

天然气地质学

绥靖油田延长组顶部侵蚀古地貌 与侏罗系油藏关系分析

陶辉飞^{1,2}, 王多云³, 李树同^{1,2}, 王彬^{1,2}, 何善斌⁴, 栾琴⁴

(1. 中国科学院地质与地球物理研究所兰州油气资源研究中心, 甘肃兰州 730000; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049; 3. 北京师范大学资源学院, 北京 100875; 4. 长庆油田公司第二采油厂, 甘肃庆阳 745100)

摘要: 运用沉积厚度印模法对延长组沉积末期的古地貌进行了恢复, 认为延长组顶部侵蚀古地貌格局为“两下切河谷、两斜坡、中间一残丘”。在此基础上, 研究了这种格局对侏罗系油藏的控制作用, 主要表现在侵蚀斜坡和残丘对上覆地层沉积环境、沉积相、砂体展布的控制; 下切河谷不但为油气运移提供通道而且控制着油气运移方向; 古地貌高地控制着差异压实小幅度背斜或者鼻状构造的相对高点。

关键词: 绥靖油田; 古地貌; 印模法; 侏罗系

中图分类号: TE122.2

文献标识码: A

文章编号: 1672-1926(2008)02-0183-05

0 引言

绥靖油田是鄂尔多斯盆地陕北地区众多的中生界油田之一。在延长组油层几乎全部为低渗透性质的背景下, 侏罗系油层则以“小而肥”而备受青睐。在已发现的侏罗系油藏中, 大多数受三角洲分流河道砂体和小幅度鼻隆构造控制, 但是油藏的整体分布规律不易把握。一般认为, 盆地侏罗系油藏在西部地区(甘肃东部和宁夏南部)受古地貌控制, 而在陕北绥靖地区由于延长组顶部没有遭受到强烈的侵蚀作用, 沟谷地貌不发育, 由此推断侏罗系油藏与古地貌关系不大。然而, 笔者通过对延长组长1段顶部界线的仔细确认以及通过古地貌恢复发现该地区的侏罗系油藏整体分布规律受延长组末期古地貌的控制。因此, 同位于盆地西部的陇东和宁夏地区一样, 延长组顶部的侵蚀古地貌格局和形态同样是绥靖地区寻找侏罗系油藏的重要线索^①。

1 研究区地质特征

研究区位于鄂尔多斯盆地陕北斜坡的中东部(图1)。陕北斜坡上构造活动十分微弱, 地层产状

平缓, 地层倾角 0.5° 左右, 平均地层坡降 $8 \sim 10 \text{ m/km}$, 由于差异压实作用, 斜坡上的三叠系发育大致由东向西倾没的低幅鼻隆(状)构造, 从北到南明显发育有若干个规模大小不一的鼻隆(状)构造。三叠纪末期, 受印支运动构造运动主幕的影响, 鄂尔多斯盆地隆升, 西缘形成逆冲推覆构造带, 三叠系遭受剥蚀, 剥蚀程度西部较东部强烈。侏罗系早期陕北斜坡河流下切强度西强东弱。定边斜坡的三级支河谷长2段已出露, 而靖边斜坡东岸的三级支河谷, 长1段都有不同程度的保存, 最厚可达 100 m 。

受印支运动影响, 鄂尔多斯盆地在早侏罗世一中侏罗世进入前陆挠曲盆地发育阶段, 广泛发育了河流、湖泊和三角洲沉积体系^[1]。该地区延安组地层的沉积厚度约为 250 m , 主要由浅灰色、灰绿色细一中砂岩与灰色粉砂岩、灰色泥岩互层组成, 偶见薄层煤线, 其中延9油层组和延10油层组为主要的含油层。富县组和延安组以细粒沉积物为主。延9油层组主要为深灰、灰黑色泥岩与灰白色砂岩互层, 是属于湖泊沼泽环境的沉积物。延安组底部延10油层组以粗粒砂砾岩为主, 呈灰白色厚层块状, 厚约 $0 \sim 50 \text{ m}^{[1-2]}$ 。

