



引文格式: 周静萍, 李震, 肖飞, 等. 马岭地区前侏罗纪古地貌精细刻画及其控藏作用研究[J]. 西北地质, 2024, 57(3): 251-261. DOI: 10.12401/j.nwg.2023122

Citation: ZHOU Jingping, LI Zhen, XIAO Fei, et al. Paleogeomorphology Character of Pre-Jurassic and Its Implications for Hydrocarbon Accumulation Research in Maling Area[J]. Northwestern Geology, 2024, 57(3): 251-261. DOI: 10.12401/j.nwg.2023122

马岭地区前侏罗纪古地貌精细刻画 及其控藏作用研究

周静萍^{1,2}, 李震^{1,2}, 肖飞^{1,2}, 叶小闯³, 李志宏^{1,2}, 张程晨^{1,2}

(1. 中国石油集团测井有限公司地质研究院, 陕西 西安 710077; 2. 中国石油天然气集团有限公司测井重点实验室, 陕西 西安 710077; 3. 中国石油长庆油田分公司第三采油厂, 陕西 西安 710018)

摘要: 为明确鄂尔多斯盆地马岭地区侏罗系古地貌油藏成藏规律, 根据岩心、测井、地震等地质资料, 以印模法为基本原则、以井震结合补充验证、以三维建模为表现形式, 精确刻画了马岭地区前侏罗纪古地貌形态, 明确了古地貌具有“两古河夹持一高地、多支沟支坡”的整体特征。对古地貌控藏作用进行了综合研究, 认为古地貌形态控制了富县组、延安组延 10 段沉积微相发育, 从而影响了有利储层的展布。马岭地区侏罗系为近源油藏, 充足的油气自底部延长组长 7 段烃源岩沿裂缝、古河谷和不整合面构成的三重油气运移通道向上运移, 延安组延 10 段顶部至延 8 段的广覆式分流间湾泥岩和煤层作为巨厚盖层为侏罗系圈闭提供了封隔条件。古地貌斜坡区和河间丘为油藏聚集的最有利部位, 其次是靠近斜坡区的古河和支沟支河发育的高地。建立了侏罗系古地貌油藏纵向多层系复合成藏模式, 该研究为马岭地区下步侏罗系油藏滚动开发指明了方向。

关键词: 鄂尔多斯盆地; 马岭地区; 古地貌; 油气运移; 成藏模式

中图分类号: P618.13

文献标志码: A

文章编号: 1009-6248(2024)03-0251-11

Paleogeomorphology Character of Pre-Jurassic and Its Implications for Hydrocarbon Accumulation Research in Maling Area

ZHOU Jingping^{1,2}, LI Zhen^{1,2}, XIAO Fei^{1,2}, YE Xiaochuang³, LI Zhihong^{1,2}, ZHANG Chengchen^{1,2}

(1. Geologic Research Institute, China Petroleum Logging CO.LTD., Xi'an 710077, Shaanxi, China; 2. Well Logging Key Laboratory, China National Petroleum Corporation, Xi'an 710077, Shaanxi, China; 3. NO.3 Gas Production Plant of Changqing Oilfield Company, Petro China, Xi'an 710018, Shaanxi, China)

Abstract: In order to clarify the reservoir formation model of Jurassic in Malin area of Ordos basin, Based on logging, seismic and core geological data, by the combination of well seismic and 3D modeling, the prejurassic Palaeogeomorphology has been accurately restored. The palaeogeomorphology in study area is overall char-

收稿日期: 2022-04-10; 修回日期: 2023-06-29; 责任编辑: 曹佰迪

基金项目: 中国石油集团测井有限公司十大科技项目“测井油藏综合评价技术研究”(CNLC2022-08B03)资助。

作者简介: 周静萍(1987-), 女, 硕士, 工程师, 主要从事沉积与油藏特征综合研究等方面的工作。E-mail: 317612807@qq.com。

acterized by “a plateau between two ancient rivers, many furrows and slopes”. A comprehensive study on the relationship between palaeogeomorphology and reservoir shows that paleogeomorphology controlled the distribution of sedimentary microfacies and indirectly affected the distribution of favorable reservoirs in Fuxian formation and Yan 10 section of Yan'an formation. The Jurassic oil source in Malin area is sufficient which come from the Chang7 section of Yanchang formation source rock. The fissure, ancient river and unconformity surface providing three channels for oil and gas migration. The interdistributary bay microfacies mudstone widely developed as thick caprocks in Yan8–Yan9 formation provided the sealing conditions for Jurassic reservoir trap, The slopezone and the interfluvial are the most favorable position for reservoir accumulation, followed by the ancient river which is near the slopezone and the old upland which is develop branch ditch and river. Established the paleogeomorphic reservoir vertical multi-layer system composite reservoir formation model accumulation model of Jurassic, the study area is composed of vertical multilayer system under the action of vertical migration. The research results point out the direction exploration of Jurassic reservoirs in Malin area for the further.

Keywords: Ordos basin; Maling area; paleogeomorphology; oil and gas migration; reservoiring pattern

马岭地区地理上位于甘肃省庆城县、环县、华池县境内,构造位于天环向斜东翼的伊陕斜坡带上(图1)。该区属于侏罗系和三叠系多层系含油富集区,侏罗系油藏具有埋深浅、产量高,具有“小而肥”且油藏规律不易把握的特征(李树同等,2011)。前人对鄂尔多斯盆地前侏罗纪古地貌特征及油藏成藏机理进行了大量研究,认为古地貌沉积组合和油气运移通道是形成不同类型古地貌油藏的重要条件(毛飞跃等,2013;袁珍等,2013;蒲磊等,2021)。古地貌展布特征主导着侏罗系早期富县、延10的沉积特征,控制着油气二次运移,一定程度上影响着构造高点展布,因此古地貌的精细刻画对油藏的预测及勘探部署具有重要意义。尽管此前通过系列研究对整个陇东地区前侏罗纪古地貌形态描述有了大致的轮廓,但对研究区古地貌特征刻画还不够精细,次级支沟和支坡未能体现,随着近年来相关资料(钻井、地震等)的日臻完善及研究方法的多样化,为精确恢复研究区前侏罗纪古地貌、明确古地貌与侏罗系油藏的富集关系等研究奠定了基础。

