

文章编号:1009-3850(2014)01-0031-05

鄂尔多斯盆地吴旗油区早侏罗世古地貌特征 与油气富集关系

于雷¹, 施泽进², 李恕军¹, 陈建文¹, 田亚铭²

(1. 长庆油田超低渗透油藏研究中心, 陕西 西安 710021; 2. 成都理工大学能源学院, 四川 成都 610059)

摘要: 沉积时期的古地形、古地貌是控制沉积相发育与分布的一个重要因素, 其在一定程度上也控制着后期油气圈闭的类型与分布。通过补偿印模法恢复了吴旗油区前侏罗纪古地貌形态, 确定局部构造特征, 开展有利储集相带预测。研究区油藏分布主要受控于古地貌形态, 深切延长组的古河谷是油气运移的主要通道, 古地形高部位为油气运移的主要方向, 古河谷附近的砂体为油气富集的有利场所, 上覆的沼泽相泥岩形成了良好的岩性遮挡条件。

关键词: 吴旗油区; 古地貌; 储集层; 圈闭; 成藏因素

中图分类号: TE122.1

文献标识码: A

鄂尔多斯盆地位于我国东部拉伸构造域与西部挤压构造域的过渡地带, 长期经受复杂板块运动影响, 具有复杂的构造特征。晚三叠纪末, 受印支运动影响, 鄂尔多斯盆地整体抬升, 延长组储层顶部遭受剥蚀, 形成了沟谷纵横、丘陵起伏的古地貌景观。侏罗纪早期, 盆地出现大规模沉降, 发育一条横贯东西的甘陕古河, 同时还发育多条南北向的二级古河等, 如宁陕古河、蒙陕古河、晋陕古河、庆西古河, 形成了一套河流-湖沼相为主的陆源碎屑沉积建造(图1)^[1-3]。吴旗油田位于甘陕古河与宁陕、蒙陕古河交汇之处, 是盆地内前侏罗纪古地貌发育突出且影响比较深远的地方。通过对研究区开展前侏罗纪古地貌特征研究, 探讨油气成藏与古地貌的关系, 不仅可以为该区今后的勘探开发指明方向, 还可以进一步完善鄂尔多斯盆地侏罗系油气成藏机理。

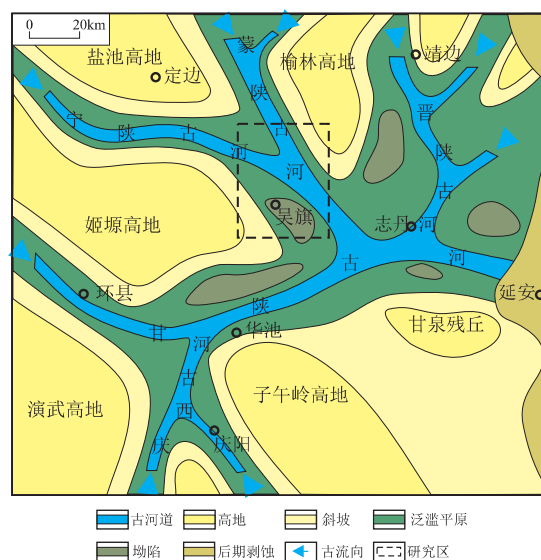


图1 侏罗系沉积前古地貌图(据赵俊兴, 2006 修改)

Fig. 1 Palaeogeomorphological map of the Ordos Basin prior to the deposition of the Jurassic strata (modified from Zhao Junxing, 2006)

收稿日期: 2013-05-30; 改回日期: 2013-09-02

作者简介: 于雷(1984-), 男, 工程师, 现主要从事油气田开发研究工作。E-mail: yulei_cq@petrochina.com.cn

资助项目: 中国石油天然气股份有限公司科学研究与技术开发项目“吴起地区侏罗系油藏分布规律研究”(编号: 201112303)资助

1 研究区概况

吴旗油田下侏罗统富县组属于河道充填型沉积,主要为黄色、灰白色中砂岩(或含砾砂岩)夹泥岩,沉积厚度大,岩性稳定;延安组延10、延9段为广覆型补偿沉积,至延9段顶古地形被夷平,演化为