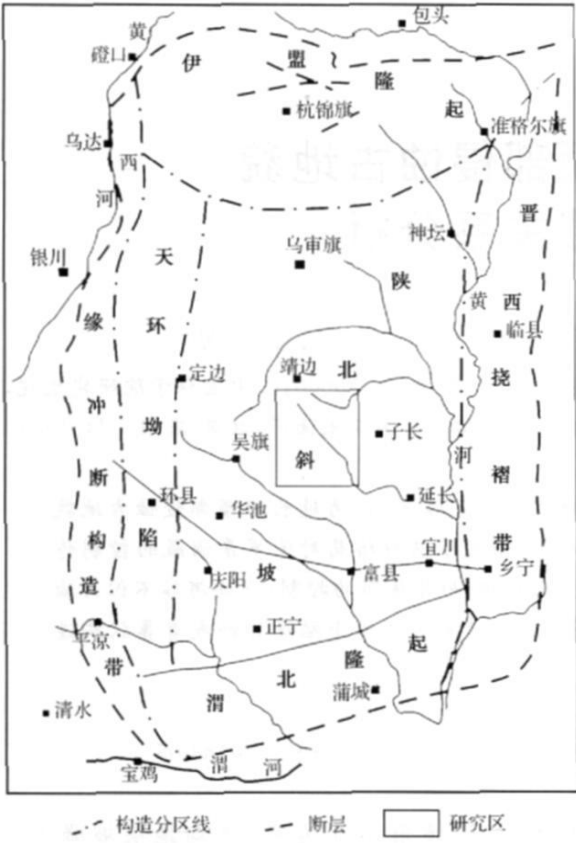


图1 研究区位置

2 古地貌恢复

2.1 层位的选取和识别

在研究区域内,由于延长组沉积末期长1段遭受了不同程度的剥蚀,造成该区长1段地层划分与其上部的富县组地层区划分较困难。延长组长2段顶部发育一套在绥靖油田全区广泛分布的湖泛泥岩标志层,即现在普遍称为的K9标志层。K9标志层厚度1~3 m,电性特征为高声速时差、高自然伽玛、高自然电位、低电阻、低感应、低密度、尖刀状、大井径,岩性为灰黄色水云母泥岩(图2)。

长1地层在该地区主要以泥质为主,粒度较细,发育“两正、一反”3个四级旋回。而富县组地层比较好区分,绥靖油田南部以粗富县为主,北部以细富县为主。通过K9标志层,按照地层旋回结构和上部富县组地层特征,可以较为准确地确定延长组末期,长1顶的界线。

侏罗系湖盆在延9段顶被夷平,演化成沼泽平原环境,为准平原化面状特征。有延9段顶的泥岩与延8段的底砂岩可以较明显的区分,能够在全区内进行对比^[3-9](图2)。这种顶面为平原化,底面为

侵蚀面的特征,这样顶底面间的地层厚度间接反映了侵蚀面的起伏形态。所以在综合考虑能够保证地层对比为正确和大致反映延长组末期古地貌形态的前提下,本文选取延9段—延长组沉积末期的长1段顶作为地层厚度计算的顶底界面。

