



引用格式:张思玉, 庞雄奇, 丁超, 等. 鄂尔多斯盆地南部延长组长8油层组差异成藏过程[J]. 科学技术与工程, 2022, 22(27): 11871-11879.

Zhang Siyu, Pang Xiongqi, Ding Chao, et al. Differential reservoir forming process of chang 8 reservoir in Yanchang formation, south ordos basin[J]. Science Technology and Engineering, 2022, 22(27): 11871-11879.

石油、天然气工业

鄂尔多斯盆地南部延长组长8油层组差异成藏过程

张思玉^{1,2}, 庞雄奇^{1,2*}, 丁超³, 庞宏^{1,2}, 张心罡^{1,2}

(1. 中国石油大学(北京)油气资源与探测国家重点实验室, 北京 102249; 2. 中国石油大学(北京)地球科学学院, 北京 102249; 3. 西安石油大学地球科学与工程学院, 西安 710065)

摘要 鄂尔多斯盆地南部延长组长8油层组为岩性油藏, 其在东部富县地区和西部庆阳地区勘探成果和成藏过程存在差异, 究其原因, 对长8油层组的沉积规模、储层特征、成藏年代进行了研究, 总结出富县和庆阳两个地区在不同时期运聚成藏模式的差异性。结果表明:①富县地区和庆阳地区分别发育三角洲前缘沉积相和辫状河三角洲沉积相, 庆阳地区沉积规模小于富县地区;②由于受到沉积作用和成岩作用的影响, 总体上庆阳地区储层物性比富县地区差;③富县地区经历了2期油气充注, 第1期油气充注为晚侏罗世-早白垩世, 第2期油气充注为早白垩世中期, 庆阳地区主要经历了1期油气充注, 成藏时间为早白垩世中期;④东、西部运聚成藏存在差异:在晚侏罗世, 富县地区长9作为主要的供烃来源, 长9油气沿砂体向长8油层组进行运移, 同时也可在其内部进行长距离的侧向运移, 而庆阳地区此时长9源岩生烃强度不大, 只有少量油气沿砂体进入长8储层, 成藏组合为下生上储;在早白垩世, 庆阳地区构造活动强烈, 长7和长9作为主要的供烃来源, 油气沿断裂带进行大量充注, 成藏组合为下生上储和上生下储, 而富县地区此时长7源岩有油气生成, 但由于断裂带不发育, 油气充注相对庆阳较弱。明确了盆地南部延长组长8油层组东、西部成藏差异, 归纳了油气运聚成藏模式, 其研究成果对指导盆地石油勘探部署提供重要依据。

关键词 均一温度; 流体包裹体; 成藏过程; 差异性分析; 长8油层组; 鄂尔多斯盆地南部

中图法分类号 TE122.1; **文献标志码** A

Differential Reservoir Forming Process of Chang 8 Reservoir in Yanchang Formation, South Ordos Basin

ZHANG Si-yu^{1,2}, PANG Xiong-qi^{1,2*}, DING Chao³, PANG Hong^{1,2}, ZHANG Xin-gang^{1,2}

(1. State Key Laboratory of Petroleum Resources and Exploration, China University of Petroleum (Beijing), Beijing 102249, China;
2. School of Earth Sciences, China University of Petroleum (Beijing), Beijing 102249, China; 3. School of Earth Sciences and Engineering, Xi'an Shiyou University, Xi'an 710065, China)

