

文章编号: 1000-0550(2009) 03-0443-09

鄂尔多斯盆地伊陕斜坡中部长 6 油层组沉积微相及其含油性研究

马 强¹ 屈红军¹ 严耀祖² 胡春花¹ 白国娟¹

(1 西北大学大陆动力学国家重点实验室 西北大学地质学系 西安 710069 2 中国石油勘探开发研究院西北分院 兰州 730020)

摘 要 研究区位于鄂尔多斯盆地伊陕斜坡中部, 延长组长 6 油层是研究区主要目的油层, 因此了解其沉积相类型及平面展布, 探讨沉积微相与油气分布的关系, 对勘探开发有指导意义。以岩芯及野外剖面观察为基础, 通过岩石相、测井相、粒度和薄片鉴定资料的综合分析, 揭示出研究区长 6 油层为三角洲前缘亚相, 并可以细分为水下分流河道、河口坝、水下分流间湾、席状砂、水下决口扇和水下天然堤 6 个沉积微相, 分析了各小层沉积微相的平面展布规律; 在此基础上, 首次将定量统计学方法应用于含油砂体沉积微相的分析, 研究表明, 长 6 油层的油气主要赋存在水下分流河道砂体及水下分流河道与河口坝组合砂体中, 在层位上又以长 6₁ 为主, 是下一步主要勘探目标。

关键词 伊陕斜坡中部 延长组 长 6 油层 沉积微相 含油砂体

第一作者简介 马强 男 1983 年出生 硕士研究生 储层沉积学 E-mail: maq19830828@163.com

中图分类号 TE122.2 P512.2 **文献标识码** A

在油田开发中后期对油藏沉积微相及其特征的正确认识, 对于查明剩余油分布和挖掘剩余油潜力, 提高采收率具有重要的现实意义^[1]。前人已对鄂尔多斯盆地伊陕斜坡延长组做了大量工作, 前人研究认为, 研究区处于构造稳定的鄂尔多斯地台中部^[2,3]; 延长组分别形成了三套储盖组合, 长 6 发育三角洲沉积体系, 其油源主要来自于长 7 泥页岩, 而长 4+5 形成了区域性的盖层^[4]; 通过区域研究发现研究区长 6 沉积属于浅水缓坡台地上发育的河控三角洲前缘亚相, 水下分流河道及河口砂坝是本区占主导地位的骨架砂体^[5-11]; 受沉积相带控制的浊沸石次生孔隙带为有利勘探目标^[12,13]; 层序地层学方面, 陈波首次讨论了该区的层序特征^[14], 杜春彦^[15]、罗静兰^[16]、杨友运^[17]等分别就层序地层学对储层非均质性分布控制, 生、储、盖组合发育以及与沉积体系的关系做了详细的研究; 油气成藏方面, 杨华^[18]总结了陕北大型三角洲油气富集的规律, 赵文智^[19]研究认为大型的断裂带对延长组的沉积作用有一定影响, 王建民^[20]和赵靖舟^[21]研究也发现, 沉积作用对长 6 油藏的形成有控制作用。综合前人研究可以得出——沉积作用是形成低渗透储层的最基本因素^[22], 因此, 开展该区沉积微相和其含油性研究对勘探开发有指导价值。

本文对研究区 243 口探井及生产井资料的整理

分析基础上, 通过岩芯资料、岩屑录井和测井资料的综合分析, 对研究区长 6 油层组进行了沉积微相研究, 并首次将定量统计学方法应用于含油砂体沉积微相的分析, 以期总结油气富集规律。

1 区域地质概况

在晚三叠世延长期, 由长 10 至长 1 盆地经历了一个湖盆扩张—收缩的漫长过程。盆地在长 7 (主要烃源岩) 最大湖泛之后沉积作用加强, 长 6 (主要储集层) 成为主要的三角洲建设期, 长 4+5 (区域盖层) 是一次短暂的湖侵, 长 3 至长 1 湖盆显著收缩并消亡^[23,24]。

研究区位于鄂尔多斯盆地伊陕斜坡中部, 行政区划属安塞县坪桥乡, 面积约 100 km² (图 1)。该区地层呈向西倾斜的平缓单斜, 倾角不足 1°。由于差异压实作用, 研究区发育大致由东向西倾没的低幅鼻隆构造。这些鼻状隆起的存在是油气藏形成和富集的重要条件^[22]。