1 地质概况

晚三叠世末,印支运动使盆地整体抬升接受剥蚀(何羽等,2020),形成了一个起伏不平的剥蚀面,此时鄂尔多斯盆地前侏罗系古地貌特征整体为WS高、EN低的大型平缓斜坡,其中发育若干条不同级别的古河:一级甘陕古河(东西向),二级庆西、蒙陕古河

(南北向),三级镇北、庆合古河等。古河谷中间保留厚度相对较大的地区形成阶地,古河向两岸方向依次发育古斜坡、古高地等古地貌单元。各级古河延伸出的次级支沟形成次级支坡,最终导致鄂尔多斯盆地北部丘陵起伏、阶地层迭,南部坡系连绵、沟谷纵横,东部平原开阔的古地貌景观(赵虹等,2012;蒲磊等,2021)。

研究区位于盆地WS部,研究区北部发育甘陕古河,东部发育庆西古河,北部、中西部主要发育古河谷和古高地地貌,延安组油藏主要位于古河谷和古高地台地之间的斜坡部位。延安组是研究区侏罗系主要含油层位,自下而上划分为延10段~延1段共10个油层段,地层厚约为200~350 m,其中延10段~延8段为侏罗系油藏主要发育层段。侏罗系古河谷下切侵蚀作用导致区内富县组、延安组延10段、延长组长1段、长2段地层部分或全部缺失,使得局部地区侏罗系地层和延长组地层呈不整合接触。富县组~延10期属于河流相充填型沉积,在古河谷中以辫状河沉积为主,延9~延8期主要发育三角洲相广覆型补偿沉积,水系密布,分流河道侧向加积导致河道相对较宽,呈丝带状网形分布,彼此影响较小,河道间的洼地发育河漫沼泽,可见煤层及煤屑。

2 前侏罗纪古地貌恢复

2.1 古地貌精细刻画的手段和方法

古地貌恢复方法有很多,目前流行的有沉积学方法、残余厚度法、印模法、井震结合法、层序地层学法、

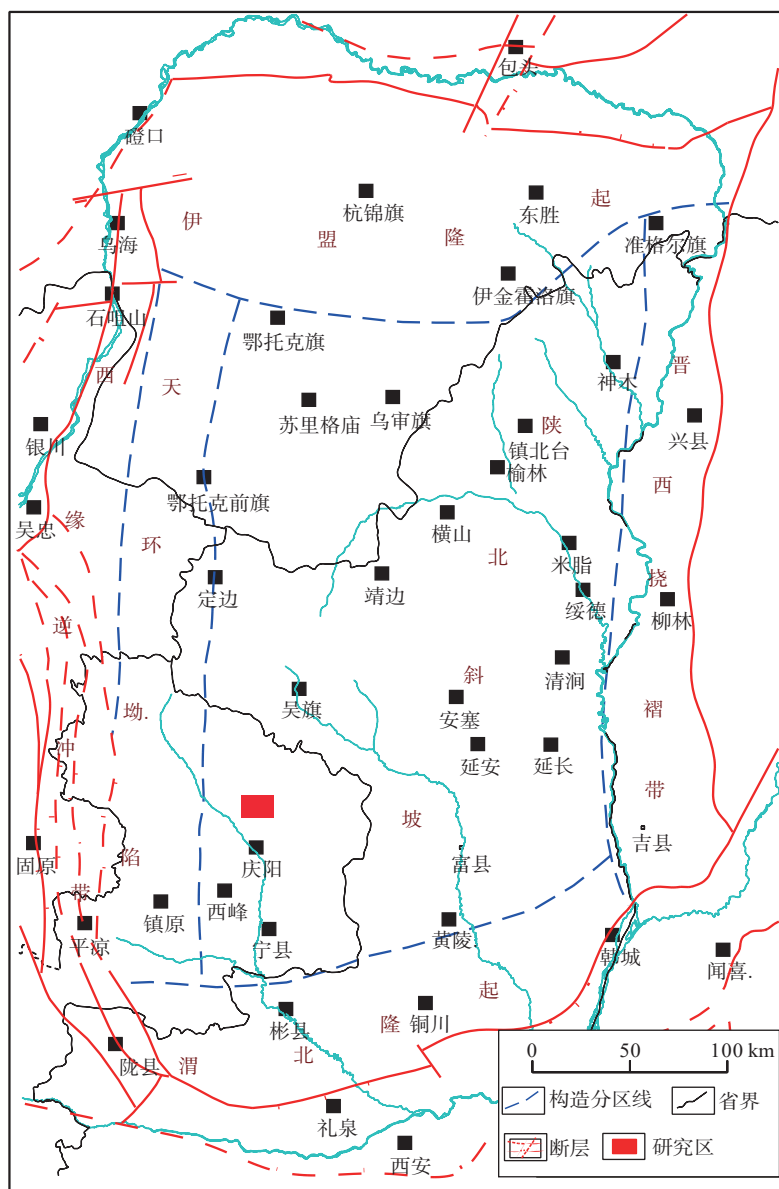


图1 鄂尔多斯盆地构造分区略图

Fig. 1 The distribution of tectonic subareas in Ordos basin

三维地质建模法等, 其中印模法既考虑了沉积前先存构造的影响, 又将古地貌半定量表征, 应用比较广泛。

近年来, 三维地震解释在古地貌刻画方面应用愈加深入, 结合钻井资料, 可宏观反应前侏罗纪古地貌形态(朱静等, 2010; 刘永涛等, 2019)。同时, 三维地质建模技术在恢复古地貌时可更加直观精细显示古地貌各单元形态。因此, 笔者主要以基于测井数据的印模法恢复出本区古地貌, 以基于地震数据的解释剖面进行佐证, 最终以三维地质建模为手段予以展示, 井震结合精确恢复出马岭地区侏罗纪古地貌形态特征。

2.2 古地貌精细刻画及新认识

印模法的地质依据是将待恢复地貌在结束剥蚀时的上覆地层沉积视同为一个等时面, 这样延长组顶部侵蚀面和延安组底部等时沉积面之间的地层厚度与待恢复地貌之间呈一种“镜像”关系, 因此该厚度可以间接反映古地貌形态。值得注意的是, 印模法识别古地貌建立在精细地层对比、剥蚀不整合面有效识别和上覆沉积等时面准确确定基础上。本区钻井、测井资料丰富, 煤层标志层全区稳定发育, 精细地层对比可靠程度高; 同时, 通过古河谷区巨厚砂岩形成的箱型测井曲线底界、斜坡区不整合面上具有电阻率值