沼泽沉积环境。该时期主要为三角洲平原相沉积,发育岸后沼泽及河道沉积,岩性主要为白色中细粒砂岩与灰黑色泥岩互层。整体上,该区储层物性较好,孔隙度主要分布在3%~24%之间,平均为11.2%;渗透率介于0.3~700mD,平均为43.4mD(表1)。

表1 部分井中富县组和延安组平均孔隙度和平均渗透率参数

Table 1 Average porosity and permeability for the Fuxian and Yan'an Formations in some wells

井号	富县组				延安组			
	沉积相	砂层厚度 m	平均孔隙度 φ/%	平均渗透率 K/mD	沉积相	砂层厚度 m	平均孔隙度 φ/%	平均渗透率 K/mD
G119	辫状河道	92.4	11.6	12.4	三角洲平原	55.3	14.3	2.4
G22		61.1	12.8	8.4		65.7	15.0	3.8
G38		82.6	12.7	6.3		61.9	16.1	4.3
G106		66.8	13.4	12.1		66.8	16.2	4.1
G57		104.5	13.9	4.8		56.6	15.3	5.1
S261		120.8	14.0	5.2		71.7	14.4	5.2

2 侏罗纪古地貌的恢复及特征

补偿印模法的地质依据是延长组顶侵蚀面至延安组延9段顶(准平原化面)之间的地层厚度,这种面状特征为侵蚀面印模,它间接反映了侵蚀面的

起伏形态(郭正权,2001)。吴旗油区延9段至富县组的厚度与前侏罗纪古地貌成镜像关系,利用其厚度可以反演前侏罗纪古地理地貌形态,地层厚度由大到小反映了古地貌由低变高(图2)。

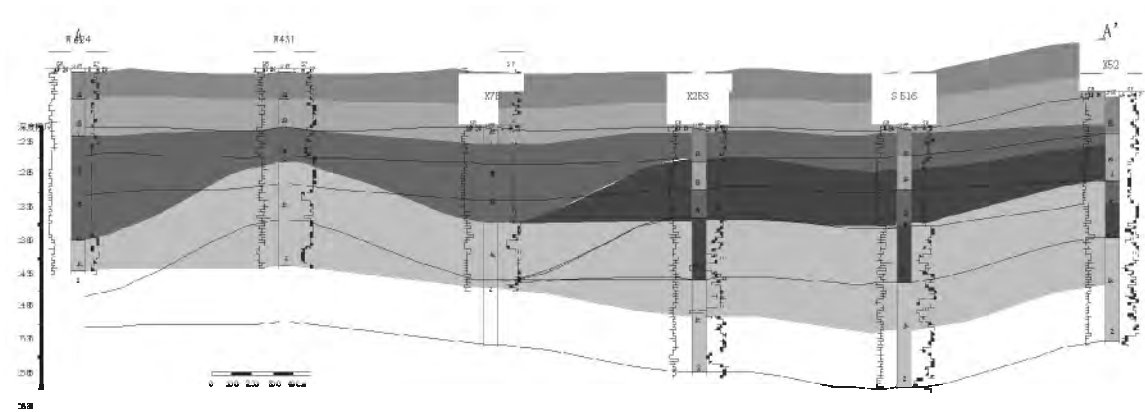


图2 吴旗地区 W424—X52 连井剖面(位置见图3)

Fig.2 W424-X52 well-tie section across the Lower to Middle Jurassic strata in the Wuqi region

研究区位于多条古河交汇之处,整体处于河道沉积,进一步可细分为河谷、斜坡、河间丘、泛滥平原等次级地貌单元(图3)。

(1)河谷:古地形最低的地貌单元。研究区位于多条古河谷交汇之处。其中,甘陕古河位于研究区南缘,呈东西向分布,宁陕古河位于研究区西南缘,自西北向东南注入甘陕古河,分布局限,蒙陕古河位于研究区中部,近南北向展布,同时,在蒙陕古河东岸发育多条三级古河。一级、二级河谷内均充