2 沉积相研究

沉积相研究的主要依据是相标志及剖面序列^[25]。本次研究所采用的沉积相标志包括岩石的颜色、岩性、粒度、岩石的结构、沉积构造和古生物化石

及测井相标志。

2 1 主要相标志

(1) 岩石颜色: 研究区长 6 油层组中的砂岩以灰色、浅灰色、灰绿色为主, 泥岩均为灰色或深灰色, 颜色比较均一, 指示碎屑物沉积时处于比较稳定的弱还原环境。

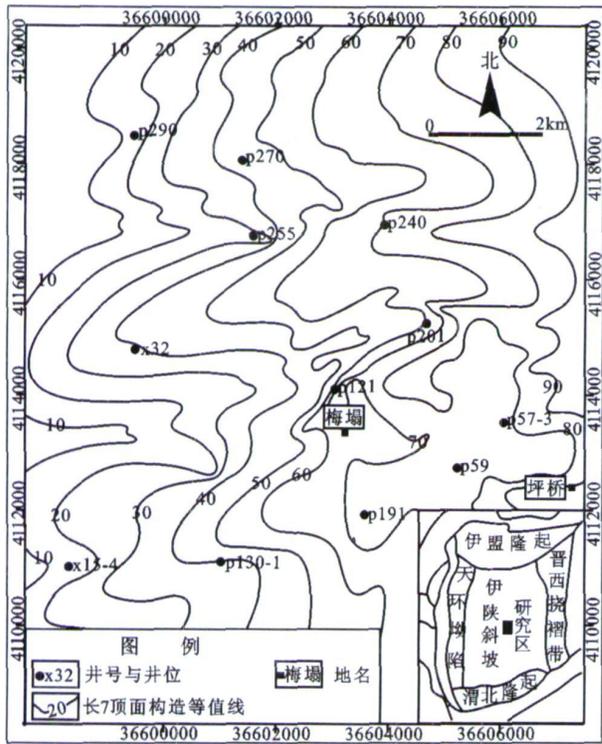


图 1 研究区构造位置图

Fig 1 Tectonic location of the study area

(2) 岩性特征: 研究区长 6 段储集岩石类型主要为细长长石砂岩, 其次为岩屑质长石砂岩, 石英含量平均为 26.31%, 长石碎屑含量平均为 53.07%, 岩屑含量平均为 10.3%, 以变质岩屑和火山岩屑为主。碎屑颗粒以次棱角为主, 分选较好。

(3) 岩石的粒度特征: 不同的水动力环境可以造成粒度分布的差异, 因此粒度概率累积曲线可以反映出水动力条件的不同与变化。二段式以跳跃式为主, 悬浮总体含量小, 截点突变, 反映水动力条件相对较强且较稳定, 一般反映水道沉积特点。三段式的粒度概率累积曲线跳跃部分由两段组成, 体现出跳跃到悬浮的过渡特征, 这种粒度特征在滨岸砂坝和河口砂坝常见, 结合反粒序特点, 研究区这种粒度特征反映河口砂坝(图 2)。

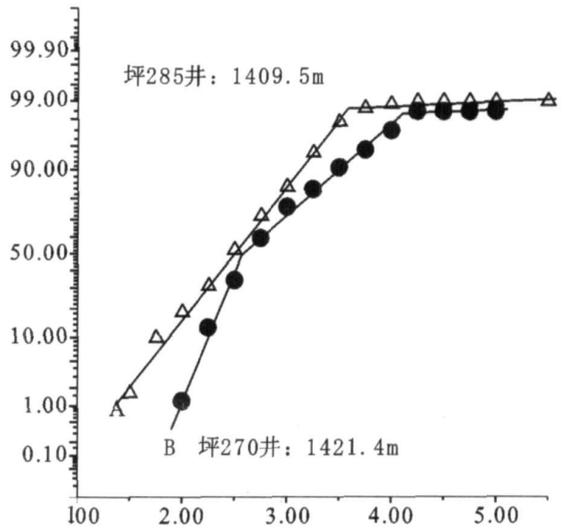


图 2 研究区长 6 油层组水下分流河道及河口坝粒度概率累积曲线特征

(A 反映水下分流河道沉积特征; B 反映河口坝沉积特征)

Fig 2 Grain size cumulative probability curves of underwater channel microfacies and mouth bar microfacies of Chang 6 oil-bearing Member in the study area (A reflects the sediment character of underwater distributary channel; B reflects the sediment character of river mouth bar)

(4) 沉积构造: 通过对富县茶坊一仕望河剖面以及研究区岩芯的观察研究, 发现以下沉积构造: 板状交错层理、槽状交错层理、沙纹交错层理、平行层理、粒序层理、块状层理、变形层理等, 这些层理的不同组合是判断沉积微相的重要依据, 在对环境的重塑中有重要作用^[25](表 1)。

(5) 古生物特征: 研究区水下分流间湾泥岩中发现叶肢介和介形虫化石, 水下分流河道砂岩中见少量植物茎干化石, 反映水下分流河道的搬运作用。

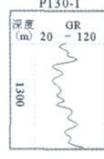
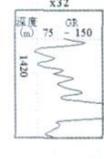
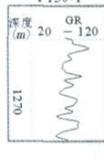
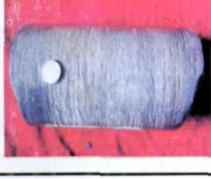
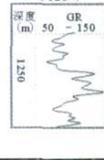
(6) 测井相标志: 在本次研究中, 首先对取芯井段的岩石颜色、成分、岩石类型组合、结构、沉积构造等进行分析, 确定其沉积微相; 然后将其与所对应的测井曲线进行对比, 总结出研究区的测井曲线特征, 从而确定盆地内未取芯井研究层位的沉积微相(表 1)。

2 2 剖面组合序列

根据前人研究^[26]及本次研究, 本地区长 6 骨架砂体主要为水下分流河道砂体及河口坝砂体, 骨架砂体剖面组合有三种形式: 多期叠置的水下分流河道砂体(图 3A), 水下分流河道与河口坝组合砂体(图 3B), 多期叠置的河口坝砂体组合(图 3C)。

表 1 研究区长 6 油层组测井相标志

Table 1 Electrofacies characteristics of Chang 6 oil-bearing Member in the study area

测井相	GR 曲线	沉积构造	韵律	电位曲线形态	代表井	岩芯照片
a 水下分流河道		板状、槽状交错层理, 块状层理, 平行层理等	正韵律或复合韵律	钟形、箱形、叠置钟形, 齿化箱形	P130-1 	
b 河口坝		低平槽状交错层理, 沙纹交错层理等	反韵律	漏斗形, 齿化漏斗形, 复合漏斗形	P130-1 	
c 前缘席状砂		小型交错层理及波纹层理	反韵律	低平漏斗形, 齿状	x32 	
d 水下天然堤或水下决口扇		小型交错层理、波状层理或层理不显	正韵律	钟形, 较低缓, 有时呈锯齿状	P130-1 	
e 水下分流间湾		小型交错层理, 波纹层理, 水平层理	复合韵律	较平缓, 有时呈锯齿状、低平指状	P128-4 	