最小特征、不整合面上下地层的岩性差异以及邻井等厚原则等测井方法有效准确识别不整合面(李慧琼等, 2017)(图 2); 对马岭地区沉积特征研究表明: 上覆下侏罗统富县组+延安组延 10 段发育辫状河道沉积对古地貌进行填平补齐, 而至延 10 期末, 古地形基本被

夷平, 延 10 顶部已经准平原化, 典型标志是广泛性发育的煤层。综上所述, 选择延 10 顶作为沉积基准面, 根据测井数据获取的延长组顶部侵蚀不整合面至延 10 段顶之间的地层厚度来镜像反映前侏罗纪侵蚀古地貌形态可信度高(图 3)。

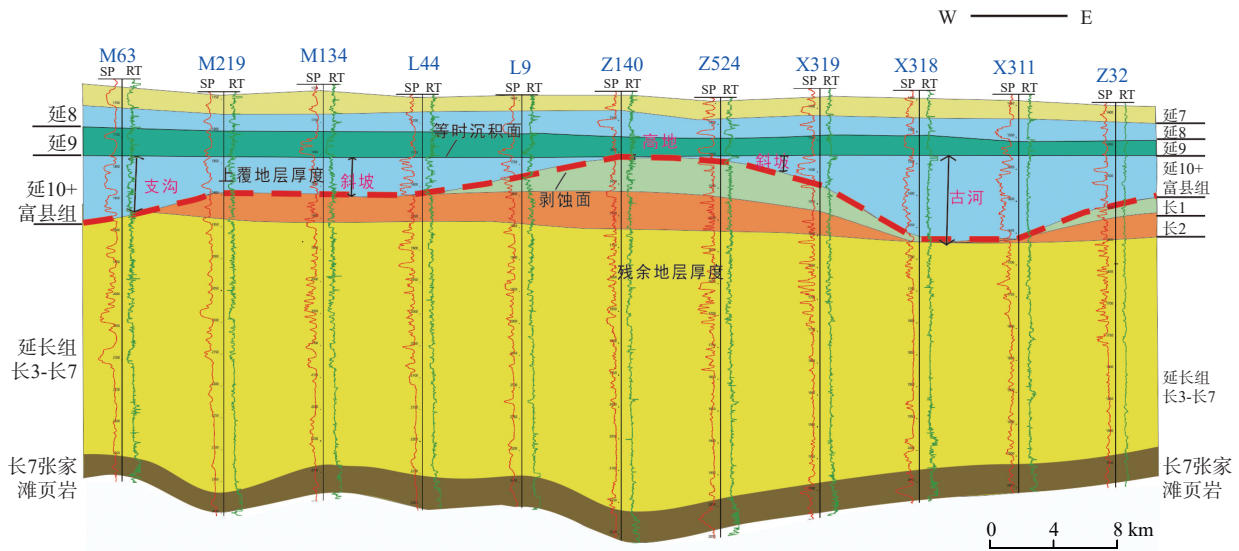


图2 马岭地区印模法恢复古地貌示意图

Fig. 2 Schematic diagram of palaeogeomorphology reduction by impression method in Maling area

不同古地貌单元在地震解释剖面上有明显不同的识别标志。延 9 顶部大范围稳定发育的煤层(TJ9)及三叠系与侏罗系之间的古剥蚀不整合面(TJ)在地震解释中均可被追踪, 利用地震剖面中二者之间的地层厚度区别可以定量识别古高地、古斜坡、古河等不同古地貌单元。其中马岭地区 LINE49 地震叠加剖面、97ML1B 地震测线(图 4)和 04GLQ02A 地震测线均可识别出庆西古河及其两侧斜坡的大致形态和位置; 99MH2 地震测线可识别出马岭支沟及其两侧斜坡的大致形态和位置, H10FZ6032FZ 地震测线可识别出镇北支沟及其两侧斜坡及和高地的大致形态和位置。

本次研究应用 Petrel 软件开展三维地质建模, 更直观精确的反映了古地貌展布形态。根据各地貌单元特征将马岭地区前侏罗纪古地貌划分为演武古高地、甘陕古河、庆西古河、古斜坡、河间丘和古阶地(坡咀)等古地貌单元: 演武古高地是马岭侏罗系古地貌单元最高处, 广泛分布在马岭-土桥一带, 富县+延 10 期地层缺失或极薄, 约为 0~40 m; 甘陕古河和庆西古河是区内古地貌单元最低处, 富县+延 10 段地层厚度一般大于 120 m。甘陕古河(一级)自西向东分布于位于北部郭西掌-马河一带, 地层最厚约为 200 m, 庆

西古河(二级)位于东部马河-土桥子一带, 自南向北注入甘陕古河, 地层最厚约为 160 m; 演武高地和两条古河之间广泛发育古斜坡, 富县+延 10 段地层厚度一般为 80~120 m。斜坡区域是边滩相砂体的主要沉积场所, 且储层物性较好, 是古地貌油藏最有利富集区; 河间丘是古河谷相对隆起且地层厚度突然减薄的区域, 与河谷之间的高差在 40~100 m; 古阶地(坡咀)位于古河谷地貌两侧, 呈阶梯状向斜坡带地貌过渡, 富县+延 10 地层厚度约为 80~120 m, 主要分布在郭家岔、樊家塬、下午旗、彭家寺等地带。

整体而言, 马岭地区前侏罗系古地貌主要受甘陕古河和庆西古河夹持。演武侵蚀高地周边斜坡广覆, 阶地发育, 在古河谷与高地之间还发育若干条次级支沟。与早期陇东区域整体古地貌刻画结果对比不同之处在于: ①比较清晰刻画出王桥支沟、贺旗支沟、蔡口集支沟和郭家岔坡咀、樊家塬坡咀、下午旗坡咀、彭家寺坡咀等次级地貌单元。②早期刻画甘陕古河中 L28 井区为一河间丘, 实际 L28 井延 10+富县组厚度为 225 m, 该区域为古河谷中部。③早期刻画 M39 井区为古河道, 实际 M39 延 10+富县组厚度为 67 m, 该井区为河间丘。④L93 井延 10+富县组厚度为 215 m,

