成井点分布不均,在平台外围无井点控制,因此采用井震结合的方法,对流一段 4 个亚段进行地层追踪,

并提取了较为敏感的地震属性进行分析,从而实现对外围无井区的控制,确定了沉积体边界,最终编制出各亚段的含砂率等值线图(图 7)。

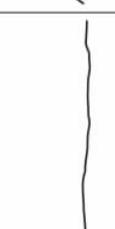
表 1 涠洲 11 区南部流一段下部沉积微相特征

Table 1 Summary of the sedimentary microfacies in the lower part of the first member of the Liushagang Formation

沉积相		GR	深度	岩心特征	岩心照片	沉积构造特殊现象	岩性特征	代表井
		40 65 90 115 140						
水进型扇三角洲	辫状水道		2120			槽状交错层理 块状层理 粒序层理 冲刷面 撕裂屑 泥砾	下部浅灰色厚层状含砾粗砂岩,含较多磨圆较好的泥砾,底部冲刷明显呈不明显的正韵律,顶部为杂色薄层状泥岩和泥质粉砂岩	WZ11-4N-6
			2121					
	扇		2232			板状交错层理 块状层理 冲刷面 漂砾	灰色厚层状细砂岩,含粒径较粗的漂砾,未见明显粒序层理,呈块状,底部突变面处见冲刷	WZ11-4N-6
			2233					
	水道间		2509			板状交错层理 变形构造 植物碎屑 炭质碎屑 泥砾	灰白色-浅灰色中层状粉砂-细砂岩与杂色泥岩和粉砂质泥岩互层,植物碎屑和虫孔是典型特征	WZ11-7-1
2510								
扇端	扇端泥		2491			水平层理 断层滑脱面	深灰色-黑色厚层状泥岩,色深质纯	WZ11-7-2Sa
	2492							
	前缘滑塌体		2183			水平层理 变形构造 漂砾	在深色泥岩中夹浅灰色块状含砾细砂岩,呈突变接触,含砾砂岩发生明显的变形	WZ11-7-4
2184								
2185								

表2 涸洲11区南部流一段上部沉积微相岩电特征表

Table 2 Lithologic-electrical characteristics of sedimentary microfacies in the upper part of the first member of the Liushagang Formation

亚相	微相	测井曲线	曲线形态	岩性组合	沉积构造	沉积方式	韵律特征	平面形态
三角前缘	水下分流河道		钟形 箱形	自下而上： 中细砂岩-粉砂岩-泥岩	先槽后板再平行，板交层理居多	填积	正韵律或多个正韵律叠置	鞋带状
	水下分流间湾		锯齿状 低幅线形	泥岩为主夹薄层粉砂岩，含植物碎块	水平层理复合层理	漫积	无明显韵律	椭圆或不规则形
	河口坝		漏斗形	自下而上： 粉砂岩-细砂岩-中细砂岩	水平层理-流水沙纹-板交层理	前积	反韵律或多个反韵律叠置	垂直于岸线的椭圆或舌形
	远砂坝		低幅 漏斗形	薄层粉砂岩到粉细砂岩	小型浪成沙纹层理	前积	小型反韵律	平行岸线的椭圆状
	席状砂		中幅 指形	薄层粉砂或粉细砂岩	浪成沙纹水平层理	前积 漫积	无明显韵律	席状
前三角洲	前三角洲泥		低幅 线形	深-黑色泥岩	水平层理	垂积	无明显韵律	

流一段早期 L1 下-I 亚段沉积时期,等值线整体分布较均匀,且其值均较高,从涸西南低凸起向北东向展布。WZ11-4N-2 井和 WZ11-7-4 井两个低值把该区分为东、西两个朵叶体,其西侧 WZ11-4N-6

井和东侧 WZ11-7-4 井含砂率值均达到 0.5 左右,从而形成“一扇两朵”的格局(图 7A)。L1 下-II 亚段沉积时期,虽整体继承了 L1 下-I 亚段的基本格局,但西侧朵叶体向东摆动,东侧的朵叶体展布有限