在物源供给充分、湖平面相对下降时, 三角洲前缘向湖盆进积, 在垂向上形成总体向上变粗的剖面结构, 如叠置的水下分流河道砂体。在物源供给减弱、湖平面相对上升时, 三角洲前缘向陆退积, 在垂向上形成总体向上变细的剖面结构, 如叠置的河口坝砂体。

2.3 沉积微相的划分

从区域地质概况及研究区长 6 的相标志来分析, 研究区内长 6 属于三角洲前缘亚相^[27]。通过对研究区岩芯的观察, 结合区域沉积背景的特点, 将本区的三角洲前缘亚相划分为水下分流河道、河口坝、前缘席状砂、水下决口扇、水下分流间湾及水下天然堤等六种微相类型。

(1) 水下分流河道

研究区该微相从岩性特征上看主要为灰色厚层状细砂岩组成, 此外夹少量粉砂岩、泥质粉砂岩和粉砂质泥岩。砂岩中发育块状层理、平行层理、交错层理、槽状交错层理, 底部往往具冲刷面且不发育层理, 冲刷面附近常含大量泥砾。其 SP 曲线呈箱形或近似钟形, 高幅, 曲线不平直; GR 曲线呈幅值低, 齿化较少(表 1a 图 4), 砂体在纵向剖面上具有下粗上细的正旋回特点。研究区各层位均可见。

(2) 河口坝

河口坝微相具有明显的反韵律结构, 下部砂岩粒度细、厚度薄, 泥岩夹层厚, 向上砂层粒度变粗、厚度增大, 泥岩夹层薄。砂岩中常见交错层理、沙纹交错

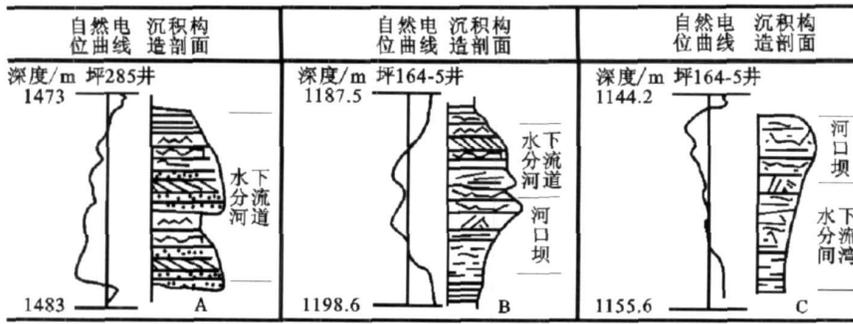


图 3 长 6 油层组骨架砂体剖面组合序列样式

Fig 3 The combination pattern of main oil sand body section of Chang 6 oil-bearing Member

层理和搅动构造。SP 曲线呈漏斗形, GR 曲线表现出底部渐变、顶部突变的特征(表 1b 图 4)。由于处在浅水台地三角洲,进积作用强烈,研究区河口坝往往不发育,被河道冲刷殆尽,或仅有底部残余^[5]。研究区各层位均可见。

(3) 前缘席状砂

三角洲前缘席状砂为粉砂岩组成,其间为泥岩所隔开,发育小型交错层理及波状层理。SP 和 GR 曲线表现为低平漏斗形或齿形(表 1c)。研究区长 6 常见。

(4) 水下决口扇

位于水下分流河道两侧,主要由细砂岩、粉砂岩组成,常具反粒序。具有小型交错层理、波状层理或层理不显,厚约几十厘米,一般与相邻微相存在粒级和粒序突变关系。上下为分流间湾泥所包夹。SP 和 GR 曲线呈较低缓的钟形,有时呈锯齿状(表 1d)。较少见,可通过岩芯识别。

(5) 水下分流间湾

岩性为厚层状灰色、深灰色泥岩、泥质粉砂岩、粉砂岩夹薄层细砂岩。其 SP 曲线表现为正异常, GR 曲线表现为中高值,呈齿形,反映出一个水体较平静的沉积环境(表 1e 图 4)。研究区各层位均可见。

(6) 水下天然堤

位于河道两侧,呈背向河道的楔状体,常覆盖在水下分流河道之上,上部常被水下分流河道或水下决口扇截切而保存不完整,或连续过渡为水下分流间湾微相。沉积物为极细的砂和粉砂,以流水形成的波状层理为主,局部出现流水和波浪共同作用形成的复杂交错层理、沙纹交错层理。因沉积厚度薄,电测曲线很难单独出现,往往与水下分流河道组合,表现为 SP 和 GR 曲线向上连续变化的低缓钟形,有时呈锯齿状(表 1d 图 4)。研究区各层位均可见。