[Abstract] The Chang 8 reservoir of Yanchang Formation in the southern Ordos Basin is a lithologic oil reservoir, and there are differences in the exploration results and accumulation processes in the Fuxian area in the east and Qingyang area in the west. The characteristics and age of accumulation were studied, and the differences in the migration and accumulation patterns of Fuxian and Qingyang in different periods were summarized. The results show these as follows Delta front sedimentary facies and braided river delta sedimentary facies are developed in Fuxian area and Qingyang area respectively, the sedimentary scale in Qingyang area is smaller than that in Fuxian area. Due to the influence of sedimentation and diagenesis, the reservoir physical property in Qingyang area is worse than that in Fuxian area. Fuxian area experienced two periods of hydrocarbon charging, the first period of hydrocarbon charging is late Jurassic-Early Cretaceous, the second period of hydrocarbon charging is middle Early Cretaceous, Qingyang area mainly experienced the first period of hydrocarbon charging, and the accumulation time is middle early Cretaceous. There are differences in migration and accumulation between east and west: in the Late Jurassic, Chang 9 in Fuxian area as the main source of hydrocarbon supply. Chang 9 hydrocarbon migration along to the chang 8 reservoir sand body, at the same time can also be used in its internal for the lateral migration of long distance, but the hydrocarbon generation intensity of the Chang 9 source rock in Qingyang area is not strong at this time,

收稿日期: 2021-10-06; 修订日期: 2022-06-15

基金项目: 国家自然科学基金(41872148)

第一作者: 张思玉(1997—), 女, 汉, 陕西渭南人, 硕士。研究方向: 油气藏形成与分布规律。E-mail: zsy2519057373@163.com。

*通信作者: 庞雄奇(1961—), 男, 汉, 湖北崇阳人, 博士, 教授, 博士研究生导师。研究方向: 油气藏形成与分布规律。E-mail: pangxq@cup.edu.cn。

and only a small amount of hydrocarbon entered the Chang 8 reservoir along the sand body, and the accumulation combination is lower generation and upper storage. In the Early Cretaceous, tectonic activity was strong in Qingyang area, Chang 7 and Chang 9 are the main sources of hydrocarbon supply, and a large amount of hydrocarbon is charged along the fault zone. The hydrocarbon accumulation assemblages were lower generation-upper storage and upper generation-lower storage. However, the Chang 7 source rock in Fuxian area is hydrocarbon generation at this time, but the hydrocarbon charging is weaker than that in Qingyang area because the fault zone is not developed. The difference in accumulation between the east and west of Chang 8 reservoir of Yanchang Formation in the southern Ordos Basin are clarified, and the hydrocarbon migration and accumulation model are summarized. The research results provide an important basis for guiding petroleum exploration and deployment in the basin.

[Keywords] homogenization temperature; fluid inclusion; accumulation process; difference analysis; Chang 8 reservoir; Southern Ordos Basin

鄂尔多斯盆地又称陕甘宁盆地,是中国典型的多旋回克拉通盆地^[1],其中长8油层组主要为致密砂岩油气藏^[2],是该地区重要的油气产层,并发育有完整的生储盖组合^[3]。

中国陆相叠合盆地具有多期调整、多期油气运移以及多期成藏的特点^[4-5]。近年来勘探表明,位于盆地伊陕斜坡东部的富县地区和西部的庆阳地区油气资源丰富,储量规模较大。前人对富县地区长8油层组油气富集规律进行了较为深入的研究,刘秀婵等^[6]从长8致密油性质、储存空间等方面综合分析了致密油成藏主控因素;王宝萍等^[7]从烃源岩条件、储层条件和成藏模式3个方面讨论了长8油层组勘探潜力;同时,李亮等^[8]从古地貌特征、油源供给、沉积相特征、疏导条件、构造活动及泥岩封盖等方面对庆阳地区油藏富集主控因素进行探讨;苏萌^[9]通过综合分析油源条件、运移条件、沉积特征、盖层条件、古地貌和微构造特征总结出庆阳地区油气成藏的富集规律。在前人研究的基础上,笔者对盆地东、西部成藏过程进行分析,认为两地区存在明显的差异性。

目前,鄂尔多斯盆地南部对油气勘探的研究取得了新的进展,现采用对比研究的方法,从沉积特征、储层特征、成藏期次及成藏模式等方面入手,明确富县和庆阳地区成藏过程的差异性,总结油气运聚成藏规律,对于盆地石油勘探部署具有重要的指导意义。

