文章编号: 1009-3850(2008) 02-0057-05

鄂尔多斯盆地华池油田延长组长 3油组 沉积特征与含油性关系

李凤杰1, 王多云2

(1. 成都理工大学 沉积地质研究院,四川 成都 610059, 2. 北京师范大学 资源学院,北京 100875)

摘要: 笔者对钻井和测井资料综合分析认为: 陇东华池油田延长组长 3油层组形成于湖盆逐渐萎缩、三角洲沉积不断向湖盆进积期, 主要发育有三角洲平原分流河道、洪泛平原、三角洲前缘水下分流河道、河口坝、复合式坝、远砂坝和分流间湾等沉积微相, 沉积环境由三角洲前缘演变为三角洲平原, 储层砂体主要为三角洲前缘的水下分流河道、 河口坝和复合式坝砂岩。沉积微相对城华地区延长组长 3油层组含油气性的控制主要表现在 3个方面:①沉积微相 控制着生储盖的组合;②沉积微相控制着储层砂体的展布;③沉积微相影响着储层的储集性能。

关键 词:沉积微相;含油性;延长组;城华地区

中图分类号: TE121 3 文献标识码: A

华池油田位于鄂尔多斯盆地二级构造单元西倾 单斜陕北斜坡西南部 (图 1)。三叠系延长组长 3油 组是油田主产层之一,油藏类型主要为岩性油 藏^[1],而岩性油藏的分布范围及储集性能主要受沉 积特征的控制,为此,本文运用沉积体系理论,对华 池油田延长组长 3油组的沉积微相和沉积特征进行 详细研究,其对油田的进一步勘探、开发具有重要意 义

1 岩石学特征

华池油田延长组长 3油层组砂岩以细粒长石砂 岩为主,碎屑组分含量为:石英 21%~48%、长石 17%~50%、岩屑 11%~27%,岩屑以泥岩、板岩和 白云岩为主。填隙物含量为 3%~30%,变化范围较 大,主要为自生粘土矿物和方解石、白云石等化学胶 结物。砂岩中长石风化程度深,颗粒分选好,磨圆度 为次棱 次圆状;砂岩成分成熟度和结构成熟度都较 低,胶结类型以薄膜 孔隙式为主,呈点线接触。以 磷灰石、榍石、电气石、石榴子石和海绿石为主的重 矿物组合,与盆地北东向物源重矿物的组合基本一 致^[2],表明物源来自于盆地的东北方向^[3]。

2 沉积微相类型及特征

长 3油层组形成于延长湖盆强烈收缩、三角洲 强烈进积期。本文在前人众多研究成果的基础 上^[3~5],依据岩石学、沉积学和测井曲线所反映的地 层结构特征^[6],通过对区内取心井和百余口测井曲 线研究,将华池油田延长组长 3油组的沉积相划分 为三角洲平原和三角洲前缘两种亚相,8种沉积微 相。

2.1 三角洲平原亚相

延长组长 3时期,研究区大部分地区处于水下 环境,随着河流向前推进,湖水面逐渐减小,水上三 角洲平原亚相的分布范围也随之扩大。

1.水上分流河道

水上分流河道是三角洲平原亚相沉积的主要微

收稿日期: 2007-11-08, 改回日期: 2008-01-18

作者简介: 李凤杰 (1972-), 男, 博士后, 主要从事沉积学、层序地层学研究

资助项目: 中国科学院资源环境领域知识创新工程重要方向 (KZCX3-SW-128-04)



图 1 鄂尔多斯盆地构造分区及研究区位置 1. 构造分区线; 2 断层; 3 研究区位置

Fig 1 Tectonic division of the Ordos Basin and location of the study area

1 = tectoric boundary 2 = fault 3 = study area

相, 剖面形态呈厚层块状或扁平透镜状, 平面呈枝状 分叉。岩石以灰色 灰绿色中细长石砂岩、长石石英 砂岩为主, 砂岩分选中等, 常含植物茎杆碎片。砂体 中发育的沉积构造主要有: 垂向序列向上变细的正 韵律, 槽状交错层理、板状交错层理和平行层理等构 造, 底部具有冲刷面。自然电位、自然伽马曲线呈钟 形或箱形 (图 2-A)。