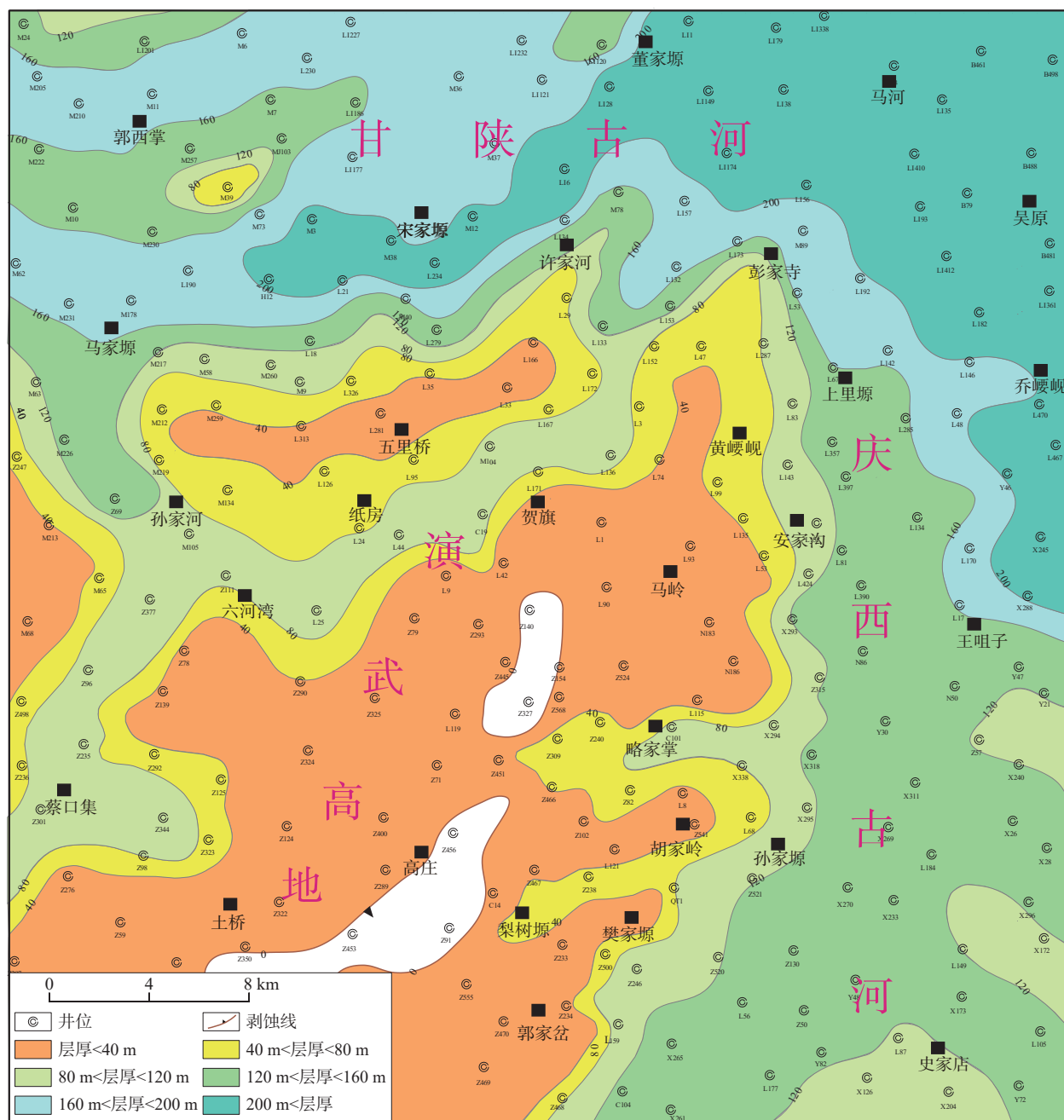


图3 马岭地区延 10+富县地层厚度等值线图

Fig. 3 Stratigraphic thickness of Yan 10+Fuxian formation in Maling area

该区坡咀回缩, 古河范围扩大。⑤ C101 井延 10+富县组厚度为 87 m, 认为该区存在一支沟。整体而言, 此次精细刻画斜坡范围有所缩小, 次级支沟发育, 区内沟壑起伏特征更为明显 (图 5)。

3 成藏主控因素分析

3.1 良好的生储盖组合

马岭地区紧邻鄂尔多斯盆地生烃中心区, 油源供

给充足(张文正等, 2001; 黄振凯等, 2020)。富县组及延安组自下而上发育辫状河-曲流河三角洲-湖泊沉积体系。早期富县、延 10 期发育大套粗粒辫状河道砂岩, 以灰白色砾岩、砂砾岩、含砾砂岩和砂岩为主; 延 9、延 8 岩心煤屑和煤层发育, 发育中-粗粒边滩相砂岩, 以中砂岩、细砂岩和含砾中砂岩为主, 粒度明显小于延 10。古地貌的展布特征直接影响了富县组、延 10 期沉积微相的发育: 富县和延 10 期作为整体水进背景下辫状河沉积发育的时期, 沉积时湖平面较低,

沉积体系转变, 岩石泥质含量增加并呈连片性分布, 形成岩性的垂向和侧缘遮挡作用。长9-延8沉积时期, 区内水系密布, 分流河道呈网形分布, 彼此影响较小, 广泛发育的分流间湾、河漫滩、河漫沼泽形成了大面积成片分布的泥岩、粉砂岩、煤层, 覆盖于早期沉积的厚层砂体上, 而成为良好的区域性盖层(叶博等, 2014)。有利的生储盖组合, 为油藏富集提供了基础性条件。

3.2 有利的圈运保成藏

鄂尔多斯盆地在构造运动的作用下, 形成了倾角较小、坡降小于7 m/km的西倾构造单斜, 该构造的存在有助于延长组油气向上运移至侏罗系。一方面, 盆地发育系列北东向基底断裂及隐性断裂, 研究区延长组、延安组裂缝均较发育, 裂缝成为油气的自下向上运移的疏导通道; 另一方面, 区内深切古河谷巨厚砂岩直达延长组, 成为油气向上运聚到达侏罗系的有利通道; 油气在延长组长7强大的生烃增压动力作用下, 经裂缝疏导, 沿着不整合面及其之上古河巨厚砂岩向斜坡、高地运移。油气向上运移过程中, 在古地貌的斜坡处或河间丘遇到披覆构造, 聚集成藏; 或者油气沿支流河谷的不整合面继续向上运移, 在高位高部位聚集成藏。

