

文章编号:1672-6561(2014)04-0064-13

投稿网址:<http://jese.chd.edu.cn/>

## 鄂尔多斯盆地子北地区长 6 段油藏 成藏条件及主控因素

姜 星<sup>1</sup>, 于建青<sup>1</sup>, 史 飞<sup>1</sup>, 任战利<sup>2,3</sup>, 田 涛<sup>3</sup>, 王 锦<sup>3</sup>, 霍小菊<sup>3</sup>

(1. 延长油田股份有限公司子北采油厂, 陕西 子长 717300; 2. 西北大学 大陆动力学国家重点实验室, 陕西 西安 710069; 3. 西北大学 地质学系, 陕西 西安 710069)

**摘 要:**分析了鄂尔多斯盆地子北地区延长组长 6 段油层构造特征、沉积相分布及砂体展布特征, 从烃源岩、储层、盖层等方面对长 6 段油藏成藏条件进行了探讨, 并就油藏类型、主控因素及成藏期次进行了讨论。结果表明:子北地区长 6 段油藏具有较好的生、储、盖配置关系, 主要受沉积微相及储层物性控制;长 6 段油气主要储存在长 6<sup>1</sup>、6<sup>2</sup>、6<sup>3</sup> 段河道砂体内, 油藏类型主要为岩性圈闭;长 6 段油藏主控因素有主分流河道、储层物性及其非均质性、原油分布;长 6 段油层中, 油气包裹体均一温度分布呈双峰状, 主要在 100 °C~110 °C 和 130 °C~140 °C;利用热演化史与流体包裹体均一温度法对油气成藏期次进行判断, 长 7 段烃源岩生成的油气在早白垩世运移并大量聚集至长 6 段油层组, 形成长 6 段油藏。

**关键词:**油气成藏;长 6 段;烃源岩;储层;盖层;子北地区;鄂尔多斯盆地

**中图分类号:**P618.13;TE121 **文献标志码:**A

## Hydrocarbon Accumulation Condition and Main Controlling Factors of Chang-6 Reservoir in Zibei Area of Ordos Basin

JIANG Xing<sup>1</sup>, YU Jian-qing<sup>1</sup>, SHI Fei<sup>1</sup>, REN Zhan-li<sup>2,3</sup>, TIAN Tao<sup>3</sup>, WANG Jin<sup>3</sup>, HUO Xiao-ju<sup>3</sup>

(1. Zibei Oil Production, Yanchang Oil Field Co., Ltd, Zichang 717300, Shaanxi, China;

2. State Key Laboratory of Continental Dynamics, Northwest University, Xi'an 710069, Shaanxi, China;

3. Department of Geology, Northwest University, Xi'an 710069, Shaanxi, China)

**Abstract:** Tectonic characteristics, distribution of sedimentary facies and sandstone distribution of Chang-6 member in Yanchang Formation of Zibei area, Ordos Basin were analyzed. Hydrocarbon accumulation conditions of Chang-6 reservoir were investigated in terms of hydrocarbon source rock, reservoir, caprock, etc. Reservoir type, main controlling factor and accumulation period were discussed. The results show that Chang-6 member has a good assemblage of source-reservoir-caprock in Zibei area, and is controlled by sedimentary microfacies and reservoir physical property; petroleum in Chang-6 member is reserved in channel sandbody of Chang-6<sup>1</sup>, Chang-6<sup>2</sup>, Chang-6<sup>3</sup> members, and reservoir type is lithologic trap; the main controlling factors of reservoir in Chang-6 member include main distributary channel, reservoir physical property and

收稿日期:2014-07-30

基金项目:国家自然科学基金项目(41372128);西北大学大陆动力学国家重点实验室科技部专项基金项目(BJ08133-1);  
国家科技重大专项项目(2011ZX05005-004-007HZ)

作者简介:姜 星(1962-),男,陕西延川人,高级工程师,E-mail:zbeycyjs@163.com。

通讯作者:任战利(1961-),男,陕西西安人,研究员,博士研究生导师,工学博士,E-mail:renzhanl@nwu.edu.cn。

its anisotropy, distribution of petroleum; distribution of homogenization temperature of petroleum inclusion in Chang-6 member is bimodal shape with the values of 100 °C-110 °C and 130 °C-140 °C; hydrocarbon accumulation period is obtained by the combination of thermal evolution history and homogenization temperatures of fluid inclusion, and petroleum generated by hydrocarbon source rock of Chang-7 member migrates in Early Cretaceous, and accumulates in oil layer group of Chang-6 member, and then Chang-6 member reservoir forms.

**Key words:** hydrocarbon accumulation; Chang-6 member; hydrocarbon source rock; reservoir; caprock; Zibei area; Ordos Basin

## 0 引言

鄂尔多斯盆地陕北斜坡子北地区自20世纪80年代进行油气勘探开发以来,已经在中生界延长组长6、长4+5、长2段等发现了工业油流,其中长6段为主力油层组。对子北地区长6段油层组的研究,目前仍以沉积相、储层特征、注水开发工艺等为主<sup>[1-4]</sup>。前人开展了较单一的沉积环境、生油岩特征、生产开发、砂体发育特征等研究,但未对油气成藏条件进行过系统的深入分析。近年来,随着大规模勘探开发工作的深入,单一油气藏要素分析限制了对子北地区长6段油藏形成条件及控制因素的全面认识,制约着该层位油藏进一步的勘探部署。笔者在收集1 000余口钻井资料的基础上,以子北地

区长6段油层组的生油、储层、圈闭、保存等为整体,对长6段油层组油气成藏条件进行探讨,明确油气成藏条件及主控因素,为研究区下一步油藏勘探提供地质依据。

## 1 区域地质概况

子北地区位于陕北地区子长县,主要包含涧峪岔油田和子北油田,构造位置位于陕北斜坡带东部(图1),区域整体构造为一向西倾斜的平缓单斜,坡降一般为每千米7~10 m,地层倾角小于1°。区内不发育断层和褶皱,但由于差异压实作用,仅在小范围内形成一系列幅度较小的鼻状隆起<sup>[5]</sup>。上三叠统延长组沉积期是鄂尔多斯盆地沉积演化史上的重要阶段,该阶段盆地沉积面积最大,物源充沛,经历了

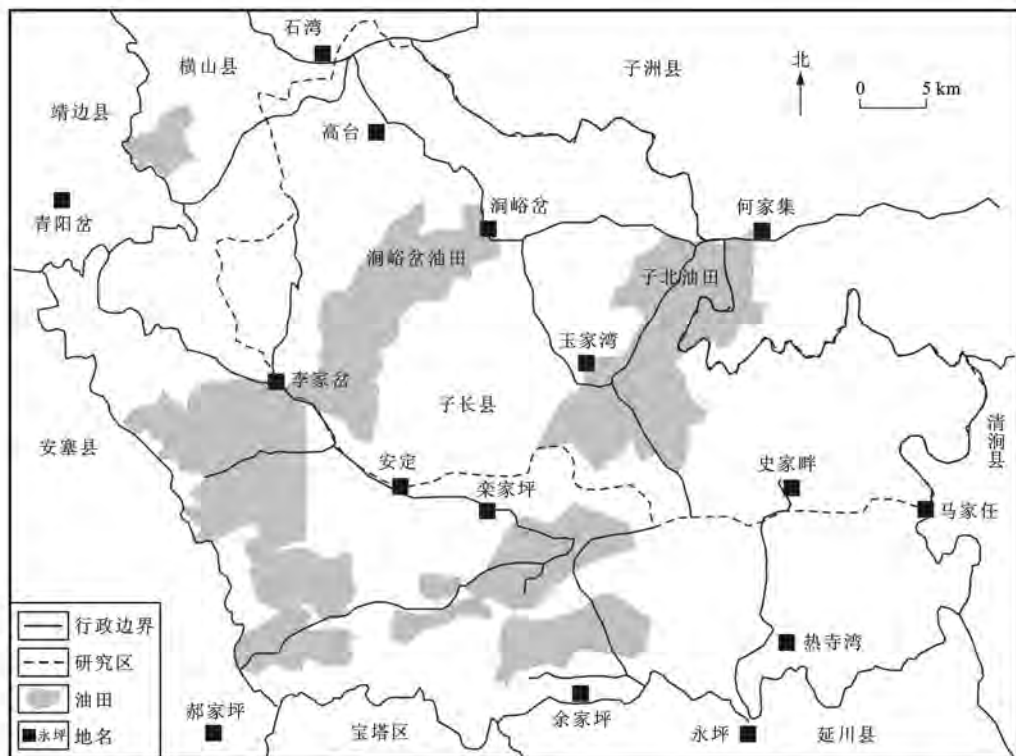


图1 鄂尔多斯盆地子北地区构造位置

Fig.1 Structural Location of Zibei Area in Ordos Basin

完整的湖泊-三角洲沉积演化旋回。上三叠统延长组长7、长6期等有重要实际意义:长7期,盆地深湖相沉积面积大,泥页岩厚度大,为子北地区乃至全盆地油气的生成提供了良好的物质基础;长6期,湖盆开始收缩,沉积补偿大于沉降,湖泊三角洲发育处于高峰期,多个规模较大的三角洲发育,为油气运移、储集等提供了较好的地质条件<sup>[6-8]</sup>。