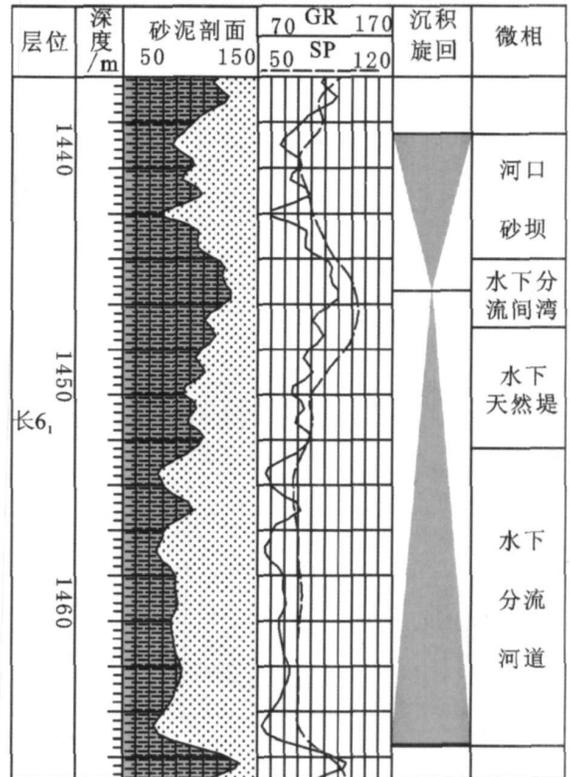


图 4 水下分流河道与河口坝微相测井相(坪 270 井)

Fig 4 Electrofacies of underwater distributary channel microfacies and river mouth bar microfacies(Well Ping 270)

2.4 长 6 沉积期沉积相平面分布规律

由于沉积条件的差异,在长 6 沉积期不同的沉积环境中形成的砂体具有不同的形态、规模、分布组合特征和非均质性特征。长 6 期研究区的主体被向湖盆方向推进的三角洲前缘水下分流河道占据,为自东北向西南推进和向前三角洲逐渐迁移和加深的三角洲前缘沉积环境。古地理格局为向西南方向延伸的水下分流河道和河道两侧分流间湾洼地构成的三角

洲前缘朵状体, 其三角洲沉积是悬移质低弯度河注入到水深很浅的湖泊中形成的一种浅水台地型三角洲, 而研究区整体处于三角洲前缘亚相区域^[28 29]。

从剖面上可以看出, 研究区长 6₁ 水下分流河道微相最为发育, 而前缘席状砂微相和河口坝微相往往在长 6₂ 和长 6₃ 层位较发育; 从砂体的连续性上看长 6₁ 砂体的连续性最好, 砂体厚度最大; 从沉积旋回上来看, 长 6₃—长 6₁ 逐渐由逆旋回为主向正旋回为主过渡, 这些特征综合反映了研究区长 6 期三角洲前缘的逐渐推进过程 (图 5)。

研究区长 6 期主要发育两个北东—南西向延伸的水下分流主河道及其朵状体。一个源自研究区东北部, 分布于中北部; 另一个源自研究区东部, 分布于中南部; 此外在研究区东北部还发育一个较大的水下分流河道的朵状体。

(1) 长 6₃ 期沉积相分布特点

该期研究区中北部的水下分流主河道及朵状体比较发育, 东南部水下分流主河道及朵状体发育比较弱, 两个水下分流主河道及朵状体沿梅塌基本呈分割状态 (图 6a)。

相对而言, 长 6₃ 期是研究区水下分流河道最不发育的时期, 水下分流河道主要发育于研究区中北部, 东南部从测井相上主要显示出河口坝与分流间湾的特点。

(2) 长 6₂ 期沉积相分布特点

长 6₂ 期与长 6₃ 期有一定继承性, 但中东部水下分流主河道及朵状体比前期要发育, 河道连续性变好; 中北部的水下分流主河道及朵状体发育规模比前期要差一些, 两个分流主河道在梅塌以西有相互叠置的现象 (图 6b)。

(3) 长 6₁ 期沉积相分布特点

长 6₁ 期与长 6₂ 期有良好的继承性, 该期研究区内中东部的水下分流主河道及朵状体比较发育, 东部水下分流主河道及朵状体发育又变弱, 两个水下分流主河道在梅塌以西又呈分割状态 (图 6c), 总体砂体发育及连通程度不如长 6₂ 期。

(4) 长 6₁ 期沉积相分布特点

长 6₁ 期是水下分流河道最为发育的时期, 两个北东—南西向延伸的水下分流主河道在梅塌以西一带相互叠置 (图 6d); 东部与中部水下分流河道砂体也相互叠置使得砂体连片分布; 西部的河道规模最大, 砂体连续性也最好。

总体上, 研究区长 6 期主要发育两个北东—南西向延伸的水下分流主河道及其朵状体, 长 6₃ 及长 6₂ 期在梅塌一带基本处于相互分割状态, 到长 6₁ 期及长 6₁ 期有不同程度的互相叠置, 说明长 6₂ 和长 6₁ 进积作用较强; 研究区沉积相的研究表明有利勘探区位于梅塌两侧。