(图 7B)。含砂率值相对 L1 下-I 亚段较低,且高值区范围较小。

流一段上部沉积时期,由于沉积体系发生了改变,由下部扇三角洲过渡向上为正常三角洲,所以,含砂率等值线主要呈长条形和不规则椭圆形,体现出河道和河口坝的形态。L1 上-II 亚段沉积时期,含砂率高值区范围进一步缩小,仅 WZ11-7-2Sa 井和 WZ11-8-2 井达到 0.35 以上(图 7C)。至流一段末 L1 上-II 亚段沉积时期,含砂率高值区范围扩大。由于东南部的 WZ11-8-2 井和西北部 WZ11-4N-6 井两个低值区将等值线分化为 3 个较为明显的朵叶体,且中部的朵体最为发育(图 7D)。

总体上,流一段各亚段的含砂率等值线呈朵叶状,随着湖盆的演化,发生摆动,并且从老到新,先缩小,后扩大,其朵叶状形态也逐渐明显。流一段

上部和下部各自具有相似的特征,且下部两个亚段之间朵体等值线格局继承性较强。

### 4 沉积微相平面展布与演化规律

依据含砂率等值线的分布特征,结合单井相研究与区域地质背景资料,确定了涠洲 11 区南部流一段各时期的沉积微相平面展布(图 8)。

流一段下部, L1 下-I 亚段沉积时期,湖平面相对较低,沉积物供给充足,距物源近,研究区以扇三角洲沉积为主,其展布范围较大。在扇中亚相中发育辫流坝、辫状水道和水道间沉积微相,其中辫流坝和辫状水道是研究区有利储层的主要微相类型。辫流坝被流水作用改造多成菱形,且辫状水道的宽度通常约占辫流坝宽度的 1/5 ~ 3/5(图 8A)。扇端主要以扇端泥为主,局部发育形态不规则的前缘滑