填100余米厚粗碎屑为主的富县组,含砾粗砂岩可达152m,三级古河下切强度小,其内充填的富县组厚度相对较薄。

(2)斜坡:高地和河谷之间的过渡地带,平行分布于河谷两侧,属于地形相对较高的地貌单元。研究区发育胡尖山和五里湾斜坡两个斜坡区。

(3)河间丘:古地形相对较高,顶部较平坦的地貌单元,其周缘一般被富县期河谷环绕,研究区内发育了吴起、薛岔和金鼎3个河间丘。

(4) 泛滥平原: 研究区内不同水系交错纵横, 洪水期水满溢出河床, 淹没河谷两侧较平坦的部分, 形成河谷平原地貌。

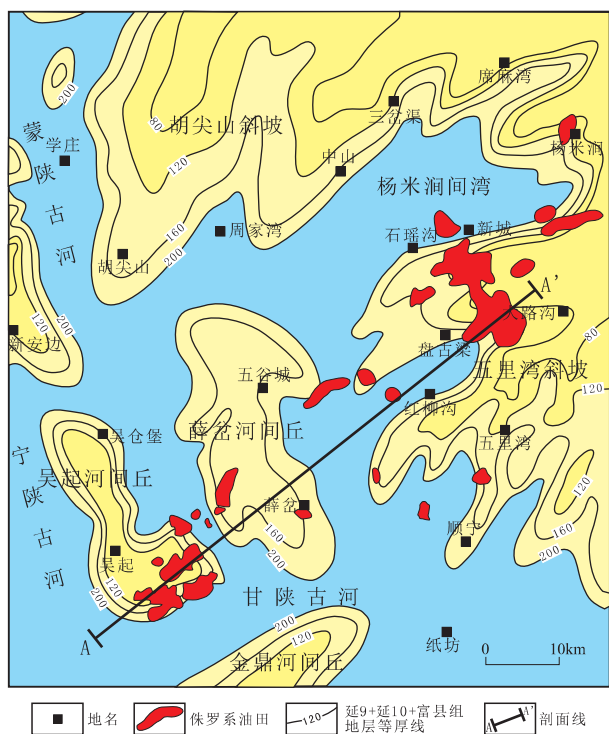


图3 吴旗油田前侏罗纪古地貌图

Fig. 3 Palaeogeomorphological map of the Wuqi oil field during the pre-Jurassic

3 古地貌与油气富集关系

盆地侏罗纪油藏特征研究表明^[4], 三叠系延长组巨厚生油岩提供了丰富的油源。侏罗纪早期的富县期辫状河流相砂砾岩充填式沉积, 并下切到延长组长2、长3油层组, 为吴旗地区侏罗系主要储层和油气向上运移的通道。前侏罗纪正向古地貌单元与储层配置, 是侏罗系古地貌油藏分布的主要控制因素。披盖压实构造、成岩致密带、砂体侧变带是古地貌油藏形成的重要遮挡条件, 这些条件的有机配置是形成侏罗系古地貌岩性-构造油藏的基础。

3.1 古地貌与油藏分布的关系

研究区内古地貌类型复杂, 水系广布, 丘陵纵横, 普遍发育高地、斜坡、山谷、凹地等地貌单元, 其中, 古地貌高部位砂体成为油气运移的有利指向区。目前勘探发现的延安组早期油藏除个别出油点在地形较低的河谷中外, 其余均位于古地形较高的斜坡、河间丘等位置。五里湾斜坡和吴起、薛岔两个河间丘的延9、延10段油藏的探明储量占该区

侏罗系探明储量的95%以上。

3.2 古地貌与储层砂体的关系

富县期研究区发育以侵蚀充填为主的辫状河道沉积, 河床内的滞留沉积体系由细砾岩、含砾粗砂岩及砂岩组成的韵律层, 发育厚层块状层理。延10、延9时期, 主要为三角洲平原背景下的分流河道, 砂体厚度、规模相对较小, 泥质夹层增多, 粒度变细, 以中-细砂岩为主。这些河道砂体横向上粘连, 纵向上叠置, 储层物性好, 为油气富集提供了良好的储集空间。处于一、二级河谷旁的河道砂体, 最易捕获沿河谷运移上来的油气, 只要辅以良好的圈闭条件, 就可以聚集成藏^[5]。