2 洪泛平原

58

洪泛平原为水上三角洲平原分流河道间的低洼

地区,岩性以黑色/灰黑色粉砂质泥岩、泥岩、炭质泥 岩为主,常夹有薄层的煤线,发育有水平层理和生物 扰动构造,富含植物碎片,自然电位曲线一般较为平 直或低平指状。

2.2 三角洲前缘亚相

1. 水下分流河道

水下分流河道微相是水上分流河道的水下延伸 部分,在横剖面上呈扁平透镜状。岩性以中厚层的 灰色,深灰色细砂岩、粉砂岩、粉砂质泥岩和薄层泥 岩为主,砂岩厚度大,单层砂体厚 2~5^m,多期叠加 可达 10~15^m。其垂向序列以正韵律为主,也可见 复合韵律,发育槽状交错层理、板状交错层理和平行 层理等沉积构造,底部常常具有冲刷面,冲刷泥砾顺 层分布。其电测曲线形态 (SP, GR)表现为钟形或 箱形 (图 2-B)。

2水下决口扇微相

该微相岩性为灰色含泥细砂岩、粉砂岩夹薄层 泥岩,厚1~3^m。沉积构造以块状层理为主,次为沙 纹层理和水平层理。剖面上与水下决口扇沉积或水 下天然堤伴生,或在分流间洼地中呈夹层产出。电 测曲线呈低中幅指形、倒钟形,个别为钟形。

3.河口坝

河口坝砂体以灰色 深灰色细粒砂岩、粉砂岩为 主,砂粒分选好,剖面上表现为上粗下细的反粒序结 构,砂体中发育平行层理、沙纹交错层理和交错层 理。岩心中常见有塑性变形构造和包卷构造,以及 少量植物碎片。砂体厚度一般为5~10^m。自然电 位、自然伽马曲线通常呈漏斗形 (图 2-^C)。

4.复合式河口坝 复合式河口坝微相沉积特征表现为下部是具反



图 2 华池油田主要沉积微相柱状图

A 分流河道 (L110); B 水下分流河道 (H157); C河口坝 (Ch64); D 复合式坝 (H180)

Fig 2 Columns of the sedimentary microfacies in the Huachi () il Field

A Distributary channel microfacies (L_{110} well); B Subaqueous distributary channel microfacies (H_{157} well); C Channel mouth barmicrofacies (C_{164} well); D composite barmicrofacies (H_{180} well)

粒序结构的河口坝砂体,上部则为具正粒序结构的 分流河道砂体沉积,形象称为"坝上河"^[4]。其内部 发育板状、槽状交错层理、平行层理和沙纹层理等。 砂岩分选性好,以深灰色 黑色细粒砂岩和粉砂岩为 主。"坝上河"砂体厚度大,一般大于15^m,最厚可达 25^m,砂体内部连通性好,内部无泥岩夹层。其下部 与浅湖相泥岩直接接触,有利于油气运移到该砂体 内部。测井曲线(SP,GR)形态表现为由下到上的 漏斗形与钟形或箱形的复合形式(图 2-D)。表明在 先期接受河口坝沉积之后,河流作用加强,物源供给 充足,继续接受水下分流河道沉积。

5. 远砂坝

远砂坝位于河口坝前方,沉积物粒度较河口坝 细,以粉砂岩为主,其次为泥质粉砂岩、泥岩,以及少 量细砂岩。砂岩分选性好,粉砂岩和泥岩常常组成 韵律层理。其垂向序列为向上变粗的反粒序,自然 电位呈中低幅的漏斗形,常与浅湖泥、河口坝、分流 间湾等共生。