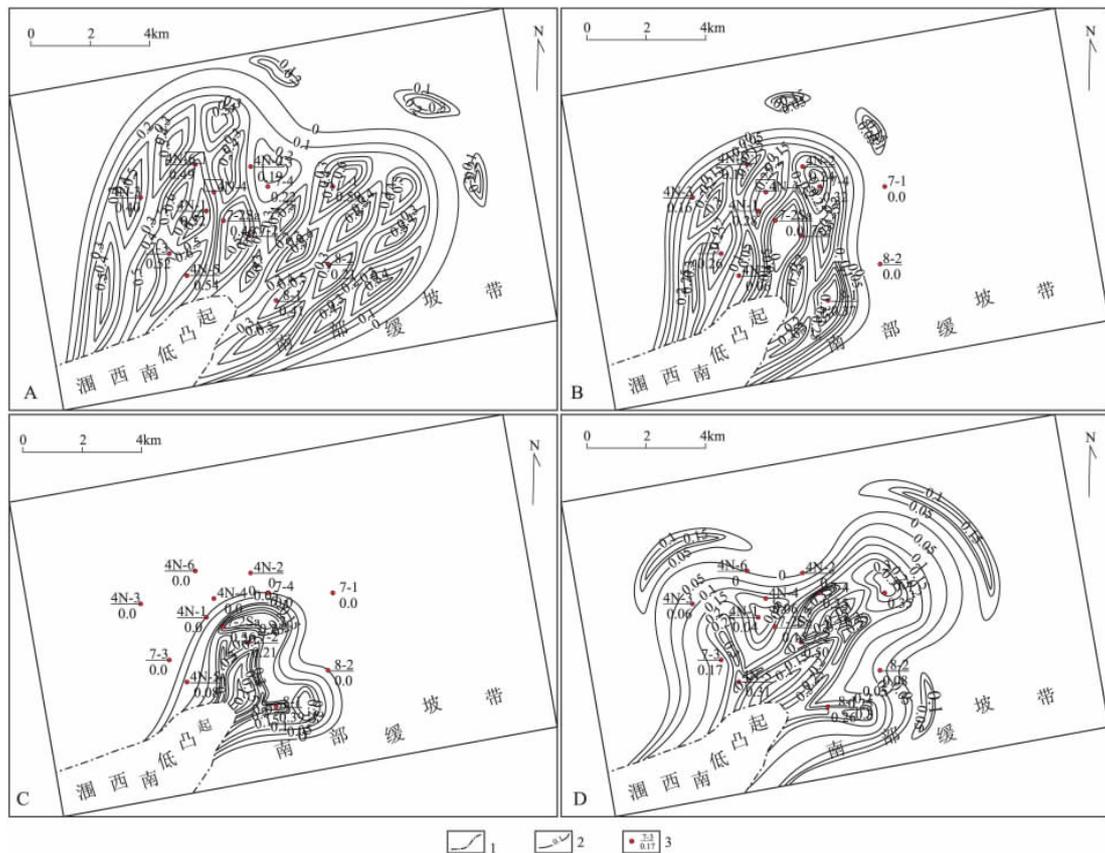


图 7 涠洲 11 区南部流一段含砂率等值线

1. 构造区带线;2. 等值线;3. 井名/含砂率。A. 涠洲 11 区南部 L1 下-I 亚段含砂率等值线; B. 涠洲 11 区南部 L1 下-II 亚段含砂率等值线; C. 涠洲 11 区南部 L1 上-I 亚段含砂率等值线; D. 涠洲 11 区南部 L1 上-II 亚段含砂率等值线

Fig. 7 Contour diagram for the sediment charge in the first member of the Liushagang Formation

1 = tectonic boundary; 2 = contour line; 3 = well name/sediment charge. A. First submember in the lower part of the first member of the Liushagang Formation; B. Second submember in the lower part of the first member of the Liushagang Formation; C. First submember in the upper part of the first member of the Liushagang Formation; D. Second submember in the upper part of the first member of the Liushagang Formation