2 长6段油藏生、储、盖条件

2.1 烃源岩条件

烃源岩作为油气生成的物质基础,是评价潜在含油气盆地的重要对象。“源控论”至今对找油依然发挥着重要的作用。鄂尔多斯盆地中生界烃源岩主要发育于三叠系延长组第二、三段(长9段—长4+5段),主要为深湖—浅湖相沉积的暗色泥岩生油岩,尤以长7段烃源岩最为发育,是鄂尔多斯盆地油气藏形成的主要有机质来源<sup>[9-17]</sup>。子北地区处于半深湖—浅湖相沉积环境,长7段烃源岩厚度较薄,为3~17 m,属于盆地长7期生油岩沉积的边缘地区<sup>[18]</sup>。通过钻井岩芯观察,子北地区长7段烃源岩颜色较长6段黑,植物化石含量较其他层段丰富,表明长7段的有机质丰度要比其他层位的烃源岩高(图2)。为了进一步明确长7段烃源岩的有机质丰度,本次分析采用总有机碳(TOC)、生烃潜量等常用参数,根据中国陆相生油岩有机质丰度评价标准<sup>[19]</sup>(表1),对该段烃源岩有机质丰度进行定量分析。

研究区延长组长6、长7段烃源岩总有机碳以大于1.0%为主,占60%,达到了主力生油岩标准,但是生烃潜量较低,处于 $(0.5\sim2)\times10^{-3}$ 之间的占60%,大于 $6\times10^{-3}$ 的仅占30%(表2),属于较好烃源岩。尚慧芸等统计了鄂尔多斯盆地三叠系延长组黑色泥页岩的总烃(HC,  $552\times10^{-6}$ ),认为其属于好生油岩范畴<sup>[20]</sup>。试验分析结果显示:子北地区长6、长7段黑色泥岩热解峰温( $T_{max}$ )分布在436℃~455℃,平均为442.1℃。镜质体反射率( $R_o$ )在

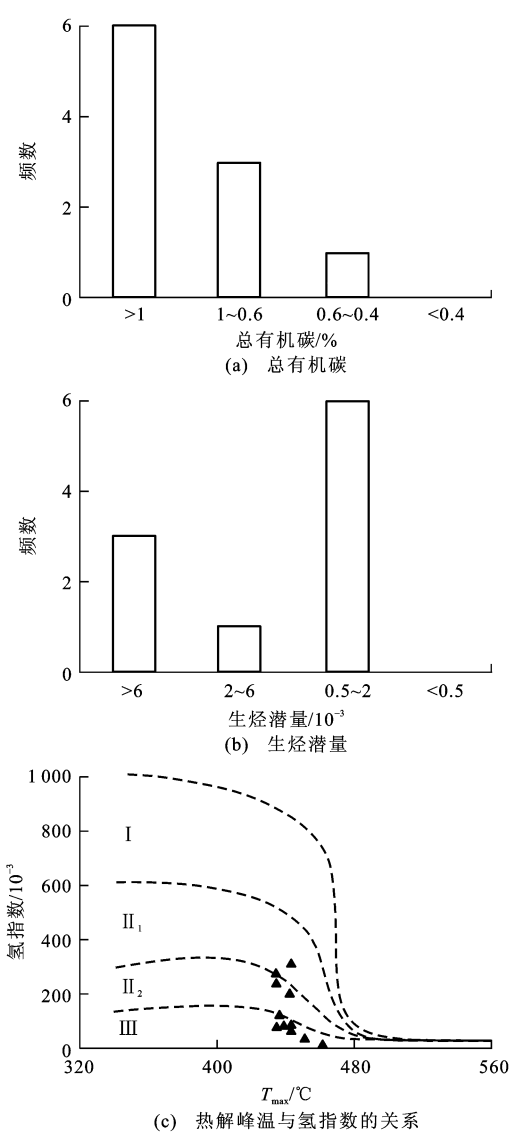


图2 子北地区长6、长7段烃源岩有机质丰度和类型

Fig. 2 Organic Matter Abundances and Types of Chang-6 and Chang-7 Members in Zibei Area

0.65%~0.85%,普遍处于低—中等成熟阶段,这一结论与任战利等分析的鄂尔多斯盆地上三叠统延长组镜质体反射率分布规律较一致<sup>[21]</sup>。有机质热解峰温与氢指数(HI)的关系(图2)表明:研究区长6、长7段有机质类型主要为II<sub>2</sub>-III型干酪根。因此,

表1 中国陆相生油岩有机质丰度评价标准

Tab. 1 Evaluation Criteria of Organic Matter Abundance in Source Rocks of Continental Facies in China

生油岩级别	好	较好	较差	非生油岩
岩相	深湖—半深湖	半深湖—浅湖	浅湖—滨湖	河流相
岩性	深灰、灰黑色泥岩	灰色泥岩	灰绿色泥岩	红色泥岩
总烃/ $10^{-6}$	$>500$	200~500	100~200	$<100$
生烃潜量/ $10^{-3}$	$>6$	2~6	0.5~2	$<0.5$
总有机碳/%	$>1.0$	0.6~1.0	0.4~0.6	$<0.4$

表 2 子北地区延长组烃源岩热解分析结果

Tab. 2 Results of Source Rock Pyrolysis of Yanchang Formation in Zibei Area

样号	层位	TOC 值/%	热解峰温/℃	可溶烃量/ $10^{-3}$	热解烃量/ $10^{-3}$	生烃潜量/ $10^{-3}$	烃指数/ $10^{-3}$	氢指数/ $10^{-3}$
L-6-3	长 6	0.90	444	0.08	0.74	0.82	9.00	82
L-6-4	长 6	3.60	436	0.40	9.90	10.30	12.00	278
8126-1	长 6	1.28	439	0.16	1.10	1.26	13.00	86
L-5-1	长 6	1.17	438	0.06	1.42	1.48	5.00	121
8126-2	长 6	0.70	436	0.10	0.54	0.64	14.00	77
L427	长 6	0.97	455	0.17	0.62	0.79	17.53	64
L429-1	长 7	4.64	446	0.57	15.13	15.70	12.28	326
L429-2	长 7	0.53	446	0.09	0.42	0.51	16.98	79
L-7-2	长 7	3.70	438	0.40	8.90	9.30	11.00	238
L-7-3	长 7	1.35	443	0.23	2.66	2.89	17.00	197

通过总有机碳、生烃潜量、总烃等有机质丰度参数综合评价认为,子北地区长 6、长 7 段烃源岩为 II<sub>2</sub>-III 型较好级别烃源岩。

## 2.2 储层条件

勘探开发实践表明,子北地区长 6 段油藏的储层主要为分流河道砂体<sup>[22]</sup>。根据岩芯观察和岩石薄片鉴定结果,子北地区长 6 段砂岩主要为浅灰色、浅灰绿色的中—细粒长石砂岩及岩屑长石砂岩。砂岩碎屑成分以各类长石(体积分数为 47.32%)为主,其次为石英(27.10%)、云母(6.08%)和岩屑(3.50%),此外还含有少量重矿物。碎屑颗粒分选性较好,磨圆度以次棱角状—次圆状为主,砂岩具有中等结构成熟度、较低矿物成熟度的特点[图 3(a)~(c)],表明子北地区长 6 段储层堆积的沉积物离物源较近。

子北地区长 6 段储层的孔隙类型以粒间孔为主,其次为溶蚀孔;另一方面,绿泥石、石英次生加大、碳酸盐等胶结物的堵塞作用导致物性降低[图 3(d)~(f)]。子北地区长 6 段砂岩储层物性统计显示:孔隙度主要分布范围为 9.0%~11.0%,渗透率主要分布范围为  $(0.13 \sim 1.0) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,变化幅度较大(图 4)。对照鄂尔多斯盆地低渗透砂岩储层评价标准<sup>[23]</sup>,子北地区长 6 段储层属于超低渗透 III<sub>3</sub> 类储层,物性条件整体较差,非均质性较强。

总体上,子北地区长 6 段储层比较发育,分布范围广,岩性以长石细砂岩为主,但是物性较差,且纵横向变化较大。纵向上,长 6<sup>1</sup>、长 6<sup>2</sup> 段物性较好,其次为长 6<sup>3</sup> 段,长 6<sup>4</sup> 段物性则最差;平面上,岩相古地理控制了砂体的形成和分布,主要油层长 6<sup>1</sup> 段砂体厚度为 10~40 m,砂体展布与区域物源供给方向一致,呈现 NE 向、NNE 向条带状展布。在三角洲分流河道区,长 6 段储层物性较好,而在河道间沉积区的物性较差。