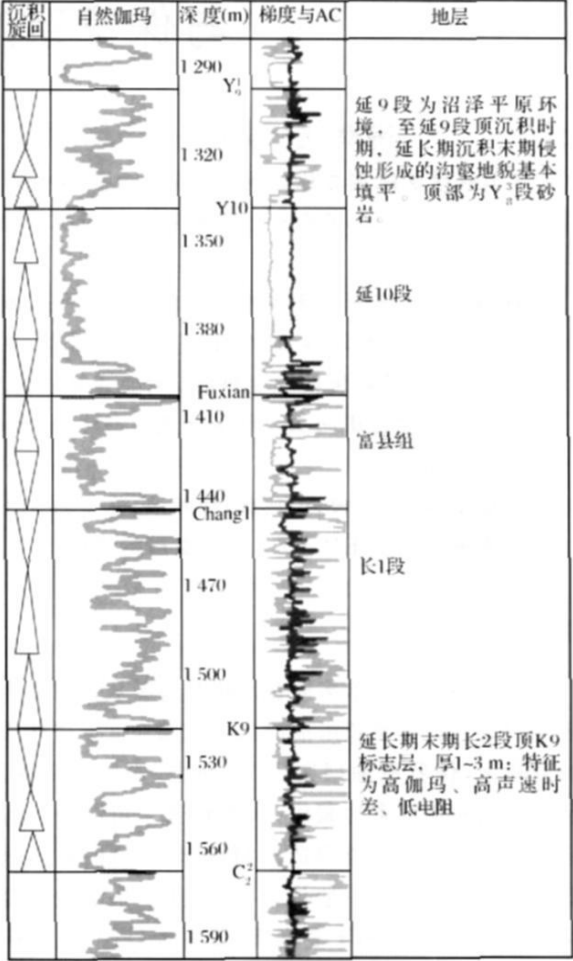


图2 JG6井地层综合划分

2.2 地层厚度特征

通过地层对比,计算编制得到长1段顶至延9段顶之间的地层厚度图(图3)。在研究区域内,中间地带杨米涧—大路沟—五里湾这一线,沉积较薄,最薄的地方达210 m,沉积较厚,最大达325 m。

2.3 古地貌特征

通过编制延9段+延10段+富县组的厚度图,用印模法,经过沉积厚度去压实校正,就可以恢复得到延长组末期古地貌形态,研究确定的古地貌格局为“两下切河谷、两斜坡加上中间一个梁(残丘)”(图4)。下切河谷南北走向,往南注入二级或一级古河。发育低矮残丘,低矮残丘两边由于流水的冲刷,形成沿着残丘两边的侵蚀斜坡和指状侵蚀沟谷、丘嘴。

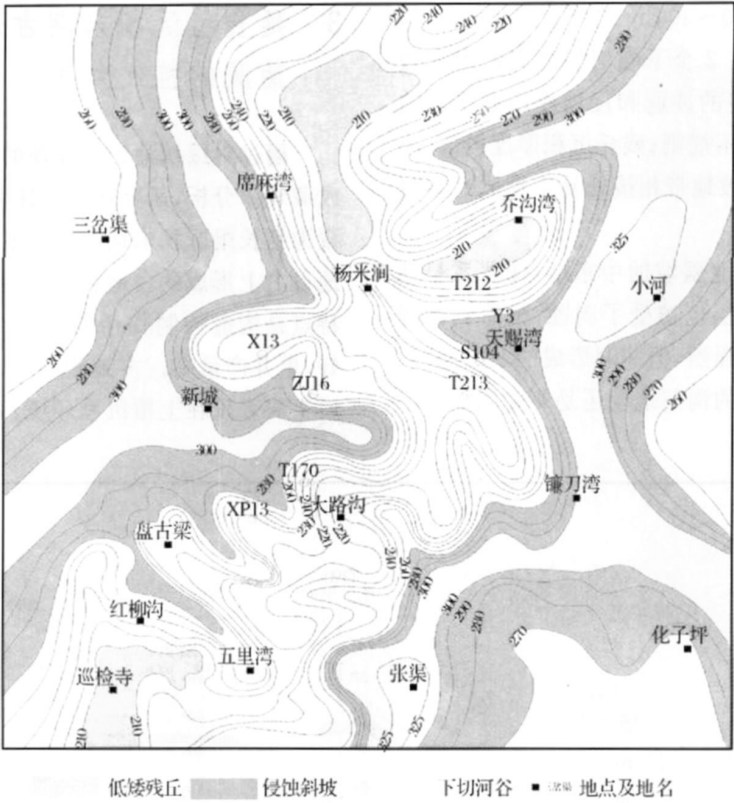


图3 长1段顶至延9段顶地层厚度(m)

