

文章编号:0253-9985(2001)02-0146-04

顺宁油田低渗透砂岩储层沉积特征与控油因素

王建民¹,周卓明²

(1. 中国石油化工集团新星石油公司华北石油地质局第三普查大队,陕西咸阳 712000;

2. 中国石油化工集团荆州新区勘探研究所,湖北荆州 434100)

摘要:延长组长2油层组为顺宁油田的主要产层,含油部分主要位于长2¹油层,为典型的低渗透砂岩油层,由分流河道及分流间湾沉积组成,分流河道由北东向东南再向西南弯转,由主体、侧体及边部三部分组成,主体部分物性好,为油气主要聚集场所。长2¹⁻¹油层分布广泛,含油厚度大,长2¹⁻²油层则分布局限,油层薄,二者同处一个油水系统,由主体向两侧由均匀-不均匀含油过渡到不均匀-斑状含油直至微含油。油水分布主要受相带、构造和砂体厚度等因素控制。

关键词:低渗透储层;沉积特征;长2油层;油水分布;控油因素

第一作者简介:王建民,男,36岁,高级工程师(硕士),石油地质

中图分类号:P618.130.2⁺1

文献标识码:A

顺宁油田位于陕西省志丹县顺宁乡,其产层主要为延长组长2层组低渗透砂岩,通过对其沉积、构造、储层及油气分布等特征的综合分析研究,可以基本明了长2油层油气分布规律及控制因素。

1 油层组划分

延长组长2油层组在区域上是一个富砂质的沉积,通常表现为大套砂岩组合,以厚层-块状中细粒长石砂岩夹暗色泥质岩层为特征,厚度50~150 m。区内长2油层组厚度130~150 m,依据沉积旋回和岩石组合可进一步将其自上而下划分为长2¹、长2²、长2³三个次一级的沉积旋回(图1),简称为亚层组或油层。含油部分位于长2¹亚层组中上部,简称长2¹油层;长2²和长2³亚层组通常不含油。

长2¹油层沉积厚度25~37 m,可进一步细分为长2¹⁻¹和长2¹⁻²两个小层。长2¹⁻¹层由单一的砂岩构成,厚7~26 m,普遍含油气,称为上油层;长2¹⁻²主要由砂岩组成,局部顶部可见1.5~5.5 m的泥岩,将上下两个含油砂体隔开,一般上翘部位含油气,称为下油层。在河道主体复合叠加部位,上下砂体相互连通,表现出很大的砂层厚度。

2 沉积特征

2.1 物性

据大量的薄片、铸体薄片资料统计分析,顺宁

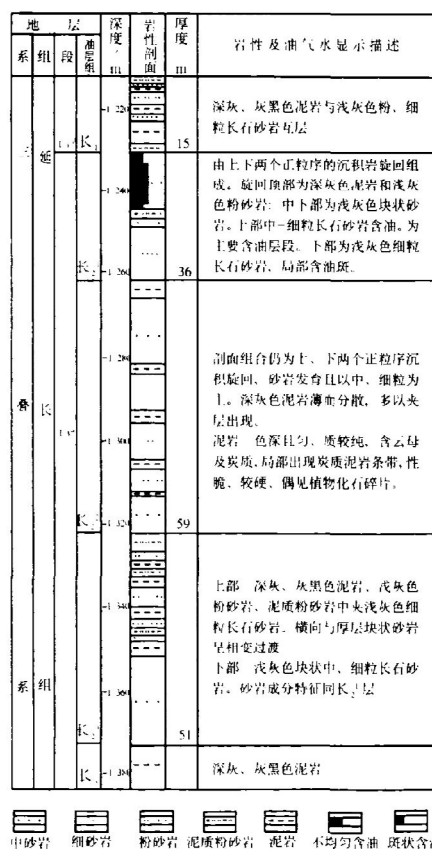


图1 顺宁油田S4井长2油层组综合柱状剖面图
Fig.1 Comprehensive columnar section of Chang-2 oil horizon from S-4 Well of Shunning Oilfield