## 2.3 盖层条件

根据野外露头、钻井、测井、试验分析等资料,子北地区延长组主要发育以陆相碎屑沉积的泥岩、粉砂质泥岩为主的长 4+5 段和长 1 段两套泥岩盖层。其中,长 4+5 段发育的泥岩为下伏长 6 段储层的主力封盖层。平面上,子北地区长 4+5 段盖层厚度主要集中在 25~50 m,厚度大,分布广泛,延展性好(图 5),岩性主要为泛滥平原相和沼泽相泥岩、粉砂质泥岩、炭质页岩等,具有良好的封盖性能。该盖层对长 4+5<sup>2</sup>、长 6 段油层组的油气起到很好的封隔作用,是研究区长 4+5<sup>2</sup>、长 6 段油气成藏的重要控制因素之一。另外,在长 6 段油层组内部,沉积旋回的顶部发育有局部性盖层,岩性主要为泥质岩或泥岩夹粉砂岩,厚度较薄,为 2~6 m,对长 6 段各油层起到封隔作用。

## 3 油藏类型、主控因素及成藏期次

### 3.1 油藏类型

子北地区位于陕北斜坡的东部,构造总体为一平缓的西倾单斜,倾角约为 0.5°,局部存在由于差异压实而形成的低幅度鼻状隆起。子北地区长 6<sup>1</sup> 段油层组顶面构造图总体为西倾单斜,发育很小的鼻隆构造(图 6)。各小层顶面长 6 段油层组各小层顶面构造具有一定的继承性,均为西倾单斜,仅发育小的鼻隆构造。沿长 6 段河道伸展方向的油藏剖面图显示长 6 段油气主要储存在长 6<sup>1</sup>、长 6<sup>2</sup>、长 6<sup>3</sup> 段河道砂体内,油藏类型主要为岩性圈闭(图 7)。

### 3.2 主控因素

成藏条件研究表明,子北地区长 6 段油藏的形成和富集主要受沉积微相和储层物性的控制<sup>[24]</sup>。



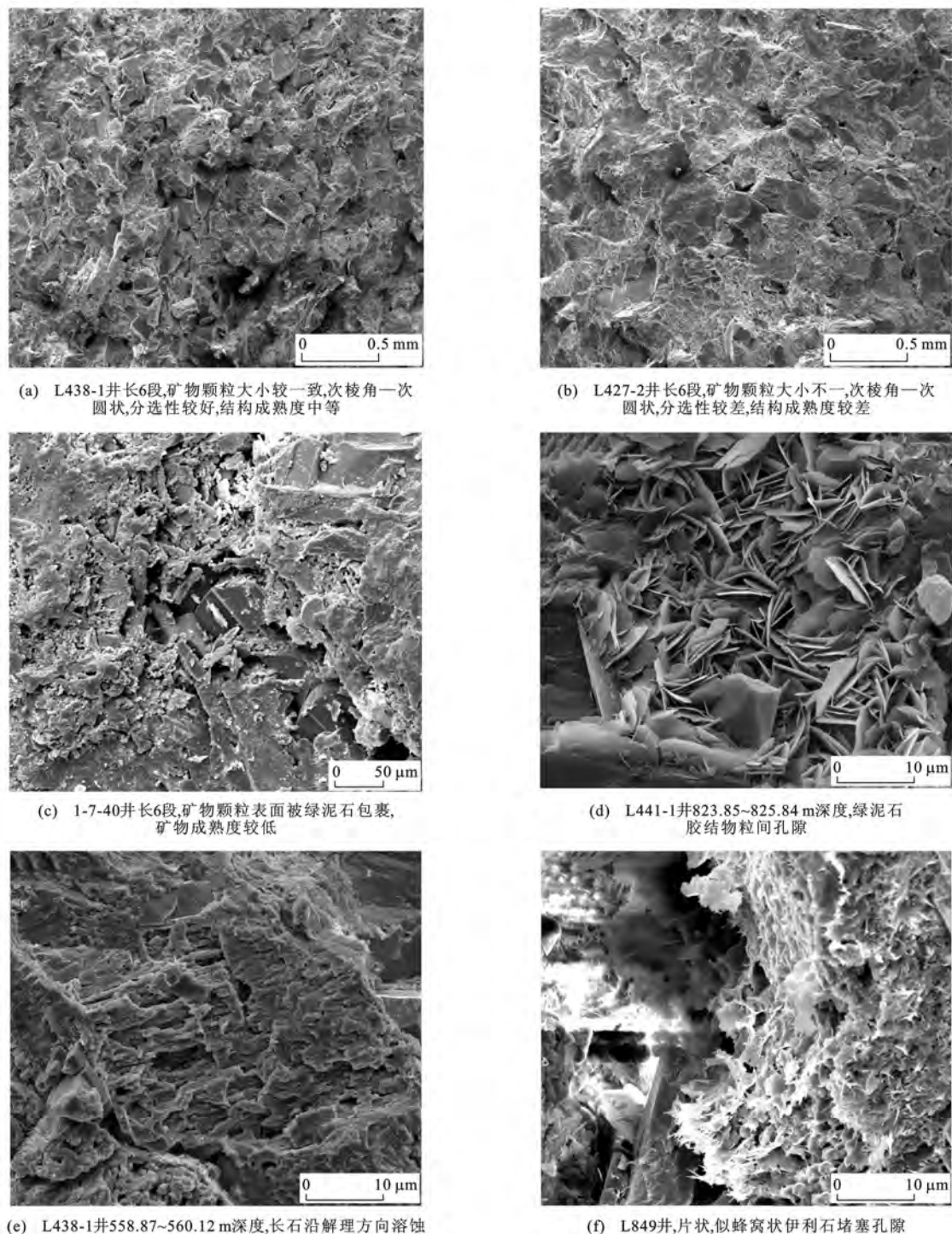


图3 子北地区长6段储层砂岩电镜扫描照片

Fig. 3 Scanning Electron Microscopy Photos of Sandstone of Chang-6 Reservoir in Zibei Area

### 3.2.1 主分流河道

主分流河道控制优质储层发育和宏观原油富集。子北地区长6段油藏储层主要为三角洲平原分流河道沉积,长6段油藏储层主要分布在砂体厚度较大的分流河道位置(图8),含油层主要为长 $6^1$ 、长 $6^2$ 、长 $6^3$ 段砂层组,长 $6^4$ 段砂层组仅局部含油。分流河道砂体岩性主要为中—细粒长石砂岩、岩屑长

石砂岩,底部多为河道滞留沉积物,与下伏地层常为侵蚀接触,且多层砂体相互叠置,累计厚度大,侧向展布宽度大,多连片,有利于油气在其中运移和聚集。厚度较小的分流河道砂体孤立分布,其上、下为泥质岩隔档,虽然有利于油气的聚集,但连通性较差,其圈闭的石油地质储量较小。油层分布主要受分流河道砂体控制,子北地区子北油田、涧峪岔油田

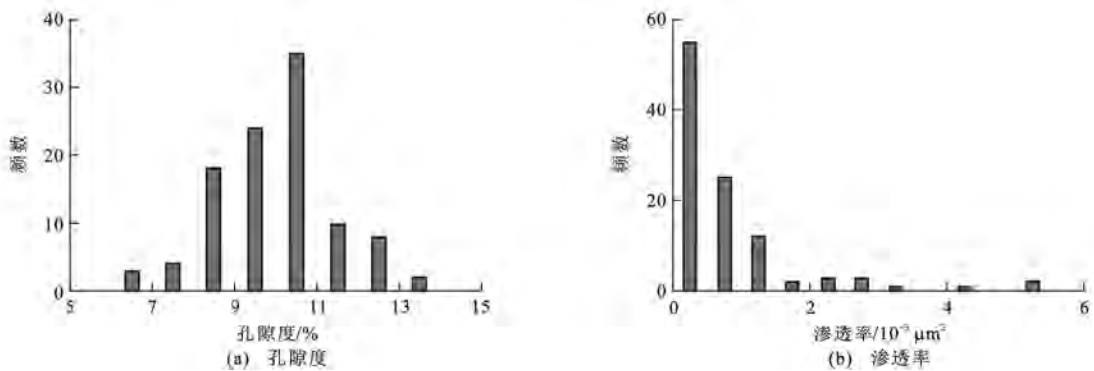


图 4 子北地区长 6 段砂岩储层孔隙度与渗透率分布直方图

Fig. 4 Distribution Histogram of Porosity and Permeability of Sand Reservoir of Chang-6 Member in Zibei Area