3.3 古地貌与油气运移的关系

三叠纪末期, 鄂尔多斯盆地由于受到印支运动的影响而整体抬升。三叠系延长组顶部遭受风化剥蚀及河流下切侵蚀等作用, 加之侏罗纪早期河道对其进一步切蚀, 盆地部分地区延长段都已出露, 古河道便成为延长组过剩压力释放的通道, 即油气运移通道。并且古河道的下切程度越深, 运导油气能力越强。延长组油气通过富县及延10期的深切河谷既可发生垂向向上运移, 也可沿河道砂体侧向运移, 在圈闭条件好的地方聚集成藏^[6-10]。吴起、五谷城区块的延9段和延10段油藏就是重要的例证, 都邻近二级河谷(图3)。

3.4 古地貌与油气保存的关系

古地貌油藏的圈闭条件受压实构造和岩性遮挡双重因素控制, 岩性遮挡是形成圈闭的基础, 沉积差异压实构造是圈闭富集油气的条件^[11]。研究区侏罗系沉积体系由河流沉积向三角洲沉积演化。富县期属辫状河沉积, 沉积剖面呈下粗上细的二元结构, 由两个沉积旋回组成, 其间发育厚度大约为6m的泥岩。延10油层组顶部广泛分布着一层粉砂质泥岩、泥质粉砂岩组成的细粒沉积。延9期河道间沼泽相发育, 沉积泥岩厚度达18m左右。这些广泛发育的细粒泥质沉积为侏罗系油气保存提供了良好的油气遮挡条件。

4 古地貌油藏成藏模式

依据已探明油藏空间分布, 结合古地貌形态、上覆层沉积环境、砂体展布、运移通道类型等多种因素归纳出吴旗地区侏罗系古地貌油藏的两种成藏模式, 即河谷-低丘成藏模式和河谷-缓坡成藏模式。

4.1 河谷-低丘成藏模式

不整合面上低丘处的下覆层位较新, 而河谷的

下覆层位较老,砂体在河谷中相对较富集,受差异压实作用,在低丘处形成低幅度背斜构造。由于河谷中富县-延安组地层直接与长2地层接触,沟通了延长组烃源岩,油气沿着不整合面向上运移,在有利的砂体中聚集成藏(图4)。

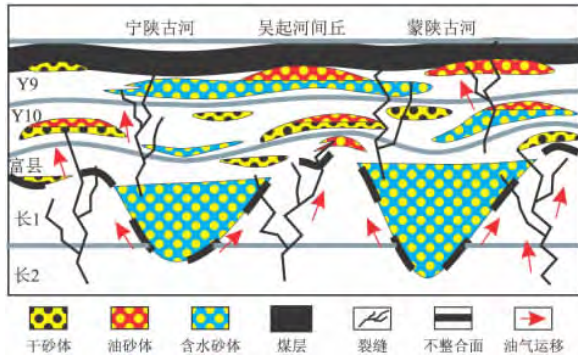


图4 河谷-低丘成藏模式图

Fig.4 Model for the hydrocarbon accumulation in the valley-hill area

4.2 河谷-缓坡成藏模式

侏罗系富县-延安组地层与下覆三叠系地层整合接触,但地层砂体较薄,邻近的河谷下切三叠系地层,下切河谷中发育大套的河道充填砂岩,受差异压实作用,在缓坡向缓坡转折处易形成低幅背斜构造。由于下切河谷的下切幅度较大,使延长组的异常压力重新分配,烃类流体沿着不整合面及下切河谷充填砂岩以侧向和垂向进行长距离运移,在油气运移路径的圈闭中聚集成藏(图5)。