收稿日期:2001-01-03

油田长²油层岩性属中、细粒的长石砂岩,长石含量达57%~68%,为次棱角状,一般显示定向排列和微层理构造;分选中-好,且呈点-线式接触。碎屑含量高达92%~95%,胶结类型以薄膜孔隙式和接触式为主。孔隙类型以粒间溶孔和粒内溶孔为主。平均孔隙度16%,平均渗透率 $11.5 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,平均含油饱和度为55%,属典型低渗透砂岩油层^[1,2,3]。

2.2 沉积类型

延长期湖盆演化到长²时进入了一个统一的大型三角洲平原体系发育期,区域古流向为北东→南西方向,分流河道宽阔平直并呈放射状向西南湖盆推进,构成了区域性广泛分布的河道砂体(图2),顺宁油田即处于此类河道之上^[4]。

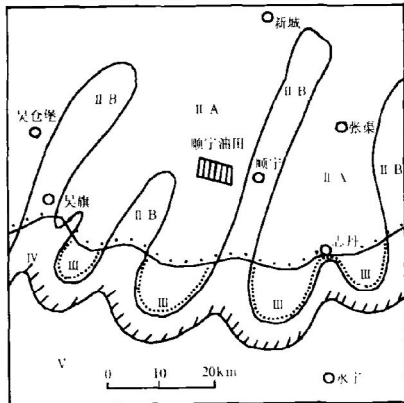


图2 延长期长²时岩相古地理图

Fig.2 Lithofacies paleogeographic map of Yanchang-2 stage
II A—三角洲平原亚相分流河道为主区;II B—三角洲平原亚相分流间湾为主区;III—三角洲前缘亚相;IV—前三角洲亚相;V—浅湖相

对顺宁油田长²油层精细微相分析结果表明,微相沉积类型主要由发育的分流河道及局限分布的分流间湾沉积组成。

分流河道沉积为区内三角洲平原亚相的主体沉积,岩石类型为厚层-块状的中、细粒长石砂岩,横剖面呈顶平底凸的大型透镜体(图3),底部与下伏层呈突变或冲刷接触,局部含同生泥砾,形成薄层的含泥砾或泥砾质中砂岩。主体部位厚度大,岩性较均匀,物性好,岩石粒度和层理显示出若干厚度较大的韵律性沉积旋回,顶部岩性致密;层理类型为大中型块状、槽状及水平层理。由主体向两侧,厚度渐薄,岩性渐细,非均质性增强,物性变差,韵律层变薄,致密层增多增厚,以中小型斜波状、波状水平层理为主。

分流间湾沉积由天然堤沉积与河漫湖沼沉积穿插复合而成,发育于河道砂顶部、边部及以外部分。岩石组合为深灰、灰黑色泥岩与浅灰色粉、细砂岩互层,沉积厚度较小,易受河道侵蚀切割,分布局限;可见垂直虫孔和植物根,局部夹煤线;砂岩厚度一般小于2 m,发育小型水平、波状及扰动层理。

2.3 沉积相带

长²油层组各分流河道砂体在平面上的推进是在不断的弯转摆动中完成的,从而造成分流河道的宽窄、曲率以及砂体走向、厚薄及物性在空间上不断地变化(图4)。长²₁₋₁沉积时,分流河道主体部分自S2井东北部进入,然后弯转向东南至S5-1井区,再经S13-2井向西南弯转而去,河宽2 000~2 500 m。