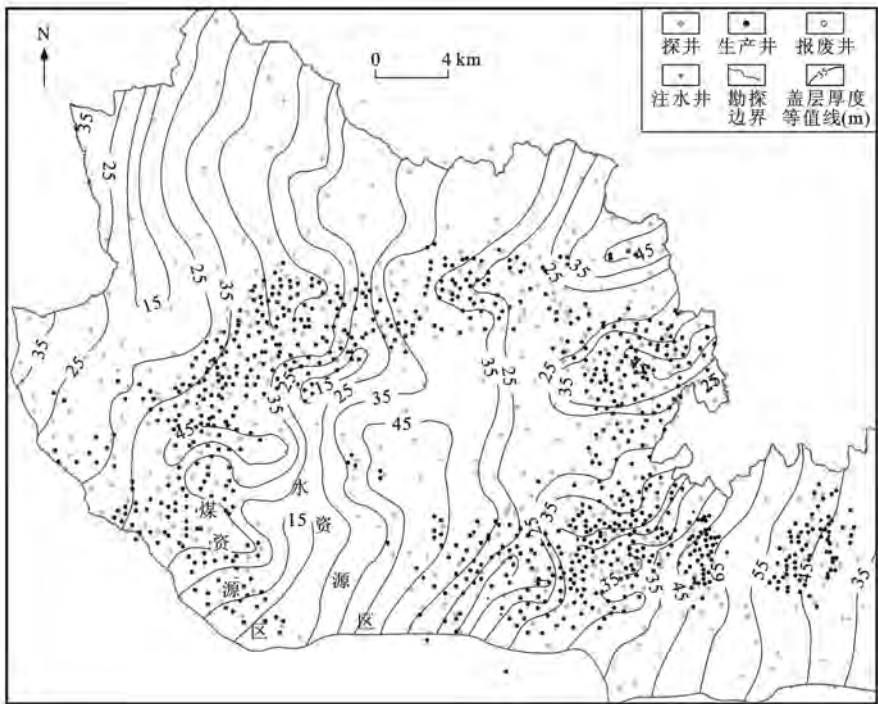


图 5 子北地区长 4+5 段盖层厚度等值线分布

Fig. 5 Contour Map of Thickness of Caprocks for Chang-4+5 Member in Zibei Area

主要分布于分流河道中。

3.2.2 储层物性及其非均质性

储层物性及其非均质性控制原油的微观分布特征。子北地区延长组各沉积体系的物源方向大致相同,为东北物源。长 6 段油层组颗粒分选性相对要好,杂基含量较少,砂体抗压实能力相对较强,残余粒间孔和各类次生溶孔、溶缝较多,储层物性相对较好(图 4);长 6 段油层组含油面积大,成为延长组主力油层之一;长 6 段油气主要富集在物性相对较好的长 6<sup>1</sup>、6<sup>2</sup>、6<sup>3</sup> 段砂体内,油层分布主要受储层物性的控制。

3.2.3 原油分布

原油分布在一定程度上受鼻状隆起影响。子北

地区长 6 段油藏主要为岩性圈闭,但受差异压实作用形成的低幅度鼻状构造对本区长 6 段原油分布也有一定的控制作用,主要体现在主力油层长 6<sup>1</sup> 段油层在鼻状隆起部位较为富集。长 6 段油层组发育一些低幅度的鼻状隆起,自长 6<sup>3</sup> 段顶至长 6<sup>1</sup> 段顶,鼻状隆起具有一定的继承作用。

3.3 油气成藏期次

对油气成藏期次进行判断是油气成藏条件、过程、模式等研究的重要内容,对油气成藏规律及油气评价有重要指导意义<sup>[25-27]</sup>。目前,研究方法主要集中在流体包裹体均一温度法、烃源岩热演化史法、圈闭形成期分析法、油气藏饱和压力法、储层有机岩石学法、储层自生伊利石测年法、油藏地球化学法



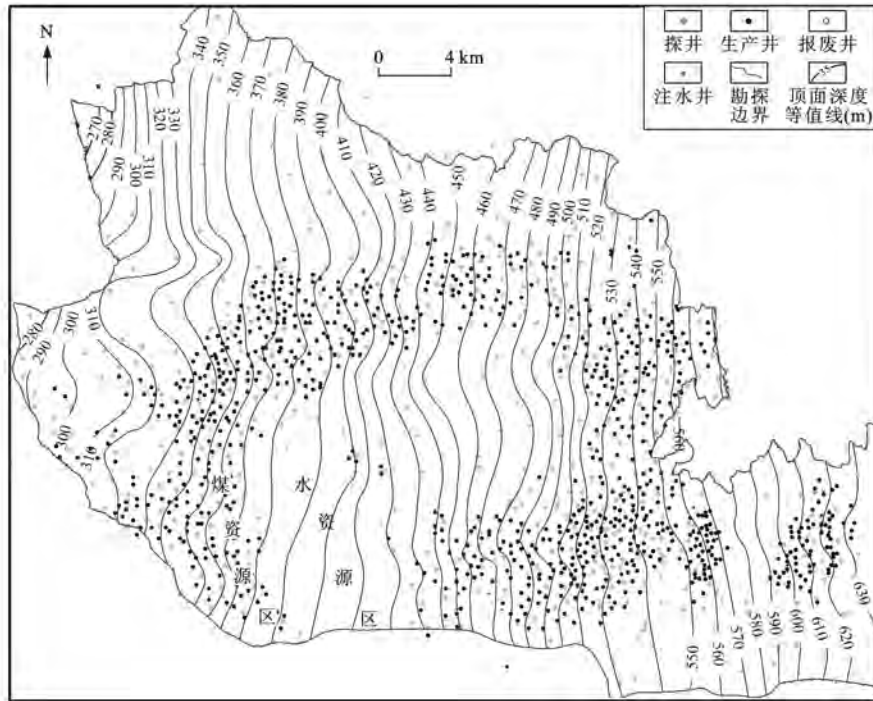


图 6 子北地区长 6<sup>1</sup> 段顶面构造

Fig. 6 Surface Structures of Chang-6<sup>1</sup> Member in Zibei Area

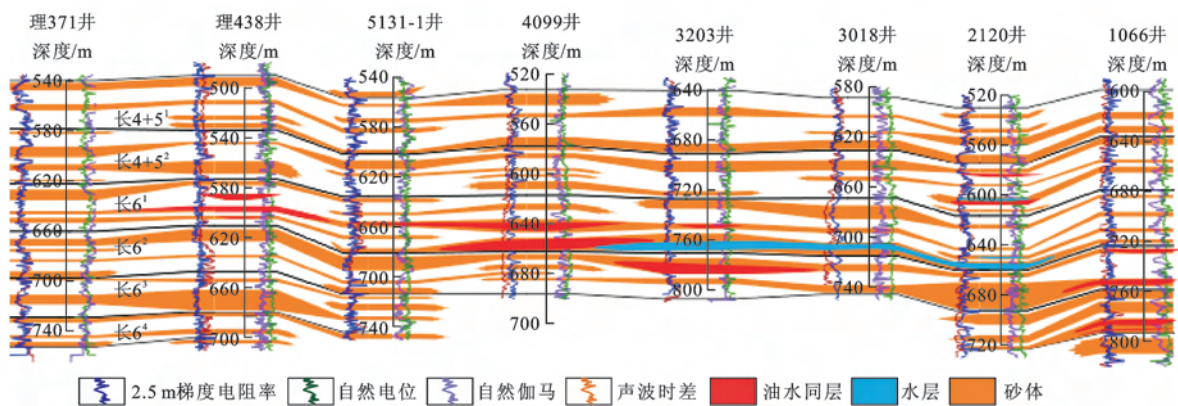


图 7 子北地区长 4+5~长 6 段油藏剖面

Fig. 7 Reservoir Profile of Chang-4+5-Chang-6 Members in Zibei Area

等<sup>[28-31]</sup>。其中,流体包裹体均一温度法近年来被广泛应用<sup>[32-38]</sup>。本次分析将采用该方法对子北地区长 6 段油藏成藏期次进行判断。

进行测温时,选取油气包裹体进行均一温度测定。显微镜下观察可见包裹体形态不规则,大小一般为 3~8  $\mu\text{m}$ ,气液比一般大于 8%,甚至远远高于 8%,由此可识别两期油气包裹体分布:第 1 期主要呈椭圆形孤立状,分布在亮晶方解石胶结物中,包体较小;第 2 期主要呈串珠状,分布在石英晚期裂隙中,晚期裂隙切穿了颗粒边界,油气包裹体较大,普遍含盐水,包裹体油、气、水相态边界非常清楚。测温结果分布直方图显示,长 6 段样品包裹体均一温

度主要集中在 100  $^{\circ}\text{C}$ ~110  $^{\circ}\text{C}$  和 130  $^{\circ}\text{C}$ ~140  $^{\circ}\text{C}$ ,呈双峰状分布(图 9)。