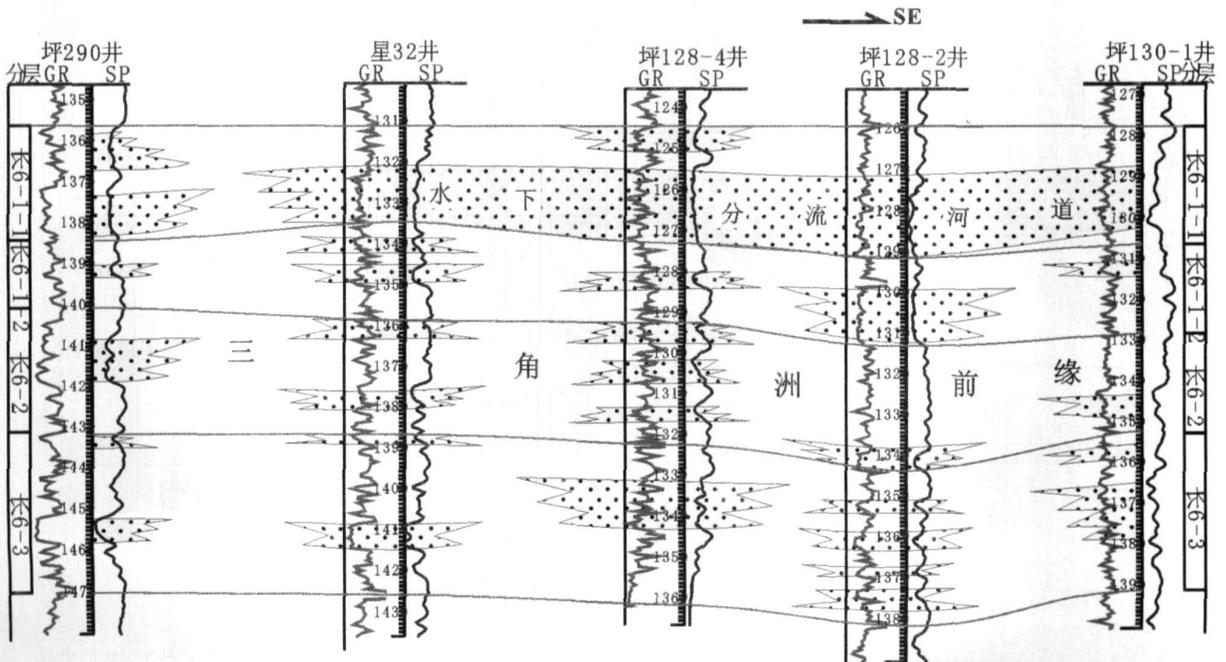


图 5 研究区长 6 沉积相连井剖面图

Fig 5 Sedimentary facies of well correlation panel of Chang 6 oil-bearing Member in the studied area

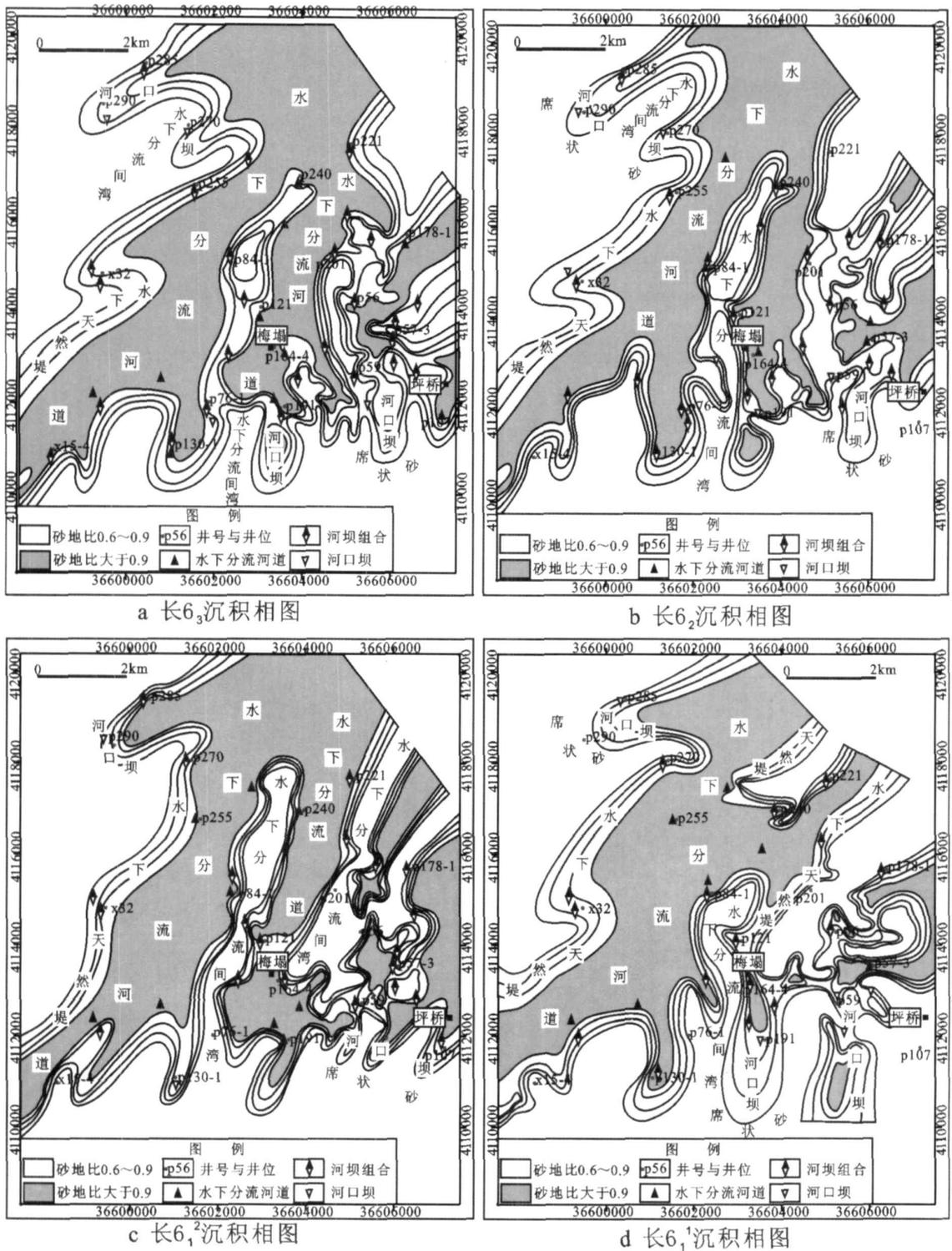


图 6 研究区长 6 油层组沉积相图

Fig 6 Sedimentary facies of Chang 6 oil-bearing Member in the studied area

3 含油砂体沉积微相分析

对研究区 102 口直井含油砂体沉积微相统计表

明, 含油砂体主要为水下分流河道砂体, 河口坝砂体及两者的组合砂体 (表 2)。

从上述统计看:

从钻遇含油砂体总数上看,大部分含油砂体分布在长 6₁层位,而长 6₂和长 6₃明显少于长 6₁的比重,长 6₁小层钻遇含油砂层数达到 487 个,而长 6₂和长 6₃钻遇含油砂体总数为 424 个,除去少部分并未钻穿长 6₃的因素,长 6₁钻遇的含油砂体总数也是最多的,可以占到总体的一半以上。从水下分流河道、河口坝、水下分流河道与河口坝组合砂体在长 6 总体分布的情况来看,分别达到 384 个、101 个和 426 个,所占比例分别为 42%、11% 和 47%,即总体上河口坝不是区域内的主要含油微相,而与水下分流河道沉积微相有关的砂体明显含油砂体数较多,应是勘探的主要目的砂体。从钻遇含油砂体中水下分流河道砂体的分布来看,长 6₁达到了 227 个,占到长 6₁所钻遇含油砂体总数的 47%,而长 6₂和长 6₃所占比重只有 37%,总数也分别只有 103 个和 54 个,即长 6₁所占比例最大。从钻遇的水下分流河道与河口坝组合含油砂体在各小层的分布来看,三个小层分别达到 221、143 和 62 个,即大部分分布在长 6₁小层。

表 2 长 6 油层组各小层含油砂体沉积微相统计

Table 2 Statistics of sedimentary microfacies of the oil-bearing sand bodies in Chang 6 oil-bearing Member

层位	水下分流河道		河口坝		水下分流河道与河口坝组合		钻遇含油砂体总数
	钻遇	百分比	钻遇	百分比	钻遇	百分比	
	层数	%	层数	%	层数	%	
长 6 ₁	227	47	39	8	221	45	487
长 6 ₂	103	37	31	11	143	52	277
长 6 ₃	54	37	31	21	62	42	147
长 6	384	42	101	11	426	47	911

各小层含油砂体均以水下分流河道和水下分流河道与河口坝组合砂体为主,河口坝砂体与含油性关系不明显;相对长 6₁和长 6₂而言,长 6₃河口坝最为发育,含油性最差。因此,研究区油气的富集主要与水下分流河道和水下分流河道与河口坝的组合砂体有关,区域内河口坝砂体不是油气富集的主要类型。

在平面上,含油砂体沉积微相在主河道区主要表现为水下分流河道,往往含油性较好;在河道边部地区主要表现为河口坝组合,往往含油性一般;朵状体边缘地区往往表现为河口坝,往往含油性较差(图 6)。

4 结论

(1) 研究区长 6 油层组属于三角洲沉积体系三角洲前缘亚相,可进一步划分为水下分流河道、河口

坝、前缘席状砂、水下天然堤、水下决口扇和水下分流间湾 6 种微相类型,其中作为储层的骨架砂体主要是水下分流河道微相,其次是河口坝微相;

(2) 研究区长 6 期主要发育两个北东—南西向延伸的水下分流主河道及其朵状体,长 6₁及长 6₂期在梅塌一带基本处于相互分割状态,到长 6₃期及长 6₁期有不同程度的互相叠置,说明长 6₂和长 6₁进积作用较强;研究区沉积相的研究表明有利勘探区位于梅塌两侧;

(3) 通过定量统计方法对长 6 油层组含油砂体沉积微相的分析,总结出研究区油气的富集主要与水下分流河道及水下分流河道与河口坝的组合砂体有关,区域内河口坝砂体不是油气富集的主要类型;纵向上油气主要富集在长 6₁小层,是勘探的主要目的层。

参考文献 (References)

- 何顺利,郑祥克,魏俊之.沉积微相对单井产能的控制作用[J].石油勘探与开发,2002,29(4):72-73 [He Shunli, Zheng Xiangke, Wei Junzhi. The effect of sedimentary microfacies on single-well productivity [J]. Petroleum Exploration and Development, 2002, 29(4): 72-73]
- 叶连俊.华北地台沉积建造[M].北京:科学出版社,1983 [Ye Lianjun. Sedimentary Formation of the North China Platform [M]. Beijing: Science Press, 1983]
- 孙肇才.鄂尔多斯盆地北部地质构造格局及前中生界的油气远景[J].石油学报,1980,1(3):7-17 [Sun Zhaocai. The tectonic framework and petroleum prospective of Pre-Mesozoic in the northern part of the Eerduos (Ordos) Basin [J]. Acta Petroli Sinica, 1980, 1(3): 7-17]
- 杨俊杰,张伯荣.陕甘宁盆地油气区及油气藏序列[J].石油学报,1988,9(1):1-8 [Yang Junjie, Zhang Borong. Petroliferous basin in Shan-Gan-Ning area and its reservoir sequence [J]. Acta Petroli Sinica, 1988, 9(1): 1-8]
- 梅志超,彭荣华,杨华,等.陕北三叠统延长组含油砂体的沉积环境[J].石油与天然气地质,1988,9(3):261-268 [Mei Zhichao, Peng Ronghua, Yang Hua, et al. Sedimentary environment of the oil-bearing sand bodies in the Upper Triassic Yanchang Formation of Northern Shaanxi [J]. Oil & Gas Geology, 1988, 9(3): 261-268]
- 赵虹,党D,李文厚,等.安塞地区延长组沉积微相研究[J].天然气地球科学,2004,15(5):492-497 [Zhao Hong, Dang Ben, Li Wenhou, et al. Microfacies characteristic of Yanchang Formation in Ansai area [J]. Natural Gas Geoscience, 2004, 15(5): 492-497]
- 张金亮,李恕军,靳文奇.安塞油田候市地区长 6 油层沉积微相研究[J].西安石油学院学报:自然科学版,2000,15(4):1-55 [Zhang Jinliang, Li Shujun, Jin Wenqi. Sedimentary microfacies of Chang-6 reservoir in Houshi area, Ansai Oilfield [J]. Journal of Xi'an Petroleum Institute, 2000, 15(4): 1-55]
- 党D,赵虹,李文厚,等.安塞油田延长组长 6 油层组沉积微相特征