4 古地貌主控的成藏模式

充足的油源是基础, 沉积相及古地貌是控制油藏的根本因素, 而储集砂体展布及圈闭的形成是油藏形

成的必要因素, 鼻隆构造高点是研究区含油气性的直接原因, 构造位置高的区域, 其含油气性越高。古地貌变化与沉积相变引起的岩性变化是形成油藏的先天岩性基础, 物性较好的延10末期边滩沉积砂体、延9的分流河道砂体是石油聚集的重要储集体, 直通延长组的深切河谷是油气运移到侏罗系成藏的主要途径, 煤层和分流间湾泥岩盖层阻挡了油气进一步向上运移, 使得石油在砂体和构造结合的有利圈闭条件下聚集成藏。马岭地区在良好的生储盖组合下在侏罗系延安组段形成斜坡式、古河式、河间丘式、岩性-构造油藏式、构造-岩性油藏式等多样成藏组合模式。其中, 古地貌控制富县、延10油藏, 形成斜坡式、古河式、河间丘式3种油藏分布模式; 低幅构造和砂体匹配形成延9、延8构造-岩性、岩性-构造两种油藏分布模式。

(1) 斜坡式古地貌油藏分布于古地貌斜坡带上, 石油沿断裂及不整合面高渗砂体向上运移过程中, 在斜坡带由于岩性变化, 在富县、延10河道边部披覆构造处聚集成藏, 该类成藏模式储集体主要是富县及延10段辫状河心滩和曲流河边滩相砂体, 盖层是顶部煤层和泛滥平原泥岩(图6a)。斜坡式油藏是马岭地区最主要成藏模式, 该类模式形成的油藏范围大, 油层厚度厚, 边底水不活跃, 产量高。例如, L55井油层厚度约8 m, 试油日产纯油79.1 t/d; L125井油层厚度约7 m, 试油日产油50.3 t/2.7 m³; N171井油层厚度约12 m, 试油日产油22.8 t/d。富县-延10深切河谷作为石油在地下运移的优势通道。因此,

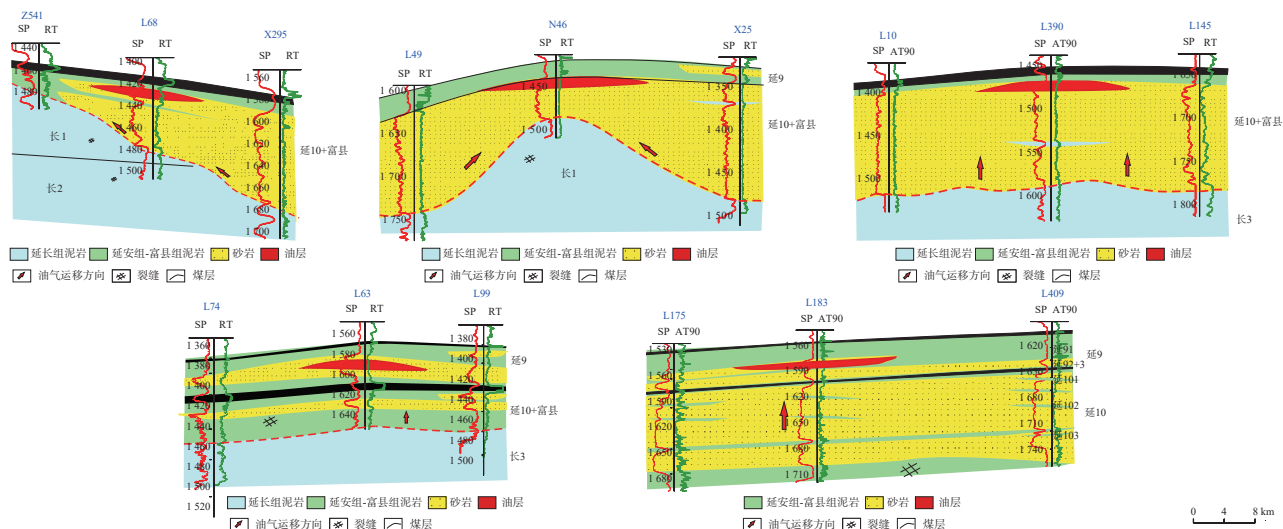


图6 马岭地区侏罗系油藏成藏模式示意图

Fig. 6 Model diagram of petroleum migration for Pre-Jurassic in Maling area

靠近古河谷的斜坡和位于古河中的河间丘由于处于相变区更容易形成构造披覆圈闭,成为首要的含油富集区,以前的勘探工作也主要是在斜坡区开展,目前已发现的油藏在平面上主要呈裙带状富集于河谷与古高地之间的斜坡和阶地上。

(2)河间丘式古地貌油藏分布于河间丘上,石油沿河间丘处高渗砂体向上运移过程中在富县及延 10 低幅鼻隆处聚集成藏。该类成藏模式储集体主要是延 10 段辫状河心滩砂体,盖层是顶部煤层和泛滥平原泥岩(图 6a)。河间丘发育程度主要受当时的地形与河道冲刷剥蚀程度控制,并无固定延伸方向,因此河间丘油藏发育规模一般没有固定规律,但由于油藏下部和周边砂体连通性好,普遍底水和边水发育,导致油藏规模小,厚度薄。M39 和 N46 等井区延 10 段油藏为此类油藏, M39 测井解释油层厚度约 3 m。

(3)古河式古地貌油藏 分布于古河谷中地貌单元中,油气通过古河谷高渗砂体垂向运移过程中,在富县、延 10 低幅鼻隆构造处由上覆泥岩遮挡后,聚集成藏(图 6c)。储集体主要是富县、延 10 段辫状河心滩,盖层是顶部煤层和泛滥平原泥岩。古河式和河间丘式古地貌油藏的主要区别是位于的古地貌位置不同,古河式油藏分布数量远大于河间丘式。需要指出的是,以前认为古河式古地貌油藏同河间丘古地貌油藏一样由于边底水活跃,而且缺乏盖层,导致油气充注程度相对较低,分布数量少且规模小。最近研究表明:马岭地区侏罗系广覆式煤层和分流间湾泥岩成为古河谷的盖层,导致位于局部构造高点的古河作为直接的油气运移通道而拥有“近水楼台”的优势,在目前斜坡区产量接替区挖潜困难的情况下,古河谷也逐步成为勘探热点区,且取得较好效果。例如 M53 井和 L390 井都属于此类油藏, M53 井油层厚度约 5 m,试油日产油 6.0 t/0 m³; 确定含油面积为 5.03 km²; L390 井油层厚度约 2 m。