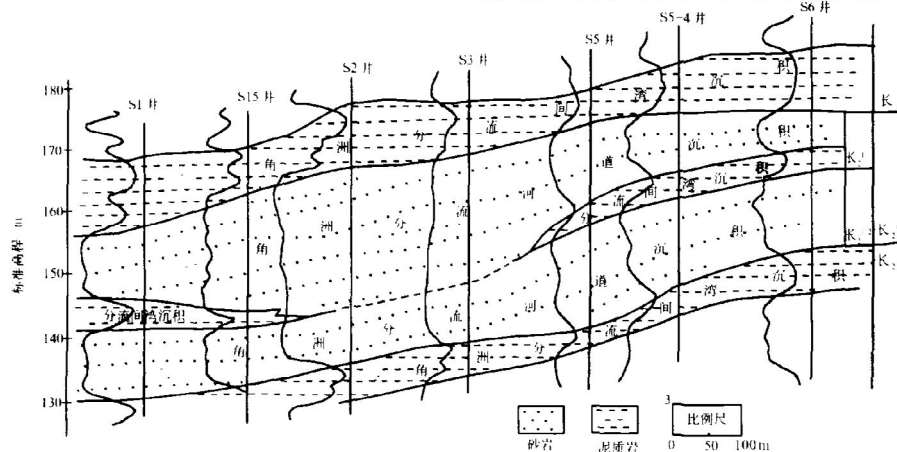


图3 顺宁油田长²油层岩相剖面图

Fig.3 Lithofacies profile of Chang-2 oil horizon in Shunning Oilfield

根据其沉积体的厚度、宽窄、岩石物性及含油性在平面上的变化特征,可进一步划分为主体、侧体及边部3个部分。河道主体部分宽约1 000 m,厚15~26 m,由较细薄的鞍部与较粗厚的河道砂坝呈环带状连续而成,其中河道砂坝呈长舌状,厚度大(21~25 m),物性好,是油气最为富集的场所;河道侧体部分展布宽度250~700 m,位于河道主体两侧,厚度10~15 m,尤其在分流河道弯转的内侧,往往形成较宽阔平缓的点砂坝沉积(厚度11~13 m),成为分流河道的重要组成部分,其厚度、物性及含油性均较主体部位变差;分流河道边部位于河道侧体两侧,展布宽度200~300 m不等,厚度小于10 m,向外厚度显著变薄,物性更差,一般无油气显示。

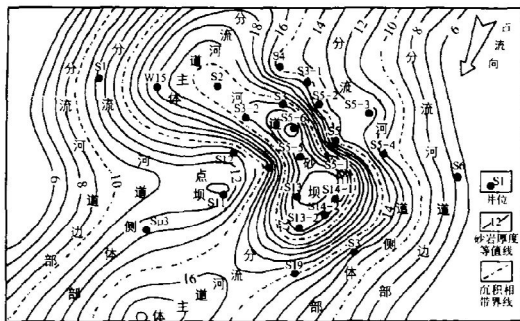


图4 顺宁油田长 2^{1-1} 油层砂岩厚度等值线及沉积相带展布图

Fig.4 Isopach and facies map of Chang 2^{1-1} oil-bearing sandstone in Shunning Oilfield

3 控制因素

剖面上长 2^{1-1} 和长 2^{1-2} 两油层在油藏主体连

为一体,向两侧及边部渐被长 2^{1-2} 油层顶部残存泥质岩分开,表明二者处于同一个油水系统,并且同处于一个较厚的油水过渡带之内。油藏上部含油,下部含水,气全部呈溶解状态;含油产状自上而下、自主体向两侧分别由均匀-不均匀含油过渡到不均匀-斑状含油直至微含油;含油饱和度的变化趋势与此一致,油水界面高程大致在146~149 m,且自西向东略有抬升(图5)。

平面上,长 2^{1-1} 油层在区内分布广泛,长 2^{1-2} 油层则分布局限,主要集中于东部的S5-3井区。长 2^{1-1} 油层含油厚度和含油饱和度与砂体厚度及沉积相带的展布趋势基本一致,分流河道主体尤其河道砂坝是含油厚度高值区,向两侧逐渐减薄,至西侧的S1井和东侧的S5-4井即接近于含油边界;含油饱和度高值区与微构造高点相一致;并在S5-3和S2井形成两个次高值区。

综上所述可以看出,区内长 2^1 油层油水分布主要受相带、构造和砂体厚度等因素的控制,油藏类型属构造-岩性复合圈闭的不饱和油藏。

3.1 相带

三角洲平原分流河道砂岩沉积为长 2^1 油层油气储集提供了良好的空间场所,分流间湾的泥质岩沉积则为油气的保存提供了良好的封盖条件。分流河道砂体沉积部位不同,其厚度及物性条件不同,对油气的储集能力也不同。分流河道主体特别是河道砂坝沉积部位储集条件最好,油气显示最好,向两侧的边侧部位则逐渐变差。可见,沉积相带控制着砂体的空间展布,进而也有效地控制着砂体的储渗能力与油水的空间分布。