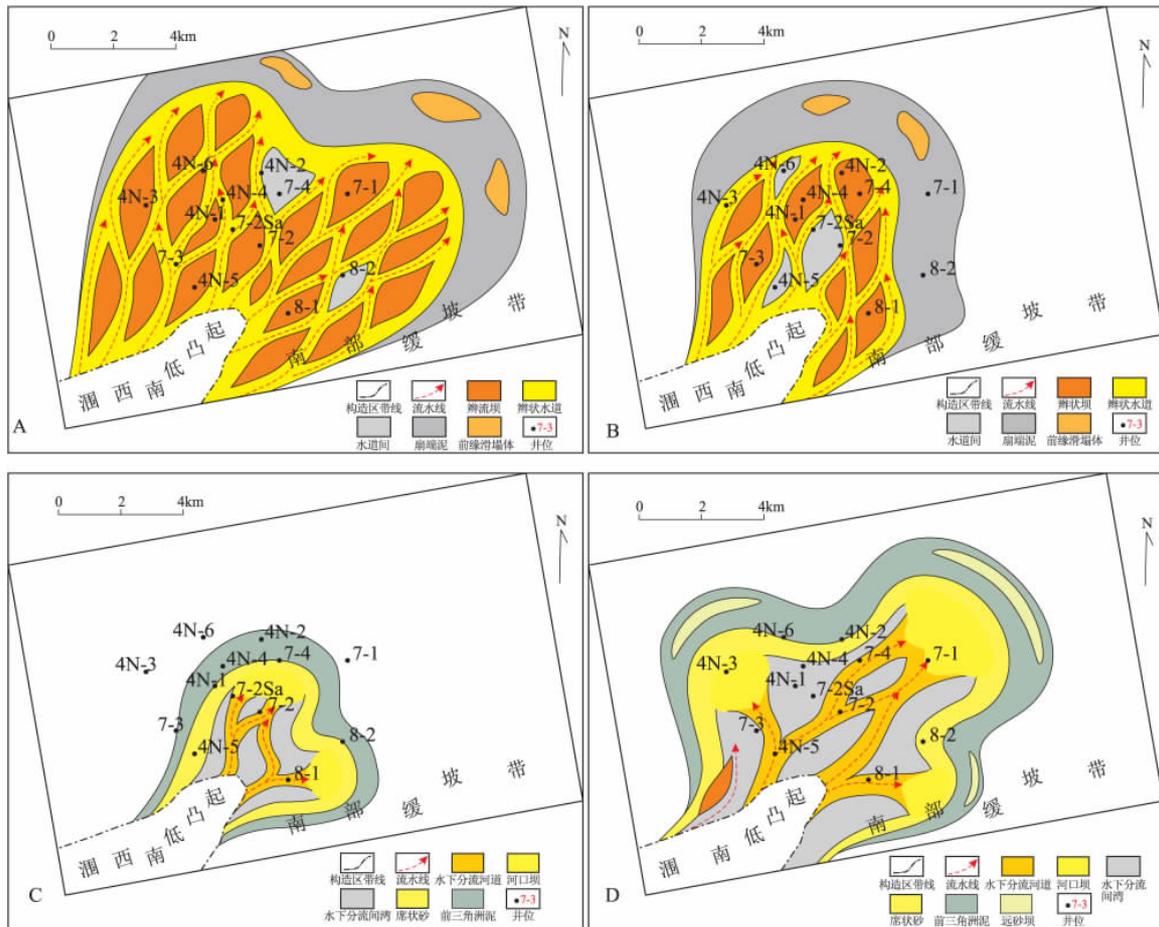


图8 涪洲11区南部流一段沉积微相平面展布

A. 涪洲11区南部L1下-I亚段沉积微相; B. 涪洲11区南部L1下-II亚段沉积微相; C. 涪洲11区南部L1上-I亚段沉积微相; D. 涪洲11区南部L1上-II亚段沉积微相

Fig. 8 Planar distribution of the sedimentary microfacies in the first member of the Liushagang Formation

A. First submember in the lower part of the first member of the Liushagang Formation; B. Second submember in the lower part of the first member of the Liushagang Formation; C. First submember in the upper part of the first member of the Liushagang Formation; D. Second submember in the upper part of the first member of the Liushagang Formation

塌体。L1下-II亚段继承了L1下-I亚段的沉积特征,但随着湖平面的相对上升,扇三角洲沉积规模明显减小,其中辫状水道和辫流坝规模较小,水道间和扇端泥微相相对L1下-I亚段更发育(图8B)。

流一段上部,L1上-I亚段和L1上-II亚段都是三角洲沉积。L1上-I亚段沉积时期,湖平面达到最高,三角洲沉积体系范围最小,砂体展布范围也相应最小(图8C)。L1上-II亚段沉积时期,随着湖平面的相对下降,三角洲逐渐进积到湖盆中,故沉积体系展布范围扩大。同时,由于地形相对较缓,加之三角洲主河道的变化,朵叶体在平面上较为突出(图8D)。

综上所述,流一段沉积体系的演化主要受控于湖平面的升降与物源供给的相对强度。流一段早期,研究区处于基准面持续上升的湖泛期,但物源

供给强度大,扇三角洲呈现缓慢的退积。在L1上-I沉积时,达到最大最大湖泛面,沉积体系展布范围最小。流一段晚期,湖平面逐渐下降,三角洲向湖盆进积,平面上形成多朵叶的平面形态,垂向上呈现出明显的反旋回。

## 5 结论

(1) 在岩心精细描述、粒度概率累积曲线及测井分析研究的基础上,识别出涪洲11区流一段沉积时期存在两种沉积相类型:水进型扇三角洲和正常三角洲。其中扇三角洲可划分为扇中和扇端两个亚相带;三角洲相划分为三角洲前缘和前三角洲亚相,并在各相带内共识别出11种微相类型。

(2) 井震结合所编制的含砂率等值线是疏井网区沉积相研究的重要方法,且明确的物源方向是确

定等值线走向的前提。以此方法编制了研究区 4 个亚段的含砂率等值线图,为沉积微相平面图的编制提供了依据。

(3) 岩性、电性、地震分析的结合是确定沉积微相平面展布的综合研究方法,以此方法绘制了该区沉积微相平面展布图,确定了流一段各亚段沉积微相特征及演化规律:早期(L1 下)为湖平面逐渐上升的扇三角洲沉积,晚期(L1 上)为三角洲沉积体系的不断前积。