(4)岩性-构造油藏 主要发育于古高地上,油气沿高渗砂体及裂缝进行垂向及侧向运移过程中在延 9、延 8 分流河道砂体与低幅鼻隆配置的构造高点聚集成藏。此类油藏是在构造上倾向岩性突变对油气的运移起遮挡作用而形成的。储集体主要是延 9、延 8 分流河道砂体,盖层是顶部煤层和泛滥平原泥岩。该类油藏规模一般较小,油藏横向延伸范围小(约 0.3~0.5 km); 视纵向砂体接触关系,可为纯油油藏,也可见底水;由于周围泥岩的压实效应油藏压力相对

较高,单井产量可观,如 L63 井、N174 和 N157 井都是此类油藏(图 6d)。N157 井延 9 油层厚度超 20 m,试油日产油 99.96 t/0 m³;同古河式油藏一样,之前认为古高地因为缺乏运移通道,油藏发育不乐观,目前认为穿插于高地上的各级支沟支河作为次级运移通道使得已经运移至斜坡区的油气继续向高地运聚并在有利圈闭成藏。同古河一样,古高地的构造高点也成为目前勘探的重点。

(5)构造-岩性油藏 全区分布,是石油沿高渗砂体及裂缝进行垂向及侧向运移过程中在延 9、延 8 分流河道砂体沉积相变区与低幅鼻隆配置的构造高点聚集成藏(图 6e)。在分流河道微相发育的区域,颗粒较粗、物性较好且砂体连片程度高,河道两侧岩性逐渐变差,可形成岩性遮挡,加之古地貌影响而产生的鼻状隆起油气聚集成藏的优势场所,因此有利于形成较大范围的构造-岩性油藏。该类油藏分布范围广,规模大小不一。如 L183 井、L287 井、C32 井等均属于此类油藏。L183 井油层厚度约 5 m, L287 井油层厚度约 15 m, C32 井油层厚度约 3 m,试油日产油 4.6 t/2.6 m³。

前侏罗纪古地貌是影响侏罗系富县、延 10 油藏分布的重要条件,延 9-延 8 油层组也同样受到古地貌的影响,虽然它们与富县组和延 10 油层组河谷砂岩体并无直接接触,但通过纵向上相互叠置的砂体的输导作用,它们仍具有连通性,能够聚集下伏地层的油气。延 9-延 8 油藏主要分布在差异压实作用形成的低幅鼻隆构造高点与砂体匹配的有效圈闭内。在古地貌主导作用下,马岭地区形成了侏罗系多层系纵向成藏模式(图 7)。

5 应用效果

新的成藏运移模式巩固了前人关于斜坡区为最有利成藏区的认识,同时也打破了古河和古高地不利于成藏的认识误区。在多层系纵向成藏模式指导下,油田的勘探战略已由主战斜坡区转为油藏横向呈群,纵向扩展。古河、古高地均成为马岭地区的勘探潜力区。以 2020 年勘探部署的新井 L545 井为例:该井位于古河道地貌单元,且鼻隆构造与河道砂体匹配形成良好的含油圈闭(图 8)。2021 年完钻,延 9 段钻遇油层 3.1 m,延 10 钻遇油层 3.6 m,延 10、延 9 试油日产纯油分别为 20.57 t、21.85 t(图 9)。依据该井落实含油面积 2.6 km²,新增储量 90 万 t,可新建产能 10 万 t。

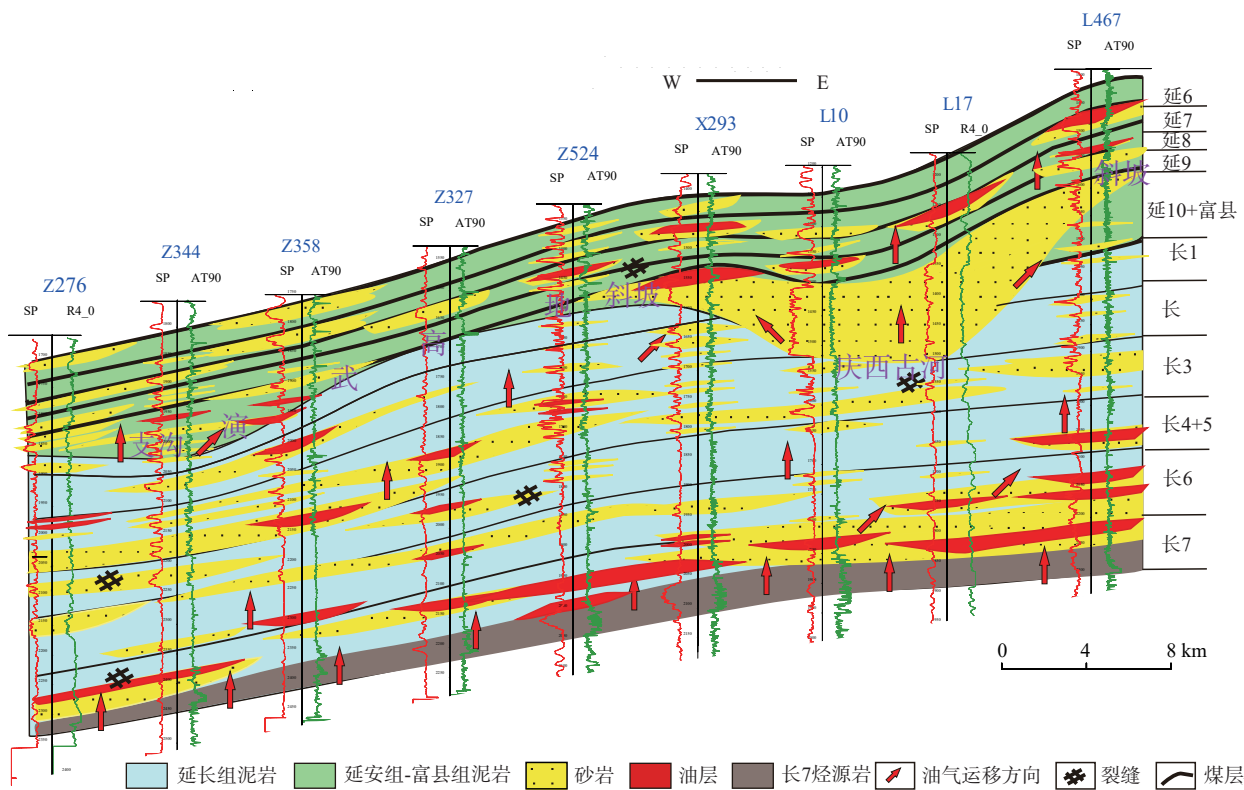


图7 马岭地区侏罗系石油运移-成藏模式图

Fig. 7 Model diagram of Jurassic petroleum migration and accumulation in Malin area