6 分流间湾

分流间湾沉积为河流携带的细粒物质借助湖水 扩散所形成,水动力弱、环境比较闭塞。沉积物主要 为灰色 深灰色 黑色粉砂岩、粉砂质泥岩、泥岩,并 含大量植物碎片和鱼鳞化石。水平层理发育,也可 见对称波痕,自然电位曲线形态低幅平缓。和前三 角洲泥岩一起,是水下分流河道砂体和河口坝砂体 的主要隔层。

根据上述沉积微相的划分,对华池油田单井进 行了微相分析(图 3),绘制了长 3³期沉积微相分布 图(图 4),从图 4中可以看出,长 3³期主要发育三角 洲前缘亚相,水下分流河道、河口坝和复合式坝是本 区主要的微相类型。

3 沉积微相与含油性的关系

笔者根据对华池油田长 3油组砂岩含油气性的 研究,认为沉积微相对含油气性的控制主要表现在 以下 3个方面:

3.1 沉积微相控制了生储盖的组合

沉积微相的类型决定特定岩相序列组合规律, 从而决定了油气的生储盖的配置。分流河道横向迁 移形成广阔的分流河道和河口坝砂体,成为主要的 储集体。而分流河道之间的分流间湾和河间洼地微 相泥岩包围了分流河道和河口坝砂体,因而能够形 成良好的岩性油藏圈闭。不利之处在于,分流间湾 泥岩分割了分流河道砂体,砂体连片性差,减小了储



图 3 Ch86 井长 3油组沉积微相分析



层流动单元的连通性,从而增加了开发难度。另外 分流间湾泥岩和浅湖泥岩也是良好的生油层。

3.2 沉积微相控制着储层砂体的展布

沉积微相的差异决定砂体的岩性、厚度、形态和 分布范围均有较大差异(表 1)。分流河道砂体累计 砂层厚度一般为10~15^m,平均为13^m,为细砂岩,呈 条带状展布,延伸远;河口坝和复合式坝呈朵状,分



图 4 华池油田长 3³油层组沉积相分布略图 1.相界线; 2 物源方向; 3 井名及位置

Fig 4 Sedimentary microfacies in the Chang3³ oil reservoirs in the HuachiOil Field

1= facies boundary 2= sed in ent supply direction, 3= well site

布于水体较深的河口位置,河口坝砂体的砂厚 5~ 10^m平均为 8 9^m,而复合式坝砂体厚度超过 15^m,

平均为17.8^m,决口扇砂体累计砂小于5^m,为细粉 砂岩,砂厚、粒度、砂地比均低于分流河道砂体,砂体 展布呈扇状、片状,为局部分布;分流间湾砂体不发 育,以泥质沉积为主。不同沉积微相的不同部位,砂 体的分布也存在差异,主体带砂体最发育,两侧边部 砂体不发育。

3.3 沉积微相影响着储层的储集性能

沉积微相的差异决定了储集性能具有一定的差 异,综合分析复合式坝、河口坝和分流河道相砂体主 体部位的岩性及物性发现:粒度较细、分选性好的细 砂岩,孔隙度大于10%,渗透率值大于2×10^{-3 µ n²}, 含油性普遍较好;在垂向上,储层非均质性随着泥质 含量的变化增加,储层物性随之改变。自下而上,水 下分流河道砂体泥质含量逐渐增加,储层渗透率随 之降低(图 5-A);河口坝砂体正相反,泥质含量逐渐 减少,储层渗透率随之变好(图 5-B);复合式坝砂体 的中部渗透率最好(图 5-C),具有河口坝分选、储集 性能好的特点,而且砂体厚度大,成为本区最有利的 沉积微相类型。三角洲平原带上的分流河道砂体, 因物源碎屑组分中岩屑含量高,沉积构造发育砂体 非均质性较强,物性变化大,所以含油性普遍较差。

4 结 论

根据对研究区岩石学、沉积学和测井及测井相 综合分析结果,研究区在长 3沉积期,湖盆逐渐萎 缩、三角洲沉积不断向湖盆进积期,自长 3³ 至长 3¹ 期,沉积环境由三角洲前缘演变为三角洲平原,储层