#### 参考文献:

- [1] 刘震,谭卓,蔡东升,等. 北部湾盆地涠西南凹陷流沙港组岩性圈闭形成条件 [J]. 现代地质, 2008, 22(2): 239-246.
- [2] 孙文钊,王传雷,杨希滨. 北部湾盆地涠西南凹陷始新统隐蔽油气藏类型及勘探方向 [J]. 天然气地球科学, 2007, 18(1): 84-88.
- [3] 赵军,洪庆玉,董伟良. 北部湾涠西南凹陷物源方向及古地理景观分析 [J]. 石油勘探与开发, 2001, 28(5): 25-28.
- [4] 董贵能. 涠西南凹陷流一段扇三角洲沉积特征及其对隐蔽油气藏形成的控制作用 [J]. 中国海上油气, 2008, 20(5): 298-301.
- [5] 董贵能,李俊良. 北部湾盆地涠西南凹陷流一段非构造油气藏 [J]. 石油勘探与开发, 2010, 37(5): 552-560.
- [6] 王健,操应长,刘明全,等. 涠西南凹陷西部古近系流一段三角洲前缘滑塌浊积岩分布规律 [J]. 石油地球物理勘探, 2010, 45(6): 879-884.
- [7] 赵楠,蒋利平,李茂,等. 涠西南凹陷 L1 段油藏特征及规律统计分析 [J]. 海洋石油, 2010, 30(4): 70-75.
- [8] 邓宏文. 美国层序地层研究中的新学派——高分辨率层序地层学 [J]. 石油与天然气地质, 1995, 16(2): 89-97.
- [9] 邓宏文,王洪亮,李熙喆. 层序地层地层基准面的识别、对比技术及应用 [J]. 石油与天然气地质, 1996, 17(3): 177-184.
- [10] 林畅松,刘景彦,刘丽军,等. 高精度层序地层分析: 建立沉积相和储层规模的等时地层格架 [J]. 现代地质, 2002, 16(3): 276-281.
- [11] 赵澄林,朱筱敏. 沉积岩石学(第三版) [M]. 北京: 石油工业出版社, 2001. 99-116.
- [12] 于兴河. 碎屑岩系油气储层沉积学(第二版) [M]. 北京: 石油工业出版社, 2008. 126-142.
- [13] 于兴河,陈永峤. 碎屑岩系的八大沉积作用与其油气储层表征 [J]. 石油实验地质, 2004, 26(6): 517-524.
- [14] EINSELE G. Sedimentary basins: evolution, facies, and sediment budget [M]. Berlin: Springer-Verlag, 2000. 29-43.
- [15] 刘玉梅,于兴河,李胜利,等. 麻黄山西区北部延长 6-4+5 油层沉积相特征及演化规律 [J]. 地学前缘, 2009, 16(4): 277-286.
- [16] 李先平,于兴河,李胜利,等. 冀中拗陷深县凹陷古近系沙河街组沙一段沉积相特征 [J]. 古地理学报, 2011, 13(3): 262-270.

## Sedimentary microfacies in the first member of the Liushagang Formation in southwestern Weizhou depression, Guangxi

TAN Cheng-peng<sup>1</sup>, LI Mao<sup>2</sup>, YU Xing-he<sup>1</sup>, LI Sheng<sup>1</sup>-Li, CHENG Yue-hong<sup>3</sup>

(1. School of Energy Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. Zhanjiang Branch, CNOOC, Zhanjiang 524057, Guangdong, China; 3. Research Institute, CNOOC, Beijing 100027, China)

**Abstract:** Two types of sedimentary facies have been distinguished in the light of core examination, grain-size data, well logs and seismic data, including the transgressive fan delta and delta facies. The fan delta facies may be subdivided into the mid-fan and proximal fan subfacies, and the delta facies may be subdivided into the delta front and prodelta subfacies. There are eleven sedimentary microfacies altogether involved in the above-mentioned facies zones. The emphasis in this paper is placed on the characteristics, planar distribution and vertical evolution of the sedimentary microfacies in four submembers of the first member of the Liushagang Formation in the Weizhou-11 district, southwestern Weizhou depression, Guangxi. The fan delta deposits appeared during the deposition of the lower part of the first member of the Liushagang Formation, while till the deposition of the upper part of it, the progradational delta deposits were accentuated.

**Key words:** southwestern Weizhou depression; Weizhou-11 district; first member of the Liushagang Formation; sedimentary microfacies