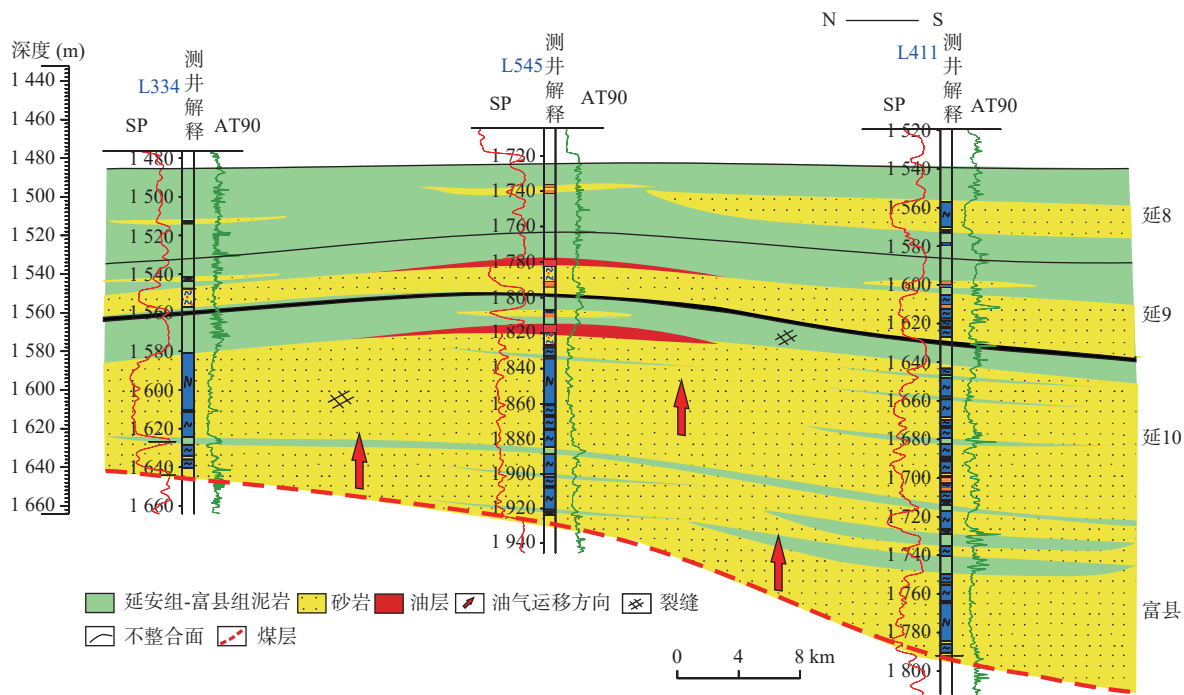


图8 马岭地区 L545 井侏罗系成藏模式图

Fig. 8 Model diagram of petroleum migration for Jurassic of L545 well in Maling area

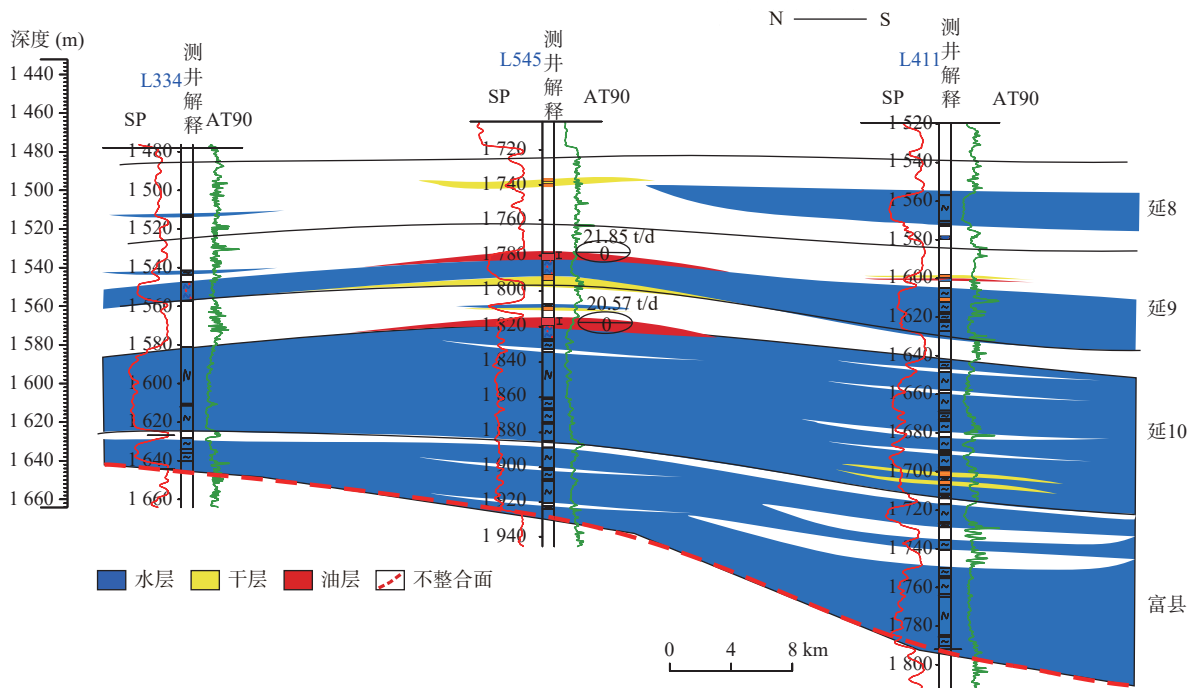


图9 马岭地区 L334~L545~L411 井油藏剖面图

Fig. 9 Reservoir profile of L334~L545~L411 well in Maling area

6 结论

(1)综合采用印模法、井震结合及三维建模方法结合佐证精细刻画马岭地区前侏罗纪古地貌形态,研究区古地貌具有“两古河夹持、一高地主控,斜坡广覆,多支沟支坡”的特征,总体表现为西倾的宽缓斜坡。

(2)马岭地区侏罗系古地貌形态控制了富县组和延10段的沉积相发育和储集体展布、直通延长组的深切河谷和古地貌所致的不整合面构成油气运移的高速通道和优势路径,结合近源优势和得天独厚的盖层组合,使得石油在延9段~延10段小幅鼻隆构造和压实披覆构造高点聚集成藏。

(3)在古地貌主控下形成的近源多层系5种成藏模式指导下,优选新的有利区,部署新井油层发育且试油高产,为油田寻找新的潜力区增产上产奠定了坚实的基础。

参考文献(References):

李树同,张海峰,王多云,等. 聚油古地貌成因类型及其有利成藏条件分析——以鄂尔多斯盆地上里塬地区前侏罗纪古地

貌为例[J]. 沉积学报(自然科学版), 2011, 29(5): 962–969.