1 区域地质概况

鄂尔多斯盆地是大型的不对称盆地,由于受到反复的挤压与拉张作用,整体表现为多构造叠加和多旋回叠加的复合盆地,如今盆地总体表现为东部平缓、西部陡峭。研究区位于陕西省延安市富县地区境内及甘肃省庆阳地区境内,三叠系延长组纵向自上而下发育长1~长10油层组,其中长7和长9也是主要生油岩层,长8油层组主要由三角洲前缘、前三角洲、浅湖和半深湖-深湖4种亚相组成,其中庆阳地区发育镇原—庆阳三角洲、

宁县—合水三角洲和环县三角洲沉积体系,物源来自西南部;富县地区发育富县三角洲前缘沉积体系,物源来自东北部^[10](图1),总体上储层较为致密,岩性为细砂岩。

2 储层特征

2.1 储层岩石学特征

根据30块砂岩薄片镜下鉴定,富县地区延长组长8油层组储层碎屑成分主要由两部分组成,包括长石、石英,其中长石含量较高,其平均含量为36.3%;石英含量相比长石含量低,其平均为20.3%,同时含有少量的变质岩屑和沉积岩屑,含量分别为9.07%、4.07%,而火成岩屑含量较少,为2.8%,此外,云母含量最高,其平均为7.0%。根据研究区庆阳地区的砂岩薄片镜下资料统计,储层碎屑成分中长石绝对含量为16.8%~47%,平均为31.9%,石英绝对含量为16%~38%,平均为28%,两者占比大;岩屑含量在其碎屑成分中占比最低,绝对含量0~33.7%,平均为19.4%。

据铸体薄片镜下观察,以石油天然气行业砂岩分类标准为依据(表1),结合绘制的砂岩分类三角图,认为研究区富县地区长8储层砂岩主要为岩屑长石砂岩,次为长石砂岩(图2);庆阳地区长8储层砂岩主要以长石岩屑砂岩为主,岩屑长石砂岩次之(图3)。

富县地区长8油层组填隙物含量高达18.3%^[11],

表1 砂岩分类表

Table 1 Classification table of sandstone

位置	岩类	(石英+燧石) 质量分数/%	长石/岩屑 质量比
I	石英砂岩	≥90	—
II	长石石英砂岩	≥75~90	>1
III	岩屑石英砂岩	≥75~90	<1
IV	长石砂岩		≥3
V	岩屑长石砂岩	<75	≥1~<3
VI	长石岩屑砂岩		≥1/3~<1
VII	岩屑砂岩		<1/3