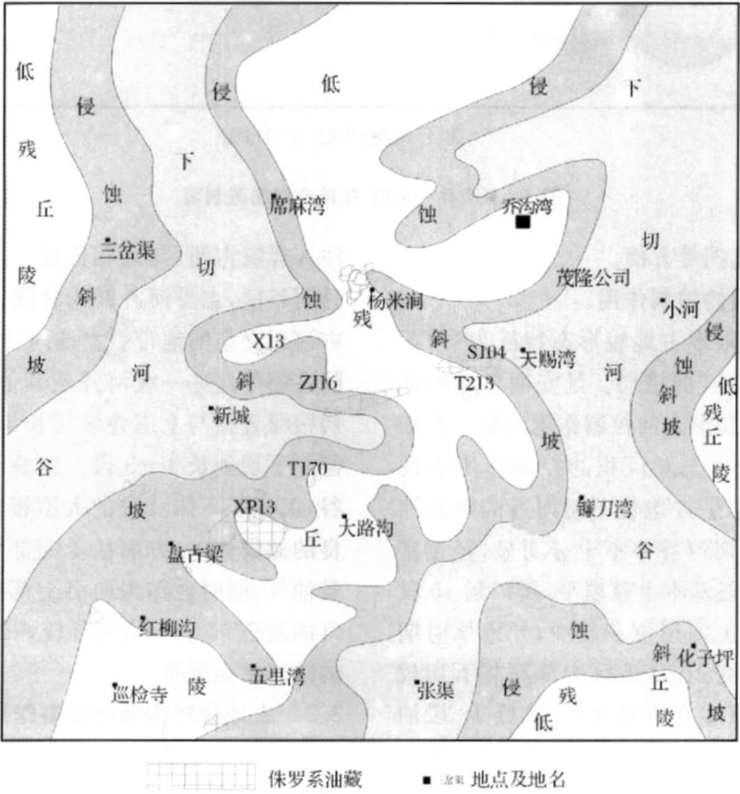


图4 古地貌与油藏

与侵蚀斜坡东西两侧紧邻的为2条三级下切河谷。

(1)下切河谷沉积厚度在300 m以上,比残丘地带位置低约50~60 m,分别位于研究区东西两侧

河谷宽几公里至十几公里,自北向南注入晋陕古河。

(2)侵蚀斜坡处于河谷和残丘高地之间的过渡地带,沿着研究区两侧分布着2个斜坡地带,斜坡

地带的沉积厚度在 240~300 m 之间。

(3) 梁是指挟持在 2 个下切河谷之间地形比较高的地带, 是由于河谷的冲刷和侵蚀作用而形成的指状残丘、坡嘴; 形状不规则; 残丘沉积厚度较薄, 小于 240 m。残丘与斜坡地带相接处易于形成一些侵蚀沟谷和丘嘴。

绥靖油田地处陕北斜坡的中东部, 侏罗系早期该地区延长组顶部地层也遭受了剥蚀, 虽然剥蚀程度没有同盆地西部的强烈, 但冲刷形成的三级河谷、侵蚀斜坡和低矮残丘的沟壑地貌还是非常明显的。