将包裹体均一温度数据与地层温度的热演化史进行对比,可以判定油气成藏的时间<sup>[39-43]</sup>。通过子北地区古地温的热演化史分析,结合包裹体测温数据,子北地区在早白垩世早期(120~130 Ma)发生一次油气充注过程,早白垩世末期(95~105 Ma)为主要聚集成藏期(图 10)。早白垩世是鄂尔多斯盆地子北地区油气运移并在长 6 段油层组聚集成藏的重要时期。

勘探实践表明,陕北地区延长组油藏的形成和分布基本受延长组生油凹陷的控制<sup>[11,44-46]</sup>。长 7 段

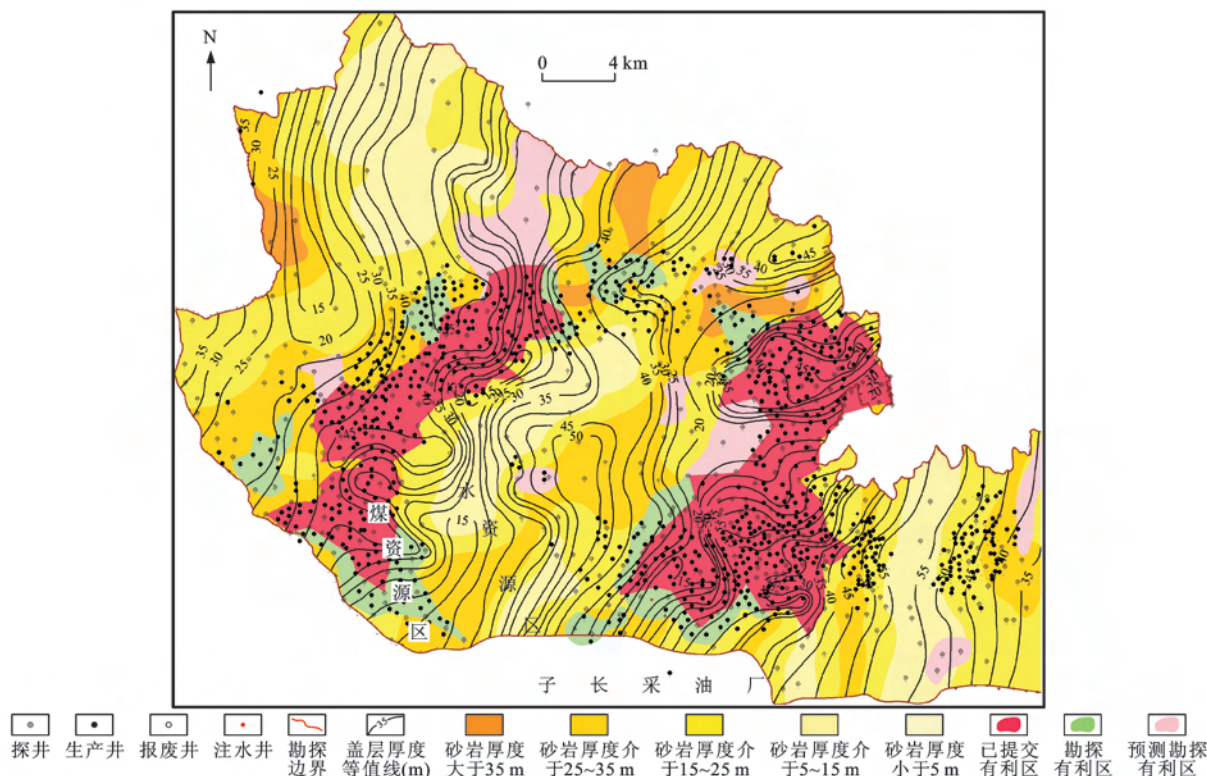
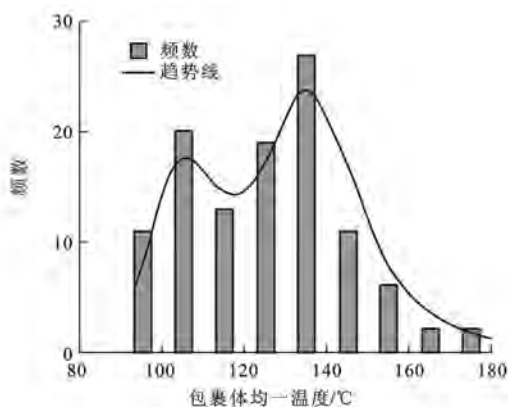
图8 子北地区长6<sup>1</sup>段油气成藏要素组合Fig. 8 Integrated Map of Hydrocarbon Accumulation Elements for Chang-6<sup>1</sup> Member in Zibei Area

图9 子北地区长6段包裹体均一温度分布直方图

Fig. 9 Histogram of Homogenization Temperatures of

Inclusion for Chang-6 Member in Zibei Area

油层组中部的深湖相泥岩为子北地区油气藏的形成提供了丰富的油源物质基础,形成的大量烃类物质以“爬楼梯”的方式在早白垩世早期向上运移充注,早白垩世晚期在长6段砂体大规模聚集成藏(图11)。长6段—长7段层间或层内的粉砂岩、砂质泥岩、泥质粉砂岩、泥岩互层、致密砂岩等构成良好的盖层,为大面积聚油创造了较好的保存条件。

## 4 结 语

(1)通过对鄂尔多斯盆地子北地区长6段油藏

成藏条件的分析,子北地区长6、长7段烃源岩主要为Ⅱ<sub>2</sub>-Ⅲ型较好级别烃源岩;长6段砂岩储层分布广泛,连通性好,砂岩厚度大,粒间孔、溶孔发育,具有良好的储集条件;长4+5段广泛发育的泥岩以及长6段内部局部泥岩可成为长6段油气藏良好的盖层。

(2)子北地区长6段油藏为岩性油藏,长6段油藏生、储、盖配置关系较好,油气分布及富集主要受沉积微相及储层物性的控制。

(3)子北地区长6段油气包裹体均一温度呈双峰状,分布在100℃~110℃和130℃~140℃;长7段烃源岩大量生成的烃类有机物以“爬楼梯”的方式在早白垩世早期于长6段中大量聚集形成长6段油藏;早白垩世是鄂尔多斯盆地子北地区长6段油层聚集成藏的重要时期。

## 参考文献:

## References:

- [1] 曹金丹,任战利,高兴军,等.鄂尔多斯盆地子北油田洞峪盆地区长6油层沉积微相识别与分布特征[J]. 吉林大学学报:地球科学版,2010,40(1):30-37.  
CAO Jin-zhou, REN Zhan-li, GAO Xing-jun, et al. Characteristics of Sedimentary Micro-Facies for Chang-6 Reservoir in Jianyucha Region of Zibei Oil-