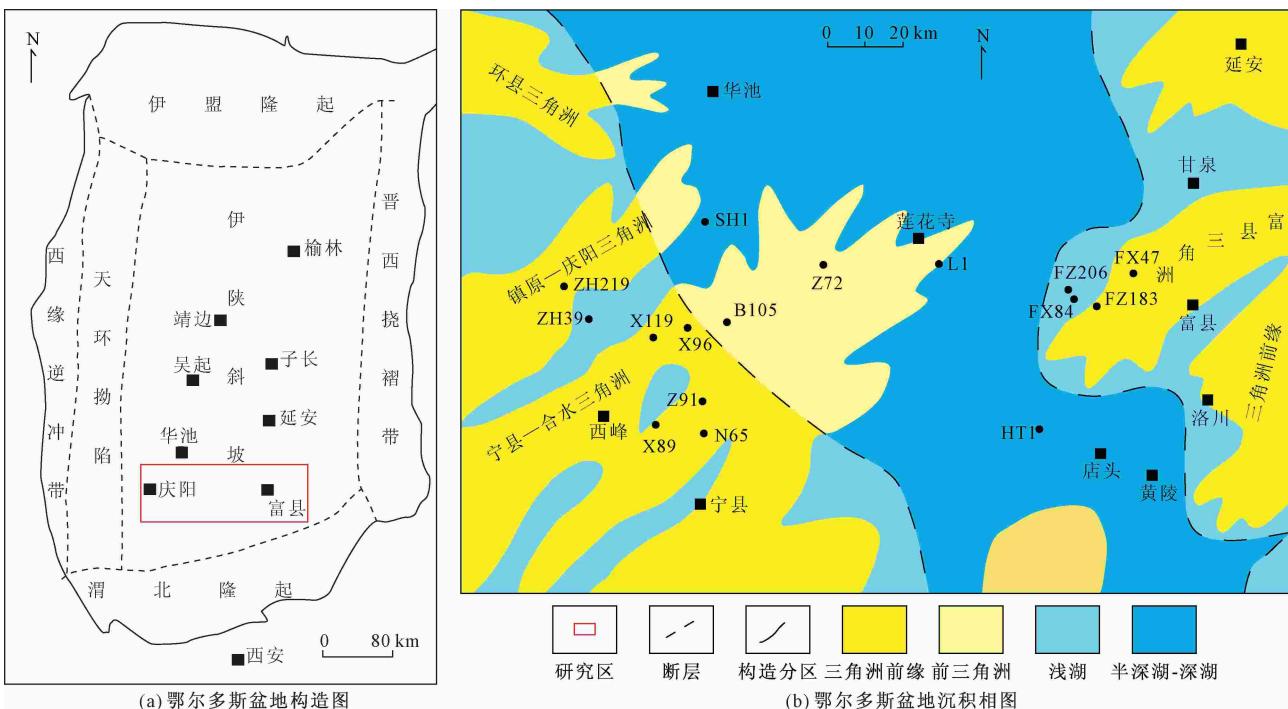
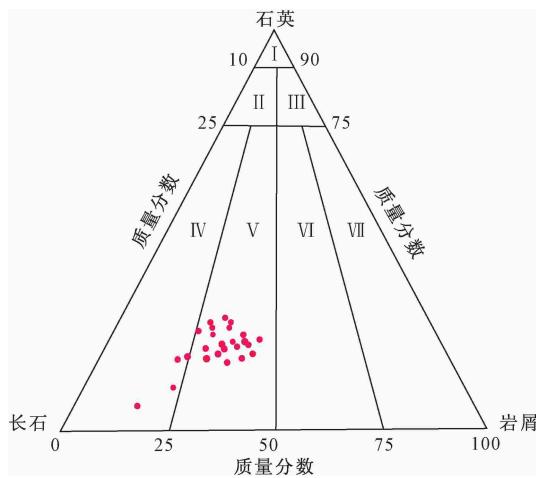
图 1 鄂尔多斯盆地区域位置及沉积相图^[10]Fig. 1 Map of regional location and sedimentary facies of Ordos Basin^[10]

图 2 富县地区长 8 储层砂岩分类图

Fig. 2 Sandstone classification map of Chang 8 reservoir in Fuxian area

其中以胶结物为主(表 2); 庆阳地区长 8 油层组填隙物主要为胶结物, 含量平均为 12.62%^[12-13], 其中包括水云母、绿泥石填隙、绿泥石膜、铁方解石、硅质等(表 3)。

富县地区长 8 油层组主要为细粉砂岩, 颗粒粒径最大为 0.3 mm^[11], 分选中-较好, 结构成熟度中等, 磨圆为次圆状, 胶结类型以接触式胶结为主; 庆阳地区长 8 油层组主要为细粒砂岩和中细粒砂岩, 粒径平均值为 0.33 mm, 分选中-好, 以次棱角状磨圆为主, 胶结类型主要以孔隙-薄膜-孔隙、加大-孔