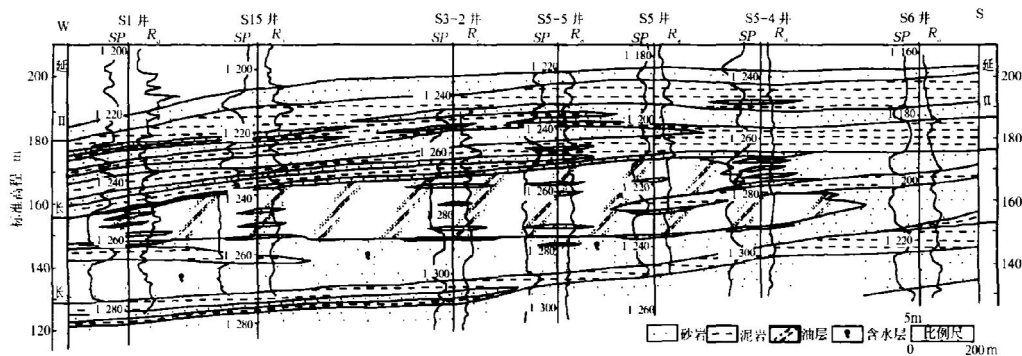


图5 顺宁油田S1-S6井长 2^1 油藏剖面图

Fig.5 Profile of Chang 2^1 oil reservoir in S1~S6 Wells in Shunning Oilfield

3.2 区域构造

顺宁长 2^1 油藏处于区域平缓西倾的斜坡区,从而使油气获得了沿斜坡向上运移的动力,在岩相相变及尖灭形成的强封闭阻挡条件下,使油气相对富集。顺宁长 2^1 油藏油水界面平坦而略带西倾的性质及分流河道砂体向东缓慢抬升的现象以及整体上油藏含油饱和度东部高于西部的事实都充分证明了区域构造对油气的控制作用。而局部微幅度构造在长 2^1 油藏的形成中亦具举足轻重的作用。这些微构造幅度通常小于20 m,闭合高度小于10 m,面积小的不足1 km²,大的也不过几平方千米,其成因类型大多属于由沉积物的差异压实作用而形成的披覆构造,其构造高部位与砂岩主体部位往往一致,从而对油气形成一种聚敛作用,使油气富集程度进一步提高,成为长 2^1 油藏圈闭的主体。顺宁油田长 2^1 油藏油井综合含水率变化图(图6)

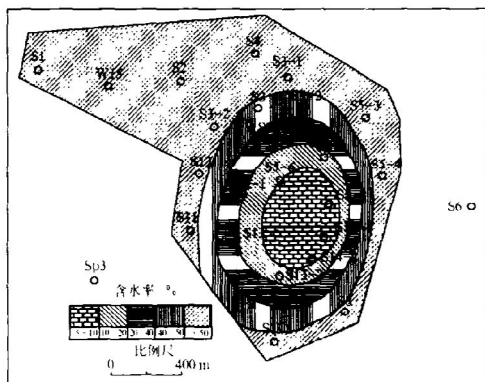


图6 顺宁油田长 2^1 油藏油井含水率平面变化图

Fig.6 Planar variation of water-bearing ratio from oil well of Chang 2^1 oil reservoir in Shunning Oilfield

亦反映,油田含水率以构造高点为中心向四周呈环

带状增高,反映出微幅度构造对油气分布的聚敛控制作用。

3.3 砂体厚度

对顺宁长 2^1 油层砂岩厚度与含油厚度的统计结果表明,二者呈良好的直线相关,砂岩厚度越大,含油厚度越大,当砂层厚度小于10 m时,其油层有效厚度接近于零;当砂岩厚度小于6 m时,其含油能力接近于零(图7),表明厚度在10 m以下的砂岩

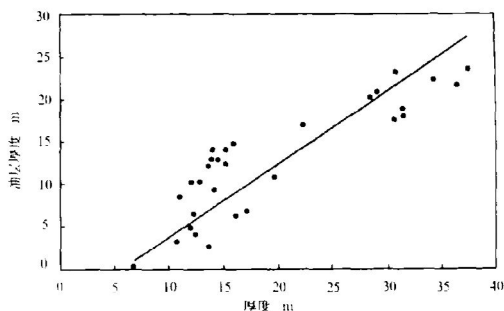


图7 顺宁油田长 2^1 油层厚度与砂岩厚度关系图

Fig.7 Relationship between Chang 2^1 oil horizon and sandstones thickness of in Shunning Oilfield