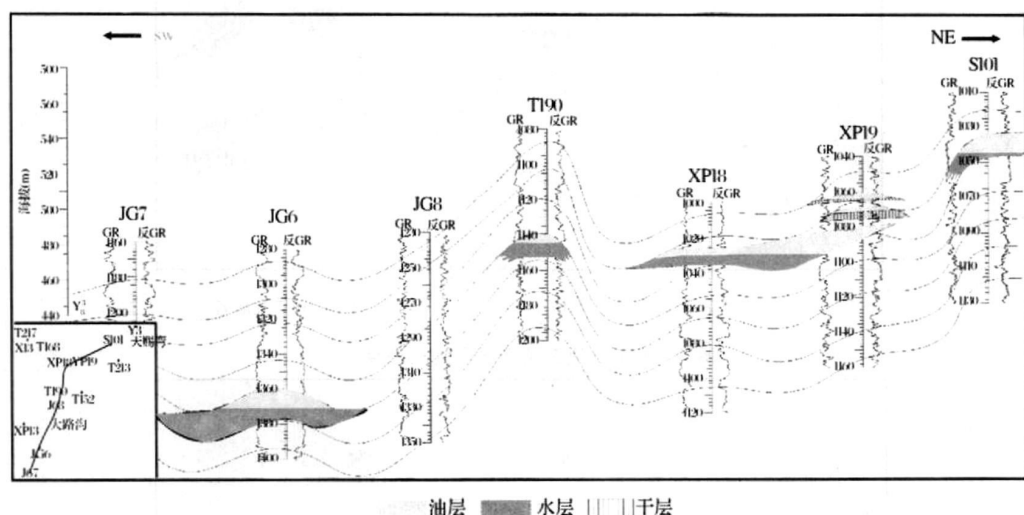


图5 JG7井—S101井延安组油藏剖面

布、压实构造和岩性遮挡等方面。

3.1 古地貌对沉积相的控制作用

绥靖油田延长期末期古地貌形态特征为“两下切河谷、两斜坡、一残丘”的格局。延安期早期的沉积受延长期末期古地貌形态的控制作用明显。在延10段沉积时, 古地貌形态对沉积的控制作用表现在, 该时期河道充填的是古地貌下切河谷的限制性沉积。由于该地区下切河谷并不十分明显, 经过富县组沉积时期下切河谷基本上就填平, 所以延10段在富县组沉积的基础上河道沉积较少, 导致该时期储层砂体并不是很发育; 在该地区南部河谷下切较深的地方延10段油藏才有所发育, 往北延10段油层很少见^[7]。绥靖油田在延9段沉积时已经汇聚成湖, 古地貌对沉积环境的控制作用减弱。该时期为三角洲前缘沉积环境, 发育的沉积微相主要为分流河道和分流间湾。

3.2 下切河谷对油气运移的控制

在该区东西两侧发育的2条三级下切河谷往南

3 延长组沉积末期古地貌对下侏罗统油藏的控制作用

通过对绥靖油田已发现的侏罗系油藏的分布及成藏规律分析, 研究认为下侏罗统的延9和延10油藏为延长组沉积末期的古高地、古残丘、古丘嘴等正地形之上形成的古地貌油藏(图4, 5)。这种油藏的特点是构造控制作用明显, 含油面积小, 油水分异好, 单井产量高。古地貌对早侏罗系油藏的控制作用主要表现在上覆沉积环境、油气运移通道、砂体展

注入晋陕古河, 与之相连通。该区的正南面紧邻志丹河谷区, 志丹河谷区为甘陕古河、蒙陕古河、晋陕古河相交会的地带。盆地内甘陕古河、蒙陕古河、晋陕古河等这些一级河谷及其他的一些二级河谷, 下切很深直接与上三叠统延长组砂岩接触, 有些地方甚至下切到长4+5段。三叠纪末期形成的下切河谷, 沉积了下侏罗统的大型板状砂岩。这些物性优良的储集体, 一方面接受深部延长组运移上来的大量油气, 同时也作为向更上部或者侧向储层输导油气的通道^[8-9]。下切河谷较好的物性, 使其成为良好的油气储运地带。

3.3 古地貌对构造的控制作用

绥靖油田侏罗系油藏是受构造运动和差异压实双重因素控制。古地貌构造高地如残丘、丘嘴、斜坡地带, 在后期的沉积压实作用下在这些残丘、丘嘴、斜坡地带沉积厚度较薄, 差异压实作用以后为构造的相对高点。当砂岩与这些构造高点相匹配的时候容易聚集从下部运移上来的油气成藏^[10](图4, 图

5)。研究发现斜坡地带以其良好的物性和构造相对较高的位置, 成为该区侏罗系油藏主要的储集地带。

绥靖油田延长组沉积末期的古地貌形态对其上覆沉积环境、砂体展布及沉积相的发育特征、油气运移通道、构造圈闭的控制作用是该区下侏罗统油藏成藏的主要控制因素。

4 结论

(1) 延长组绥靖油田区古地貌形态为“两三级下切河谷、两斜坡、一残丘”的格局。

(2) 延长期末期古地貌斜坡控制着下侏罗统沉积相类型及砂体展布, 下切河谷提供了延长组底部烃源岩生成的油气往上运移通道, 古地貌残丘所产生的差异压实形成了后期构造圈闭的相对高点。

(3) 绥靖油田下侏罗统油藏主要分布在延长期末期古地貌斜坡和残丘地势较高的地带, 其中丘嘴和紧邻残丘的斜坡处为主要油气聚集地带。

参考文献:

[1] 长庆油田石油地质志编写组. 中国石油地质志, 卷十二[M].