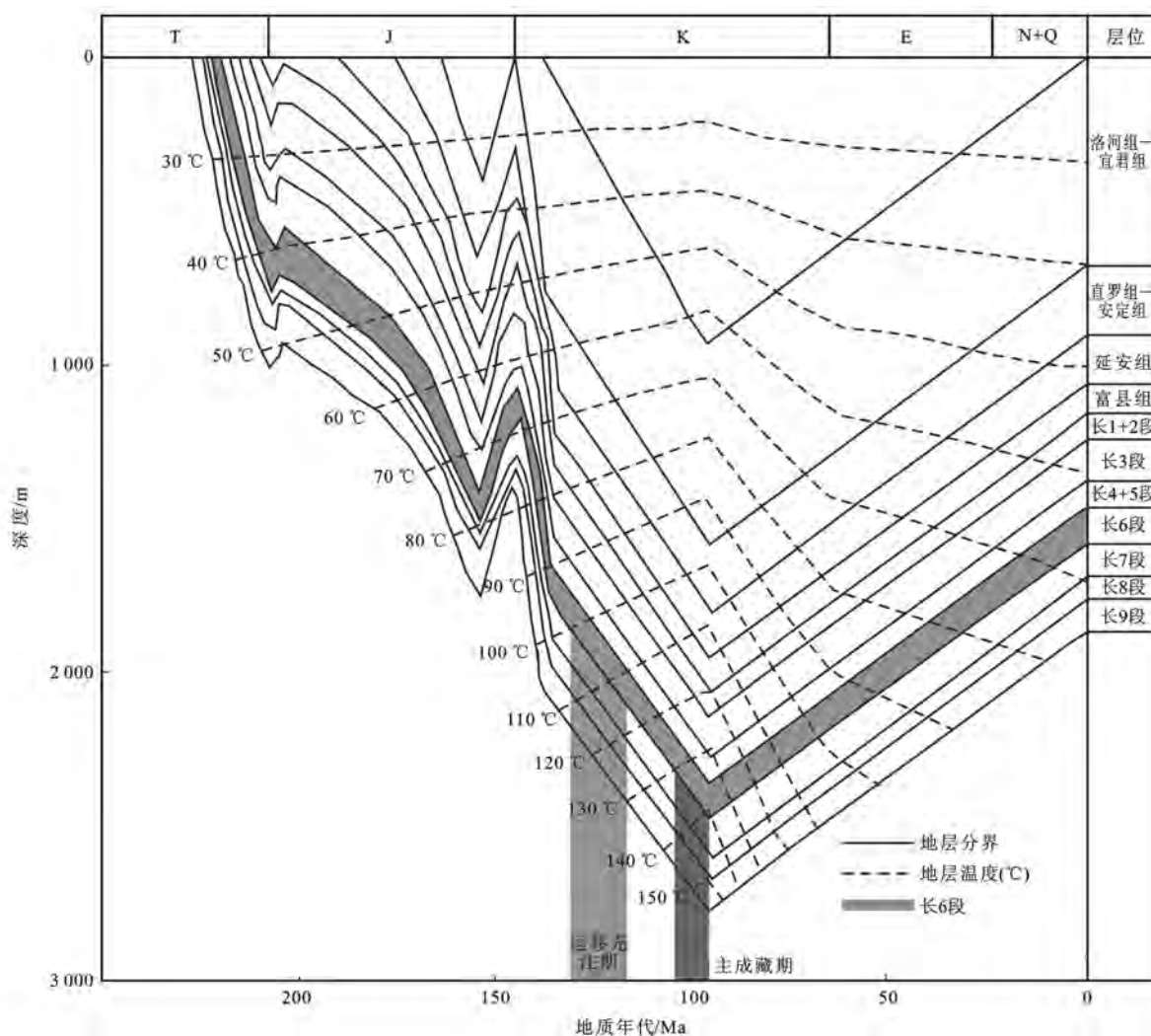


图 10 子北地区延长组热演化史

Fig. 10 Thermal Evolution History of Yanchang Formation in Zibei Area

field in Ordos Basin[J]. Journal of Jilin University: Earth Science Edition, 2010, 40(1): 30-37.

- [2] 唐建云, 任战利, 宋红霞, 等. 子北油田毛家河区长 6 储层特征与物性影响因素[J]. 兰州大学学报: 自然科学版, 2013, 49(1): 32-37.

TANG Jian-yun, REN Zhan-li, SONG Hong-xia, et al. Characteristics of Chang-6 Formation Reservoir of Maojiahe in Zibei Oilfield[J]. Journal of Lanzhou University: Natural Sciences, 2013, 49(1): 32-37.

- [3] 张凤奇, 武富礼, 罗然昊, 等. 子北油田赵家台地区长 6<sup>1</sup> 和长 4+5<sup>2</sup> 储层非均质性研究[J]. 油气地质与采收率, 2011, 18(6): 42-45, 49.

ZHANG Feng-qi, WU Fu-li, LUO Ran-hao, et al. Reservoir Heterogeneity of Chang-4+5<sup>2</sup> and Chang-6<sup>1</sup> of Zhaojiatai Area in Zibei Oilfield, Ordos Basin[J]. Petroleum Geology and Recovery Efficiency, 2011, 18(6): 42-45, 49.

- [4] 王娜, 刘晓峰, 鲁永辉, 等. 子北油田贺家湾地区长

6 油藏超前注水开发分析[J]. 石油地质与工程, 2013, 27(2): 53-55.

WANG Na, LIU Xiao-feng, LU Yong-hui, et al. Advanced Water Flooding Development Analysis of Chang-6 Reservoir in Hejiawan Area of Zibei Oilfield[J]. Petroleum Geology and Engineering, 2013, 27(2): 53-55.

- [5] 杨俊杰. 鄂尔多斯盆地构造演化与油气分布规律[M]. 北京: 石油工业出版社, 2002.

YANG Jun-jie. Tectonic Evolution and Petroleum Distribution in Ordos Basin[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2002.

- [6] 曾少华. 陕北三叠系延长统湖盆三角洲沉积模式的建立[J]. 石油与天然气地质, 1992, 13(2): 229-235.

ZENG Shao-hua. Establishment of Lake Delta Sedimentary Model from Yanchang Series in North Shaanxi[J]. Oil and Gas Geology, 1992, 13(2): 229-235.

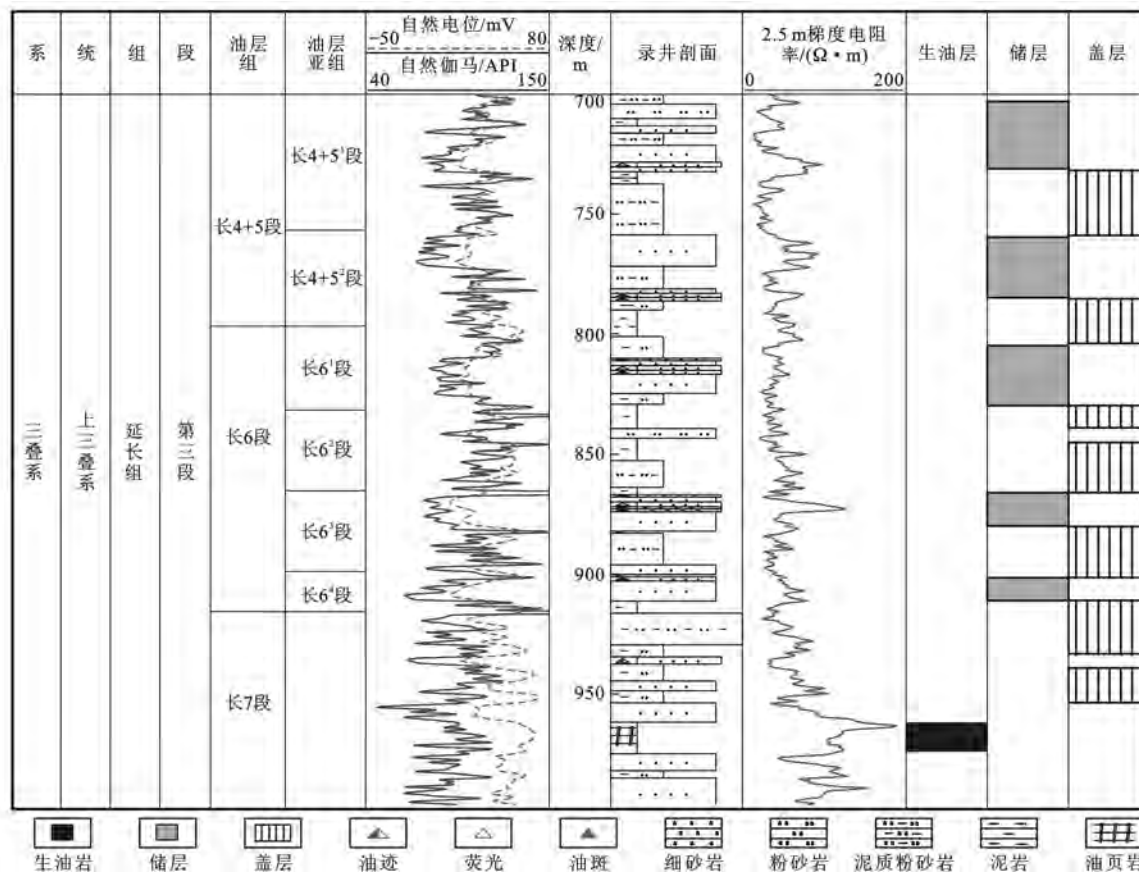


图 11 子北地区 L916 井生、储、盖综合图

Fig. 11 Source-reservoir-caprock Synthetic Diagram of Well L916 in Zibei Area

- [7] 陈 飞,胡光义,孙立春,等. 鄂尔多斯盆地南部上三叠统延长组层序地层格架内沉积相特征与演化[J]. 古地学报, 2012, 14(3): 321-330.  
CHEN Fei, HU Guang-yi, SUN Li-chun, et al. Characteristics of Sedimentary Facies and Evolution in Sequence Stratigraphic Framework of the Upper Triassic Yanchang Formation in Southern Ordos Basin[J]. Journal of Palaeogeography, 2012, 14(3): 321-330.
- [8] 任战利,田 涛,李进步,等. 沉积盆地热演化史研究方法与其叠合盆地热演化史恢复研究进展[J]. 地球科学与环境学报, 2014, 36(3): 1-20.  
REN Zhan-li, TIAN Tao, LI Jin-bu, et al. Review on Methods of Thermal Evolution History in Sedimentary Basins and Thermal Evolution History Reconstruction of Superimposed Basins[J]. Journal of Earth Sciences and Environment, 2014, 36(3): 1-20.
- [9] 胡朝元. “源控论”适用范围量化分析[J]. 天然气工业, 2005, 25(10): 1-3, 7.  
HU Chao-yuan. Research on the Application Extent of “Source Control Theory” by Semi-quantitative Statistics Characteristics of Oil and Gas Migration Distance[J]. Natural Gas Industry, 2005, 25(10): 1-3, 7.
- [10] 杨 华,张文正. 论鄂尔多斯盆地长 7 段优质油源岩