LI Shutong, ZHANG Haifeng, WANG Duoyun, et al. Genetic Type of Oil-gas Accumulation Paleogeomorphology and Favorable Conditions for Petroleum Accumulation: Taking the paleogeomorphology of Pre-Jurassic in Shangliyuan area, Ordos Basin as an example[J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2011, 29(5): 962–969.

毛飞跃,侯长冰,苟幸福,等. 鄂尔多斯盆地镇原油田侏罗系古地貌与油成藏关系分析[J]. 岩性油气藏, 2013, 30(4): 65–73.

MAO Feiyue, HOU Changbing, GOU Xingfu, et al. Relation between Jurassic paleogeomorphology and hydrocarbon accumulation in Zhenyuan Oilfield, Ordos Basin[J]. Lithologic Reservoirs, 2013, 30(4): 65–73.

袁珍,李文厚,朱静,等. 鄂尔多斯盆地陇东地区侏罗系古地貌恢复及其对石油聚集的影响[J]. 地质通报, 2013, 32(11): 1806–1814.

YUAN Zhen, LI Wenhui, ZHU Jing, et al. The Restoration of Pre-Jurassic paleogeomorphology and its influence on oil accumulation in Longdong area[J]. Geological Bulletin of China, 2013, 32(11): 1806–1814.

蒲磊,刘艳妮,刘文,等. 鄂尔多斯盆地陕北地区前侏罗纪古地貌特征及控藏作用[J]. 长江大学学报(自然科学版), 2022, 19(1): 22–31.

PU Lei, LIU Yanni, LIU Wen, et al. Paleogeomorphology characteristics of Pre-Jurassic and its implications for hydrocarbon accumulation in Shaanbei area, Ordos Basin [J]. Journal of Yangtze

- University (Natural Science Edition), 2022, 19(1):22-31.
- 何羽, 任丽, 邓楠, 等. 鄂尔多斯盆地南部 ywb 地区中生界小断层特征及其油气勘探意义[J]. 西北地质, 2020, 53(1): 189-194.
- HE Yu, REN Li, DEN Nan, et al. The Characteristics of the Small Faults in Mesozoic Stratof ywb Area in the South of Ordos Basin and Its Significance for Oil and Gas Exploration[J]. Northwestern Geology, 2020, 53(1): 189-194.
- 赵虹, 党彝, 郑小杰, 等. 安塞油田前侏罗纪古地貌特征及其与油气富集关系[J]. 西北大学学报(自然科学版), 2012, 42(2): 270-275.
- ZHAO Hong, DANG Ben, ZHENG Xiaojie, et al. Pre-Jurassic paleogeomorphology and the relations with oil and gas accumulation in Ansai Oilfield[J]. Journal of North west University (Natural Science Edition), 2012, 42(2): 270-275.
- 朱静, 李文厚, 韩永林, 等. 陇东地区前侏罗纪古地貌及油藏成藏规律研究[J]. 沉积学报, 2010, 28(6): 1229-1235.
- ZHU Jing, LI Wenhui, HAN Yonglin, et al. Research on palaeogeomorphology features of pre-Jurassic and accumulation regularity of oil Reservoir in the area of eastern Gansu, Ordos basin[J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2010, 28(6): 1229-1235.
- 刘永涛, 刘池洋, 周义军, 等. 双界面地震层拉平的古地貌恢复技术及应用——以鄂尔多斯盆地天环坳陷为例[J]. 石油地球物理勘探, 2019, 54(3): 656-666.
- LIU Yongtao, LIU Chiyang, ZHOU Yijun, et al. Palaeo-geomorphology restoration with double-inter-faceseis miclayer leveling: an example of Tianhuan Depression in Ordos Basin[J]. Oil Geo-physical Prospecting, 2019, 54(3): 656-666.
- 李慧琼, 蒲仁海, 屈红军, 等. 鄂尔多斯盆地三叠系与侏罗系不整合面测井识别方法讨论[J]. 西北大学学报(自然科学版), 2017, 47(4): 577-584.
- LI Huiqiong, PU Renhai, QU Hongjun, et al. On identifying unconformity between Triassic and Jurassic in Ordos Basin by using logging data[J]. Journal of Northwest University (Natural Science Edition), 2017, 47(4): 577-584.
- 叶博, 梁晓伟, 李卫成, 等. 鄂尔多斯盆地陇东地区侏罗系油藏分布规律及成藏模式[J]. 新疆石油地质, 2014, 35(6): 659-663.
- YE Bo, LIANG Xiaowei, LI Weicheng, et al. Reservoir distribution and hydrocarbon accumulation pattern of Jurassic in Longdong area of Ordos Basin[J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2014, 35(6): 659-663.
- 张文正, 李剑锋. 鄂尔多斯盆地油气源研究[J]. 中国石油勘探, 2001, 6(4): 28-36.
- ZHANG Wenzheng, LI Jianfeng. Research on oil and gas origin in Ordos basin[J]. China Petroleum Exploration, 2001, 6(4): 28-36.
- 黄振凯, 郝运轻, 李双建, 等. 鄂尔多斯盆地长7段泥页岩层系含油气性与页岩油可动性评价——以 H317 井为例[J]. 中国地质, 2020, 47(1): 210-219.
- HUANG Zhenkai, HAO Yunqing, LI Shuangjian, et al. Oil - bearing potential, mobility evaluation and significance of shale oil in Chang 7 shale system in the Ordos Basin: A case study of well H317[J]. Geology in China, 2020, 47(1): 210-219.