- [J]. 天然地球科学, 2004, 15(6): 597-600 [Dang Ben Zhao Hong LiW enhou, *et al.* Characteristic of sedimentary microfacies in Chang 6 oil-bearing formation of Yanchang Formation in Ansai Oilfield [J]. *Natural Gas Geoscience*, 2004, 15(6): 597-600]
- 9 柳益群, 李文厚. 陕甘宁盆地东部上三叠统含油长石砂岩的成岩特点及孔隙演化 [J]. 沉积学报, 1996, 14(3): 87-96 [Liu Yiqun, Li Wenhou. Diagenetic characteristics and porosity evolution of the oil-bearing arkoses in the Upper Triassic in the Eastern Shaan-Gan-Ning Basin [J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 1996, 14(3): 87-96]
- 10 李斌, 孟自芳, 李相博, 等. 靖安油田上三叠统长 6 储层成岩作用研究 [J]. 沉积学报, 2005, 23(4): 574-583 [Li Bin, Meng Zifang, Li Xiangbo, *et al.* Diagenetic characteristics of the Chang 6 oil-bearing interval of the Upper Triassic in the Jin'an Oilfield, Ordos Basin [J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2005, 23(4): 574-583]
- 11 王琪, 褚喜准, 陈国俊, 等. 鄂尔多斯盆地盐池—姬源地区三叠系长 4+5 砂岩成岩演化特征与优质储层分布 [J]. 沉积学报, 2005, 23(3): 397-404 [Wang Qi, Zhuo Xizhun, Chen Guojun, *et al.* Characteristics of diagenetic evolution of Chang 4+5 Sandstones (Upper Triassic) in Yanchi-Jiyuan Area, Ordos Basin and distribution of high-quality reservoir [J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2005, 23(3): 397-404]
- 12 朱国华. 陕北延长统砂体成岩作用与油气富集的关系 [J]. 石油勘探与开发, 1985, 6(1-9) [Zhu Guohua. Relations between the accumulation of hydrocarbons and the diagenesis of Yanchang Sandbodies, Shaanxi Province [J]. *Petroleum Exploration and Development*, 1985, 6(1-9)]
- 13 杨晓萍, 裴悻楠. 鄂尔多斯盆地上三叠统延长组油沸石形成机理、分布规律与油气关系 [J]. 沉积学报, 2002, 20(4): 628-632 [Yang Xiaoping, Qi Yinan. Formation process and distribution of kumontite in Yanchang Formation (Upper Triassic) of Ordos Basin [J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2002, 20(4): 628-632]
- 14 陈波, 潘仁芳, 郭甲世. 鄂尔多斯盆地中部三叠系延长组层序地层学探讨 [J]. 江汉石油学院学报, 1996, 18(3): 19-24 [Chen Bo, Pan Renfang, Guo Jiashi. Sequence stratigraphy of Yanchang Formation (Triassic) in Ordos Basin [J]. *Journal of Jianghan Petroleum Institute*, 1996, 18(3): 19-24]
- 15 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 [Du Chunyan, Zheng Rongcai. Control of sequence of strata over reservoir heterogeneity of the Chang 6 Oil Formation in Northern Shaanxi [J]. *Journal of Chengdu University of Technology*, 1999, 26(1): 17-22]
- 16 罗静兰, Marcel Ketzler J 李文厚, 等. 延长油区侏罗系—上三叠统层序地层与生储盖组合 [J]. 石油与天然气地质, 2001, 22(4): 337-351 [Luo Jinglan, Marcel Ketzler J LiW enhou, *et al.* Sequence stratigraphy and source-reservoir-cap assemblages of Jurassic-Upper Triassic in Yanchang Oil Province [J]. *Oil & Gas Geology*, 2001, 22(4): 337-351]
- 17 杨友运. 鄂尔多斯盆地南部延长组沉积体系和层序特征 [J]. 地质通报, 2005, 24(4): 369-372 [Yang Youyun. Characteristics of the depositional systems and sequence evolution of the Yanchang Formation in the southern Ordos Basin [J]. *Regional Geology of China*, 2005, 24(4): 369-372]
- 18 杨华, 付金华, 喻建. 陕北地区大型三角洲油藏富集规律及勘探技术应用 [J]. 石油学报, 2003, 24(3): 6-10 [Yang Hua, Fu Jinhua, Yu Jian. Oil reservoir enrichment patterns of large delta systems and application of exploration techniques in Shanbei area [J]. *Acta Petroleologica Sinica*, 2003, 24(3): 6-10]
- 19 赵文智, 胡素云, 汪泽成, 等. 鄂尔多斯盆地基底断裂在上三叠统延长组石油聚集的控制作用 [J]. 石油勘探与开发, 2003, 30(5): 1-5 [Zhao Wenzhi, Hu Suyun, Wang Zecheng, *et al.* Key role of basement fault control on oil accumulation of Yanchang Formation, Upper Triassic, Ordos Basin [J]. *Petroleum Exploration and Development*, 2003, 30(5): 1-5]
- 20 王建民. 鄂尔多斯盆地南部中生界大中型油田形成条件与勘探策略 [J]. 石油勘探与开发, 2006, 33(2): 145-149 [Wang Jianmin. Geology characteristics and exploration strategy of Mesozoic large and medium oilfields in Southern Ordos Basin [J]. *Petroleum Exploration and Development*, 2006, 33(2): 145-149]
- 21 赵靖舟, 武富礼, 闫世可, 等. 陕北斜坡东部三叠系油气富集规律研究 [J]. 石油学报, 2006, 27(5): 24-34 [Zhao Jingzhou, Wu Fuli, Yan Shike, *et al.* Regularity of Triassic petroleum accumulation and distribution in the east part of North Shaanxi slope [J]. *Acta Petroleologica Sinica*, 2006, 27(5): 24-34]
- 22 杨晓萍, 赵文智, 邹才能, 等. 低渗透储层成因机理及优质储层形成与分布 [J]. 石油学报, 2007, 28(4): 57-61 [Yang Xiaoping, Zhao Wenzhi, Zou Caineng, *et al.* Origin of low-permeability reservoir and distribution of favorable reservoir [J]. *Acta Petroleologica Sinica*, 2007, 28(4): 57-61]
- 23 孙国凡, 刘景平, 柳克琪, 等. 华北中生代大型沉积盆地的发育及其地球动力学背景 [J]. 石油与天然气地质, 1985, 6(3): 278-287 [Sun Guofan, Liu Jingping, Liu Keqi, *et al.* Evolution of a major Mesozoic continental basin within Huabei Plate and its geodynamic setting [J]. *Oil & Gas Geology*, 1985, 6(3): 278-287]
- 24 张抗. 鄂尔多斯断块构造和资源 [M]. 西安: 陕西省科学技术出版社, 1989: 193-250 [Zhang Kang. Tectonics and Resources of Ordos Fault Block [M]. Xi'an: The Science and Technology Press of Shaanxi, 1989: 193-250]
- 25 梅志超. 沉积相与古地理重建 [M]. 西安: 西北大学出版社, 1994 [Mei Zhichao. Sedimentary Facies and Ancient Geography Reconstruction [M]. Xi'an: Northwest University Press, 1994]
- 26 王峰, 王多云, 高明书, 等. 陕甘宁盆地姬源地区三叠系延长组三角洲前缘的微相组合及特征 [J]. 沉积学报, 2005, 23(2): 218-224 [Wang Feng, Wang Duoyun, Gao Mingshu, *et al.* The microfacies combination and characteristics of delta front in Yanchang Formation (Triassic) of Jiyuan Area, Shaanxi-Gansu-Ningxia Basin [J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2005, 23(2): 218-224]
- 27 党D, 赵虹, 李文厚, 等. 鄂尔多斯盆地陕北地区上三叠统延长组不同级次层序界面的识别 [J]. 中国地质, 2007, 34(3): 414-421 [Dang Ben Zhao Hong LiW enhou, *et al.* Identification of sequence boundaries of different orders in the Upper Triassic Yanchang Formation in northern Shaanxi, Ordos basin [J]. *Geology in China*, 2007, 34(3): 414-421]