图 5 主要沉积微相砂体渗透率垂向变化图

A水下分流河道砂体 (H176井); B河口坝砂体 (H94井); C复合式坝砂体 (H173井)

Fig 5 Vertical variations in permeability of the sandstones in individual sedimentary microfacies

A Subaqueous distributary drannel sandstones (H_{176} well); B Channel mouth bar sandstones (H_{94} well); C Composite bar sand stones (H_{173} well)

Tubb I Characteristics of the semilotories in bill filler and be the biller of the semilotories of the sem					
沉积微相	岩性	平均砂体厚度 / ^m	平均油层厚度 / m	孔隙度 1%	渗透率 /10 ^{-3 µ m2})
分流河道	细砂岩	12 3	6 59	11 3	2 56
水下分流河道	细砂岩	13 6	8 84	12 6	3 32
河口坝	细粉砂岩	89	6 45	13 5	3 02
复合式坝	细砂岩	17.8	10 56	13 8	4 67
决口扇	粉砂岩	2 5	12	8.9	0 84
分流间洼地	粉砂质泥岩	< 2 0	0	5. 9	0 42

表 1 主要沉积微相类型及砂体特征

Table 1 Characteristics of the sand stones in individual sed in entary microfacies

砂体主要为三角洲前缘的水下分流河道沉积、河口 坝和复合式坝沉积。沉积微相控制着生储盖的组 合、储层砂体展布和储集性能,从而影响着华池油田 延长组长 3油层组的含油气性。

参考文献:

- [1] 李凤杰,王多云,郑希民,等.陕甘宁盆地陇东地区长 3油组坳
 陷湖盆岩性油藏 成藏模式 [].西安石油大学学报,2004 19
 (3):1-4.
- [2] 宋凯, 吕剑文, 杜金良. 鄂尔多斯盆地中部上三叠统延长组物

源方向分析与三角洲沉积体系[J]. 古地理学报, 2002, 4(3): 59-66.

- [3] 庞雯, 郭德运, 赵靖舟, 等. 甘谷驿油田延长组长 6油层沉积特
 征[]. 西北大学学报(自然科学版), 2004 34(4): 465-468
- [4] 李凤杰,王多云,郑希民,等.陕甘宁盆地华池地区延长组缓坡
 带三角洲前缘的微相构成[J].沉积学报,2002,20(4):582-587.
- [5] 窦伟坦. 鄂尔多斯盆地城华地区长 3³ 油组油气富集的控制因素[¹]. 西安石油学院学报, 1999, 14(5): 1-4.
- [6] 马正.应用自然电位测井曲线解释沉积环境[].石油与天然
 气地质, 1982, 3(1): 25-40

Sedimentary microfacies and hydrocarbon potential of the Change oil measures in the Yanchang Formation HuachiOil Field Ordos Basin

LI Feng jie WANG Duo yur

(1. Institute of Sedimentary Geology Chengdu University of Technology Chengdu 610059 Sidhuan China 2 College of Resources Science & Technology Beijing Norma [University Beijing 100875 China]

A bstract The Chang oil measures in the Yanchang Formation of the Huachi Oil Field in the Ordos Basin were formed during the lacustrine basin collapse and basin ward progradation of the delta deposits. The sedimentary microfacies mainly consist of delta plain distributary channel flood plain, delta front subaqueous distributary channel channel mouth bar composite bar distal bar and interdistributary bay microfacies. Sedimentary environments have gone through the evolution from the delta front to the delta plain. The reservoir sandstones are dominantly composed of delta front subaqueous distributary channel sandstones, channel mouth bar sand stones and composite bar sandstones. The controls of the abovementioned sedimentary microfacies on the hydrocarbon potential of the Chang, oil measures in the Yanchang Formation in the Chenghua region include (1) the controls on source reservoir seal associations, (2) the controls on the distribution of reservoir sandstones, and (3) the controls on the reservoir quality

Keywords sedimentarymicrofacies hydrocarbon potential Yanchang Formation Chenghua region