- 在低渗透油气成藏富集中的主导作用:地质地球化学特征[J]. 地球化学, 2005, 34(2): 147-154.  
YANG Hua, ZHANG Wen-zheng. Leading Effect of the Seventh Member High-quality Source Rock of Yanchang Formation in Ordos Basin During the Enrichment of Low-penetrating Oil-gas Accumulation: Geology and Geochemistry[J]. Geochimica, 2005, 34(2): 147-154.
- [11] 杨 华,刘显阳,张才利,等. 鄂尔多斯盆地三叠系延长组低渗透岩性油藏主控因素及其分布规律[J]. 岩性油气藏, 2007, 19(3): 1-6.  
YANG Hua, LIU Xian-yang, ZHANG Cai-li, et al. The Main Controlling Factors and Distribution of Low Permeability Lithologic Reservoirs of Triassic Yanchang Formation in Ordos Basin[J]. Lithologic Reservoirs, 2007, 19(3): 1-6.
- [12] 刘化清,袁剑英,李相博,等. 鄂尔多斯盆地延长期湖盆演化及其成因分析[J]. 岩性油气藏, 2007, 19(1): 52-56.  
LIU Hua-qing, YUAN Jian-ying, LI Xiang-bo, et al. Lake Basin Evolution of Ordos Basin During Middle-Late Triassic and Its Origin Analysis[J]. Lithologic Reservoirs, 2007, 19(1): 52-56.

- [13] 杨伟伟,柳广弟,刘显阳,等.鄂尔多斯盆地陇东地区延长组低渗透砂岩油藏成藏机理与成藏模式[J]. 地学前缘,2013,20(2):132-139.  
YANG Wei-wei,LIU Guang-di,LIU Xian-yang,et al. The Accumulation Mechanism and Accumulation Models of Oil in Low Permeability Reservoir of Yanchang Formation in Longdong Area,Ordos Basin[J]. Earth Science Frontiers,2013,20(2):132-139.
- [14] 姚泾利,高岗,庞锦莲,等.鄂尔多斯盆地陇东地区延长组非主力有效烃源岩发育特征[J]. 地学前缘,2013,20(2):116-124.  
YAO Jing-li,GAO Gang,PANG Jin-lian,et al. Development Characteristics of Non-main Effective Source Rocks of the Yanchang Formation in Eastern Gansu Province of Ordos Basin[J]. Earth Science Frontiers,2013,20(2):116-124.
- [15] 宁正福,李东阳,程林松.胡尖山地区长6、长4+5储层有利区预测[J]. 西南石油大学学报:自然科学版,2012,34(3):33-40.  
NING Zheng-fu,LI Dong-yang,CHENG Lin-song. Prediction of Favorable Area of Chang-6 and Chang-4+5 Reservoir from Hujianshan Area[J]. Journal of Southwest Petroleum University: Science and Technology Edition,2012,34(3):33-40.
- [16] 刘岩,周文,邓虎成.鄂尔多斯盆地上三叠统延长组含气页岩地质特征及资源评价[J]. 天然气工业,2013,33(3):19-23.  
LIU Yan,ZHOU Wen,DENG Hu-cheng. Geological Characteristics of Gas-bearing Shales in the Yanchang Formation and Its Resource Assessment in the Ordos Basin[J]. Natural Gas Industry,2013,33(3):19-23.
- [17] 张云霞,陈纯芳,宋艳波,等.鄂尔多斯盆地南部中生界烃源岩特征及油源对比[J]. 石油实验地质,2012,34(2):173-177.  
ZHANG Yun-xia,CHEN Chun-fang,SONG Yan-bo,et al. Features of Mesozoic Source Rocks and Oil-source Correlation in Southern Ordos Basin[J]. Petroleum Geology and Experiment,2012,34(2):173-177.
- [18] 卢进才,李玉宏,魏仙样,等.鄂尔多斯盆地三叠系延长组长7油层组油页岩沉积环境与资源潜力研究[J]. 吉林大学学报:地球科学版,2006,36(6):928-932.  
LU Jin-cai,LI Yu-hong,WEI Xian-yang,et al. Research on the Depositional Environment and Resources Potential of the Oil Shale in the Chang-7 Member, Triassic Yanchang Formation in the Ordos Basin[J]. Journal of Jilin University: Earth Science Edition,2006,36(6):928-932.
- [19] 黄第藩,华阿新,王铁冠,等.煤成油地球化学新进展[M]. 北京:石油工业出版社,1992.  
HUANG Di-fan,HUA A-xin,WANG Tie-guan,et al. New Advances in Geochemistry of Coal into Oil[M]. Beijing:Petroleum Industry Press,1992.
- [20] 尚慧芸,李晋超.陆相生油岩有机质的丰度及类型[J]. 石油学报,1981,2(4):8-16.  
SHANG Hui-yun,LI Jin-chao. Abundance and Types of Organic Matter in Source Rocks of Continental Facies[J]. Acta Petrolei Sinica,1981,2(4):8-16.
- [21] 任战利,张盛,高胜利,等.鄂尔多斯盆地热演化程度异常分布区及形成时期探讨[J]. 地质学报,2006,80(5):674-684.  
REN Zhan-li,ZHANG Sheng,GAO Sheng-li,et al. Research on Region of Maturation Anomaly and Formation Time in Ordos Basin[J]. Acta Geologica Sinica,2006,80(5):674-684.
- [22] 雷晓兰,赵靖舟,刘昊伟,等.鄂尔多斯盆地陕北斜坡东部三叠系长6油藏分布规律[J]. 新疆石油地质,2008,29(6):706-709.  
LEI Xiao-lan,ZHAO Jing-zhou,LIU Hao-wei,et al. Petroleum Accumulation and Distribution in Triassic Chang-6 Reservoir in Eastern North Shaanxi Slope, Ordos Basin[J]. Xinjiang Petroleum Geology,2008,29(6):706-709.
- [23] 赵靖舟,吴少波,武富礼.论低渗透储层的分类与评价标准:以鄂尔多斯盆地为例[J]. 岩性油气藏,2007,19(3):28-31,53.  
ZHAO Jing-zhou,WU Shao-bo,WU Fu-li. The Classification and Evaluation Criterion of Low Permeability Reservoir: An Example from Ordos Basin[J]. Lithologic Reservoirs,2007,19(3):28-31,53.
- [24] 任战利,霍小菊,王锦,等.子北地区延长组油气成藏条件及有利区带预测[R]. 西安:西北大学,2012.  
REN Zhan-li,HUO Xiao-ju,WANG Jin,et al. Oil Accumulation Condition and Favorable Area Prediction of Yanchang Formation in Zibei Area[R]. Xi'an:Northwest University,2012.
- [25] 郭峰,朱映康,夏斌,等.徐家围子断陷油气运移体系及成藏模式分析[J]. 西南石油大学学报:自然科学版,2012,34(5):10-16.  
GUO Feng,ZHU Ying-kang,XIA Bin,et al. Study on Migration System and Accumulation Model of Hydrocarbon in Xujiaweizi Depression[J]. Journal of Southwest Petroleum University: Science and Technology Edition,2012,34(5):10-16.
- [26] 江汝锋,查明,陈中红,等.克拉玛依油田石炭系火山岩油气成藏期次及成藏演化[J]. 西安石油大学学报