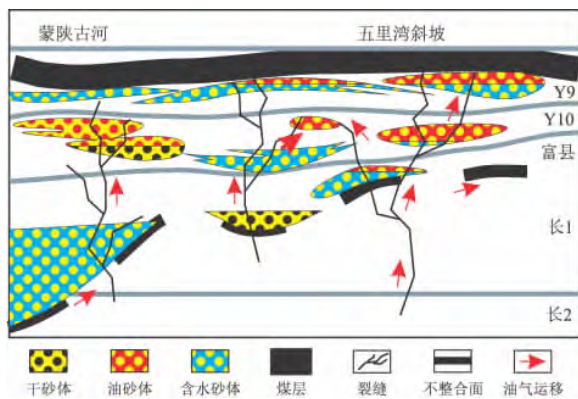


图5 河谷-缓坡成藏模式图

Fig.5 Model for the hydrocarbon accumulation in the valley-ramp area

5 结论与认识

(1) 根据补偿印模法恢复了吴旗油田前侏罗纪古地貌,认为该区发育局部高地、斜坡、次级古河与泛滥平原沉积地貌,并且古地貌不同程度地影响了构造与沉积展布。

(2) 古地貌的起伏控制了侏罗纪早期沉积相及砂体的发育和分布。深切古河谷提供了延长组油气运移的通道,古地貌的存在形成了侏罗系延安组披覆压实构造。

(3) 局部隆起与河道砂体的匹配是该区油气成藏的关键因素。在认清构造形态的基础上,在河道边滩、心滩、河口坝等部位开展老井复查或新井勘探,将是该区油气增储上产的有利措施。

参考文献:

- [1] 何自新. 鄂尔多斯盆地演化与油气 [M]. 北京:石油工业出版社,2003. 109-124.
- [2] 赵俊兴,陈洪德. 鄂尔多斯盆地侏罗纪早中期甘陕古河的演化变迁 [J]. 石油与天然气地质,2006,27(2):152-158.
- [3] 赵俊兴,陈洪德,张锦泉. 鄂尔多斯盆地地下侏罗统富县组沉积体系及古地理 [J]. 岩相古地理,1999,19(5):40-46.
- [4] 隆昊,田景春,苏楠,等. 鄂尔多斯盆地姬塬地区三叠系延长组长9油层组沉积体系特征 [J]. 沉积与特提斯地质,2010,30(4):79-85.
- [5] 赵俊兴,陈洪德,杨华,等. 鄂尔多斯中南部中下侏罗统储层成因类型与油气聚集关系 [J]. 成都理工大学学报(自然科学版),2005,32(3):246-251.
- [6] 段毅,吴保祥,郑朝阳,等. 鄂尔多斯盆地马岭油田延9油层组油气运移研究 [J]. 沉积学报,2008,26(2):349-354.
- [7] 刘新社,席胜利,黄道军,等. 鄂尔多斯盆地中生界石油二次运移动力条件 [J]. 石油勘探与开发,2008,35(2):143-147.
- [8] 席胜利,刘新社. 鄂尔多斯盆地中生界石油二次运移通道研究 [J]. 西北大学学报(自然科学版),2005,35(5):628-632.
- [9] 周文,于雷,张银德,等. 准噶尔盆地乌尔禾地区油砂成矿的因素 [J]. 新疆石油地质,2008,29(6):710-712.
- [10] 于雷,陈建文,李元,等. 姬塬油田堡子湾南长4+5储层裂缝特征及其影响因素分析 [J]. 岩性油气藏,2011,23(6):69-72.
- [11] 喻建,宋江海,向惠. 鄂尔多斯盆地中生界隐蔽性油气藏成藏规律 [J]. 天然气工业,2004,24(12):35-37.

Palaeogeomorphological features and their bearings on the hydrocarbon accumulation in the Wuqi oil field, Ordos Basin during the Lower Jurassic

YU Lei¹, SHI Ze-jin², LI Shu-jun¹, CHEN Jian-wen¹, TIAN Ya-ming²

(*Center for Ultra-Low Permeability Reservoirs, Changqing Oil Field Company, Xi'an 710021, Shaanxi, China; 2. College of Energy Resources, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China*)

Abstract: The palaeogeomorphological features during the depositional periods are interpreted as important factors to control the development and distribution of sedimentary facies, and to a certain extent, to control the types and distribution of oil traps in the Wuqi oil field, Ordos Basin. In this study, the compensation impression method is employed to reconstruct the pre-Jurassic palaeogeomorphological features, clarify the local structural features, and predict the favourable reservoir facies zones. The palaeogeomorphological features controlling the distribution of oil pools in the study area include the palaeovalleys incised into the Yanchang Formation as main channels for the migration of hydrocarbons; topographic highs as the main direction for the migration of hydrocarbons; the sandstones along the palaeovalleys as the favourable localities for the accumulation of hydrocarbons, and the overlying marsh mudstones as good lithologic barrier.

Key words: Wuqi oil field; palaeogeomorphology; reservoirs; trap; factor for hydrocarbon accumulation