28 李文厚, 柳益群, 冯乔. 川口油田长 6 油层组沉积相特征与储集条件 [J]. 西北大学学报: 自然科学版, 1996, 26(2): 155-158 [Li Wenhou, Liu Yiqun, Feng Qiao. Sedimentary and reservoir characteristics of the Chang-6 oil-bearing beds in Chuankou Oil Field [J]. Journal of Northwest University: Science of Technology Edition, 1996, 26(2): 155-158]

29 武富礼, 李文厚, 李玉宏, 等. 鄂尔多斯盆地上三叠统延长组三角洲沉积及演化 [J]. 古地理学报, 2004, 6(3): 307-315 [Wu Fuli, Li Wenhou, Li Yuhong, et al. Delta sediments and evolution of the Yan-chang Formation of Upper Triassic in Ordos Basin [J]. Journal of Palaeogeography, 2004, 6(3): 307-315]

Study on Sedimentary Microfacies and Its Oil-Bearing Properties in Chang 6 Member in the Middle Part of Yi-Shan Slope in Ordos Basin

MA Qiang¹ QU Hongjun¹ YAN Yaoyao²
HU Chunhua¹ BAIGuojuan¹

(1 State Key Laboratory of Continental Dynamics Department of Geology, Northwest University, Xi'an 710069)

(2 Northwest Branch, Research Institute of Petroleum Exploration and Development, PetroChina, Lanzhou 730020)

Abstract The studied area is located in the middle part of Yi-Shan slope in Ordos basin, and Chang 6 is the main target oil-layer. Understanding the sedimentary microfacies and the relationship between sedimentary microfacies and oil-gas distribution is of guiding importance to oil and gas exploration and development. By analyzing the data of drilling cores, logging image granularities as well as casting thin sections, it can be concluded that delta front subfacies is the main sedimentary subfacies of Chang 6, which includes 6 kinds of microfacies including underwater distributary channel, river mouth bar, interdistributary bay, sheet sandstones, underwater burst fan and natural levee. The distribution of sedimentary microfacies is analysed also. Furthermore, quantitative statistics was used in the analysis of its oil-bearing properties of sedimentary microfacies in oil-bearing bodies. The study shows that the oil in Chang 6 mainly developed in the underwater distributary channel sand and combined sand from the underwater distributary channel and river mouth bar, and Chang 6₁ is the main oil-bearing layer, which is the main target of oil and gas exploration.

Key words the middle part of Yi-Shan slope, Yan-chang Formation, Chang 6 oil-bearing Member, sedimentary microfacies, oil-bearing sand bodies