- 报:自然科学版,2013,28(6):27-33.
- JIANG Ru-feng, ZHA Ming, CHEN Zhong-hong, et al. Hydrocarbon Accumulation Period and Evolution of Carboniferous Volcanic in Karamay Oilfield[J]. Journal of Xi'an Shiyou University: Natural Science Edition, 2013, 28(6): 27-33.
- [27] 付金华,柳广弟,杨伟伟,等.鄂尔多斯盆地陇东地区延长组低渗透油藏成藏期次研究[J].地学前缘,2013,20(2):125-131.
- FU Jin-hua, LIU Guang-di, YANG Wei-wei, et al. A Study of the Accumulation Periods of Low Permeability Reservoir of Yanchang Formation in Longdong Area, Ordos Basin[J]. Earth Science Frontiers, 2013, 20(2): 125-131.
- [28] 赵靖舟.油气成藏年代学研究进展及发展趋势[J].地球科学进展,2002,17(3):378-383.
- ZHAO Jing-zhou. Geochronology of Petroleum Accumulation: New Advances and the Future Trend[J]. Advances in Earth Science, 2002, 17(3): 378-383.
- [29] 李荣西,段立志,张少妮,等.鄂尔多斯盆地低渗透油气藏形成研究现状与展望[J].地球科学与环境学报,2011,33(4):364-372.
- LI Rong-xi, DUAN Li-zhi, ZHANG Shao-ni, et al. Review on Oil/Gas Accumulation with Low Permeability in Ordos Basin[J]. Journal of Earth Sciences and Environment, 2011, 33(4): 364-372.
- [30] 赵孟军,宋岩,潘文庆,等.沉积盆地油气成藏期研究及成藏过程综合分析方法[J].地球科学进展,2004,19(6):939-946.
- ZHAO Meng-jun, SONG Yan, PAN Wen-qing, et al. The Overall Approach of Hydrocarbon Filling Periods and Process in Sedimentary Basins[J]. Advances in Earth Science, 2004, 19(6): 939-946.
- [31] 柳广弟.石油地质学[M].北京:石油工业出版社,2008.
- LIU Guang-di. Petroleum Geology[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2008.
- [32] 李荣西,席胜利,邸领军.用储层油气包裹体岩相学确定油气成藏期次:以鄂尔多斯盆地陇东油田为例[J].石油与天然气地质,2006,27(2):194-199,217.
- LI Rong-xi, XI Sheng-li, DI Ling-jun. Oil/Gas Reservoiring Phases Determined Through Petrographic Analysis of Hydrocarbon Inclusions in Reservoirs: Taking Longdong Oilfield, Ordos Basin, as an Example[J]. Oil and Gas Geology, 2006, 27(2): 194-199, 217.
- [33] 时保宏,张艳,张雷,等.鄂尔多斯盆地延长组长7致密储层流体包裹体特征与成藏期次[J].石油实验地质,2012,34(6):599-603.
- SHI Bao-hong, ZHANG Yan, ZHANG Lei, et al. Hydrocarbon Accumulation Dating by Fluid Inclusion Characteristics in Chang-7 Tight Sandstone Reservoirs of Yanchang Formation in Ordos Basin[J]. Petroleum Geology and Experiment, 2012, 34(6): 599-603.
- [34] 卢焕章,范宏瑞,倪培,等.流体包裹体[M].北京:科学出版社,2004.
- LU Huan-zhang, FAN Hong-rui, NI Pei, et al. Fluid Inclusion[M]. Beijing: Science Press, 2004.
- [35] 曹青,赵靖舟,柳益群.鄂尔多斯盆地蟠龙地区延长组长2、长6段流体包裹体研究[J].石油实验地质,2013,35(4):384-388.
- CAO Qing, ZHAO Jing-zhou, LIU Yi-qun. Fluid Inclusions of Chang-2 and Chang-6 Sections in Yanchang Formation, Panlong Area, Ordos Basin[J]. Petroleum Geology and Experiment, 2013, 35(4): 384-388.
- [36] 贾元琴,胡沛青,张铭杰,等.琼东南盆地崖城地区流体包裹体特征和油气充注期次分析[J].沉积学报,2012,30(1):189-196.
- JIA Yuan-qin, HU Pei-qing, ZHANG Ming-jie, et al. Characteristics of Fluid Inclusions and Their Constraints on Timing of Hydrocarbon Filling in the Yacheng Area of Qiongdongnan Basin, South China[J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2012, 30(1): 189-196.
- [37] 李克蓬,陈红汉,丰勇.深层碳酸盐岩流体包裹体均一温度特征及应用探讨[J].天然气地球科学,2012,23(4):756-763.
- LI Ke-peng, CHEN Hong-han, FENG Yong. Characteristics of Homogenization Temperatures of Fluid Inclusions and Application in Deeply Buried Carbonate Rocks[J]. Natural Gas Geoscience, 2012, 23(4): 756-763.
- [38] 罗静兰,邵红梅,杨艳芳,等.松辽盆地深层火山岩储层的埋藏-烃类充注-成岩时空演化过程[J].地学前缘,2013,20(5):175-187.
- LUO Jing-lan, SHAO Hong-mei, YANG Yan-fang, et al. Temporal and Spatial Evolution of Burial-hydrocarbon Filling-diagenetic Process of Deep Volcanic Reservoir in Songliao Basin[J]. Earth Science Frontiers, 2013, 20(5): 175-187.
- [39] 任战利.鄂尔多斯盆地热演化史与油气关系的研究[J].石油学报,1996,17(1):17-24.
- REN Zhan-li. Research on the Relations Between Geothermal History and Oil-gas Accumulation in the Ordos

- Basin[J]. Acta Petrolei Sinica, 1996, 17(1): 17-24.
- [40] 任战利, 刘丽, 崔军平, 等. 盆地构造热演化史在油气成藏期次研究中的应用[J]. 石油与天然气地质, 2008, 29(4): 502-506.
- REN Zhan-li, LIU Li, CUI Jun-ping, et al. Application of Tectonic-thermal Evolution History to Hydrocarbon Accumulation Timing in Sedimentary Basins[J]. Oil and Gas Geology, 2008, 29(4): 502-506.
- [41] 徐春强, 蒋有录, 程奇, 等. 东濮凹陷濮卫洼陷油气成藏期分析[J]. 地球科学与环境学报, 2010, 32(3): 257-262.
- XU Chun-qiang, JIANG You-lu, CHENG Qi, et al. Study on the Formation Stages of Oil-gas Reservoirs in Puwei Subsag, Dongpu Sag [J]. Journal of Earth Sciences and Environment, 2010, 32(3): 257-262.
- [42] 任战利, 张盛, 高胜利, 等. 鄂尔多斯盆地构造热演化史及其成藏成矿意义[J]. 中国科学: D 辑, 2007, 37(增): 23-32.
- REN Zhan-li, ZHANG Sheng, GAO Sheng-li, et al. Tectonic Thermal History and Its Significance on the Formation of Oil and Gas Accumulation and Mineral Deposit in Ordos Basin[J]. Science in China: Series D, 2007, 37(S): 23-32.
- [43] 陈刚, 丁超, 徐黎明, 等. 多期次油气成藏流体包裹体间接定年[J]. 石油学报, 2012, 33(6): 1003-1011.
- CHEN Gang, DING Chao, XU Li-ming, et al. Indirect Dating of Multi-stage Hydrocarbon Accumulations by Fluid Inclusion Data[J]. Acta Petrolei Sinica, 2012, 33(6): 1003-1011.
- [44] 任战利, 李文厚, 梁宇, 等. 鄂尔多斯盆地东南部延长组致密油成藏条件及主控因素[J]. 石油与天然气地质, 2014, 35(2): 190-198.
- REN Zhan-li, LI Wen-hou, LIANG Yu, et al. Tight Oil Reservoir Formation Conditions and Main Controlling Factors of Yanchang Formation in Southeastern Ordos Basin[J]. Oil and Gas Geology, 2014, 35(2): 190-198.
- [45] 于强, 任战利, 倪军, 等. 鄂尔多斯盆地富县地区中生界热演化史探讨[J]. 西北大学学报: 自然科学版, 2012, 42(5): 801-805.
- YU Qiang, REN Zhan-li, NI Jun, et al. The Thermal Evolution History of Mesozoic, Fuxian Exploratory Area of Ordos Basin[J]. Journal of Northwest University: Natural Science Edition, 2012, 42(5): 801-805.
- [46] 于强, 任战利, 王宝江, 等. 鄂尔多斯盆地延长探区上古生界热演化史[J]. 地质论评, 2012, 58(2): 303-308.
- YU Qiang, REN Zhan-li, WANG Bao-jiang, et al. Thermal Evolution History of the Upper Paleozoic in Yanchang Exploratory Area, Ordos Basin[J]. Geological Review, 2012, 58(2): 303-308.

## 《地球科学与环境学报》2015 年度约稿函

尊敬的各位专家学者:

《地球科学与环境学报》(以下简称《学报》)自 1979 年创刊以来,得到了各位专家的支持,使期刊得到了快速发展。《学报》系地学综合性权威学术期刊,刊登的主要内容有基础地质与矿产地质、水资源与环境、工程地质、应用地球物理和地球信息科学等。为了不断提升《学报》的学术质量和影响力,特向各位专家学者约稿,诚盼各位专家学者能鼎力支持《学报》的发展。

《学报》目前的优势包括:

- 1、中国科技论文与引文数据库(CSTPCD)刊源。
- 2、特约稿不收取版面费,并且刊出后向作者支付一定稿酬。
- 3、发表周期短。
- 4、对学术质量高、有重大基金项目支持的论文优先发表。
- 5、刊登综述类论文。
- 6、可同期刊登同一主题的系列成果。

联系地址:西安市南二环路中段长安大学杂志社《地球科学与环境学报》编辑部

邮政编码:710064

电话:029-82334686

E-mail:dkyhxb@chd.edu.cn

投稿网址: <http://jese.chd.edu.cn/>

《地球科学与环境学报》编辑部