是非有效储层;6 m以下的砂岩在区内不仅不能成为储油层反而会成为地层上翘方向油气的一种遮挡。

参考文献

- 1 朱义哲. 马岭层状低渗透砂岩油藏[M]. 北京:石油工业出版社,1998
- 2 包怀庆. 马西深层层状低渗透砂岩油藏[M]. 北京:石油工业出版社,1998
- 3 刘漪厚. 扶余裂缝型低渗透砂岩油藏[M]. 北京:石油工业出版社,1998
- 4 曾少华. 陕北三叠系延长统湖盆三角洲沉积模式的建立. 石油与天然气地质,1992,13(2):229~235

SEDIMENTARY CHARACTERISTICS AND OIL-CONTROLLING FACTORS OF LOW PERMEABLE SANDSTONE RESERVOIRS IN SHUNNING OILFIELD

Wang Jianmin¹ Zhou Zhuoming²

(1. The 3rd reconnaissance Brigade of North Petroleum Bureau, SINOPEC, Xianyang, Shaanxi;

2. Jingzhou Institute of New Prospect Exploration, SINOPEC, Jingzhou, Hubei)

Abstract: Chang-2 oil-horizons of the Yanchang Formation is the main pay bed of Shunning Oilfield. The main oil horizon—chang-1 oil horizon is a typical low permeable sandstone reservoir consisted of distributary channel and distributary bay sediments. The distributary channel consists of main body, side part and marginal bank. The main body poss-

(下转第164页)

状河砂体、扇三角洲砂体。高位三角洲砂体分布在高位体系域的凹陷长轴方向,南部的老爷庙地区、高平集地区、马厂南地区,北部的文明寨地区。辫状河砂体主要分布在高位体系域时的西斜坡地区。高位湖底扇砂体主要分布在高位体系域时的兰聊断裂下降盘。扇三角洲砂体主要分布于湖进-湖退体系域沉积时期的兰聊断裂下降盘。

参考文献

- 1 中原石油勘探局编,东濮凹陷下第三系沉积相与成岩作用研究[M].北京:石油工业出版社,1991
- 2 Wilgus C K, Posamentier H, Hastings B S, et al. 层序地层学原理(海平面变化综合分析)[M]. 徐怀大, 魏魁生, 洪卫东, 等译. 北京: 石油工业出版社, 1993

DEPOSITIONAL SYSTEM AND SEQUENCE STRATIGRAPHY OF S_3^{3-4} SUBMEMBER IN DONGPU DEPRESSION

Li Jian Wang Deren Bai Xingying

(Research Institute of Exploration and Development, Zhongyuan Oilfield Company, SINOPEC, Puyang, Henan)

Abstract: S_3^{3-4} submember of Dongpu Depression can be divided into two III-grade sequences. Each of them consists of lowstand system tract, highstand system tract and lacustrine transgression-regression system tract. Low stand delta depositional system, lowstand fan depositional system and dry brine lake depositional system are mainly developed in the lowstand system tract. In the highstand system tract, highstand delta depositional system, highstand sublacustrine fan-turbidite sand depositional system and braided river depositional system-turbidite sand depositional system developed well. In the lacustrine transgression-regression system tract, lacustrine fan-delta depositional system, braided river depositional system, lacustrine transgression-regression delta depositional system and beach bar depositional system developed well. Low stand delta sand body and lowstand fan sand body are the most favorable ones for oil and gas exploration, and highstand delta sand body, highstand sublacustrine fan sand body, braided river sand body and fan-delta sand body are secondary.

Key Words: S_3^{3-4} submember; III-grade sequence; system tract; depositional system; sand body

(上接第149页)

esses favourable physical property and is the major place for hydrocarbon accumulation. Chang 2^{1-1} oil horizon is extensively distributed with thick oil-bearing bed; Chang 2^{1-2} oil horizon is restricted with thin oil-bearing bed. They are placed in the same oil-water system. The distribution of oil and water is mainly controlled by sedimentary facies, structures and the thickness of sand bodies.

Key Words: low permeable reservoir; sedimentary characteristics; Chang-2 oil horizon oil-water distribution; oil-controlling factor