北京: 石油工业出版社, 1992.

- [2] 李鑫, 陈启贵, 张春生. 靖安油田侏罗系油藏特征[J]. 石油天然气学报: 江汉石油学院学报, 2005, 27(1): 178-179.
- [3] 时志强, 韩永林, 赵俊兴, 等. 鄂尔多斯盆地中南部中侏罗世延安组沉积体系及岩相古地理演化[J]. 地球学报, 2003, 24(1): 49-54.
- [4] 宋凯, 吕剑文, 凌升阶, 等. 鄂尔多斯盆地定边—吴旗地区前侏罗系古地貌与油藏[J]. 古地理论, 2003, 5(4): 497-507.
- [5] 赵俊兴, 陈洪德, 时志强, 等. 古地貌恢复技术方法及其研究意义——以鄂尔多斯盆地侏罗系沉积前古地貌研究为例[J]. 成都理工学院学报, 2001, 28(3): 260-266.
- [6] 赵俊兴, 陈洪德, 向芳. 鄂尔多斯盆地中部延安地区中侏罗统延安组高分辨率层序地层研究[J]. 沉积学报, 2003, 21(2): 307-312.
- [7] 李旦, 葛芷渊, 程小兵. 志丹油田侏罗系沉积前古地貌特征与延10油藏分布[J]. 西北地质, 2006, 39(3): 55-58.
- [8] 党D, 赵虹, 燕洲泉, 等. 鄂尔多斯盆地志丹探区西南部延安组和延长组储层物性比较研究[J]. 天然气地球科学, 2007, 18(3): 356-359.
- [9] 王晓梅, 王震亮, 管红, 等. 鄂尔多斯盆地延长矿区油气运移成藏研究[J]. 天然气地球科学, 2006, 17(4): 485-489.
- [10] 席胜利, 刘新社, 王涛. 鄂尔多斯盆地中生界石油运移特征分析[J]. 石油实验地质, 2004, 26(3): 229-235.

Relationship between the Yangchang Formation Top's Paleogeomorphology and the Earlier Jurassic Petroleum, Suijing Oilfield

TAO Hui-fei^{1,2}, WANG Duo-yun³, LI Shu-tong^{1,2}, WANG Bin^{1,2}, HE Shan-bin⁴, LUAN Qin⁴

(1. Lanzhou Oil and Gas Research Center, Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China; 2. Graduate School, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. College of Resources Science & Technology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 4. The Second Oil Production Plant of Changqing Oilfield Company, Qinyang 745100, China)

Abstract: This article uses the sediment thickness impression method to rebuild the palaeogeomorphology of the Yangchang Formation top, and reveals that the palaeogeomorphology is “two incised valleys, two slopes and a remnant earthen mound in the center”. The study on the relationship between the palaeogeomorphology and the Jurassic reservoir shows that the Jurassic reservoir is mainly distributed on the high places of the slopes and the remnant earthen mound, and the mouth of the remnant earthen mound and its adjacent slopes are the main places of oil and gas accumulation. In terms of the three aspects of storage, transportation and preservation, the paleogeomorphology of the Yanchang formation top controls the earlier Jurassic reservoir; the eroded slopes and the remnant earthen mound control the upper sedimentary conditions \sedimentary facies \sandstone distribution, the incised valleys are not only the migration channels but also controls the migrating direction, and the paleogeomorphic high-land controls the relatively high places of structures formed from differential compaction.

Key words: Yangchang Formation; Paleogeomorphology; Impression method; Jurassic.