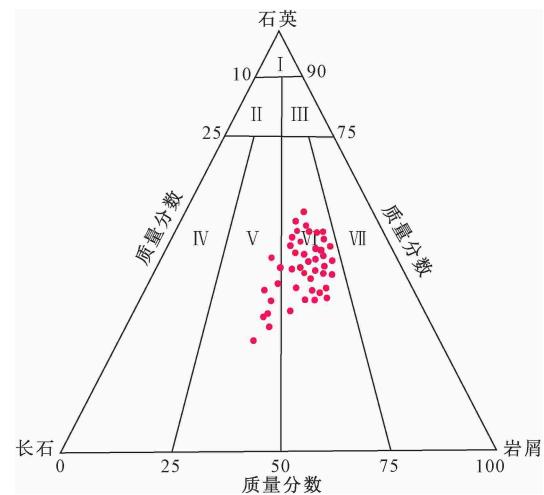


图 3 庆阳地区长 8 储层砂岩分类图

Fig. 3 Sandstone classification map of Chang 8 reservoir in Qingying area

隙为主^[12]。

2.2 储层成岩作用

研究区富县—庆阳地区长 8 油层组成岩作用包括压实、胶结及溶蚀作用。

压实作用在成岩作用的早期表现得较为明显, 通过显微镜下观察, 富县地区长 8 油层组砂岩压实作用特征为颗粒间接触关系的改变及颗粒的塑性变形。庆阳地区长 8 油层组砂岩压实作用特征表现为云母、岩屑等塑性颗粒充填于颗粒之间、刚性颗粒的定向、半定向排列。

富县地区长8储层胶结作用特征:①石英的次生加大;②黏土矿物胶结,主要包括高岭石胶结和绿泥石胶结,这种胶结作用有助于孔隙空间的保存,同时绿泥石膜对低渗储层也起到积极的作用;③伊利石胶结,以头发丝状充填于孔隙中,分割孔隙和喉道,使喉道弯曲变形,孔隙变小,导致储层的储集和渗流能力变差。

庆阳地区长8储层胶结作用特征:①石英的次生加大边;②黏土矿物胶结,该区广泛发育的绿泥石主要为薄膜式,伊利石主要为孔隙式,孔隙间连通性不好,进而导致储层物性变差。

溶蚀作用在成岩过程中随时都会发生,使储层物性在很大程度上得到改善。富县地区长8储层溶蚀作用强烈,主要表现为长石及岩屑的溶蚀,导致大量溶蚀孔隙的形成,研究表明储层溶蚀增孔率平均6.56%^[11];庆阳地区长8储层的溶蚀作用主要是长石的溶蚀,发生溶蚀作用的部位其储层物性相对较好。

3 油气充注期次

3.1 包裹体特征

选取富县地区延长组长8油层组的10块砂岩样品进行观察,通过判别可分为2类烃类包裹体:第1类烃类包裹体呈带状分布,以规则状形态存在于石英碎屑矿物的微裂隙中,颜色为深褐色,且丰度较低,多为0.3%~0.5%,气液比小于5%[图4(a)];第2类烃类包裹体呈带状分布于石英的次生加大边或沿切穿于石英碎屑的微裂缝中,颜色为淡黄色,丰度小于0.5%,形状规则[图4(b)、图4(c)]。选取庆阳地区延长组长8油层组的11块砂岩样品进行观察,可识别出2类烃类包裹体:第1类烃类包裹体呈带状或孤立状分布,主要沿未切穿石英碎屑矿物的微裂隙中,颜色为褐色,同时可见少量的液烃包裹体,形状正常[图4(d)、图4(e)];第2类烃类包裹体呈零星状分布在切穿石英碎屑的裂隙面中,形状规则,颜色为淡黄色,气液比小于5%[图4(f)]。

表2 富县地区长8储层填隙物成分及含量统计表

Table 2 Statistical table of interstitial composition and content of Chang 8 reservoir in Fuxian area

层位	质量分数/%							
	伊利石	绿泥石	铁方解石	白云石	铁白云石	硅质	长石质	黄铁矿
长8	11.6	2.7	4.4	2.6	3.8	2.1	1.2	1.0

表3 庆阳地区长8储层填隙物成分及含量统计表

Table 3 Statistical table of interstitial composition and content of Chang 8 reservoir in Qingyang area

层位	质量分数/%								
	高岭石	水云母	绿泥石填隙	绿泥石膜	铁方解石	铁白云石	硅质	长石质	杂基
长8	0.8	2.6	3.1	2.2	4.4	0.2	1.9	0.5	0.2

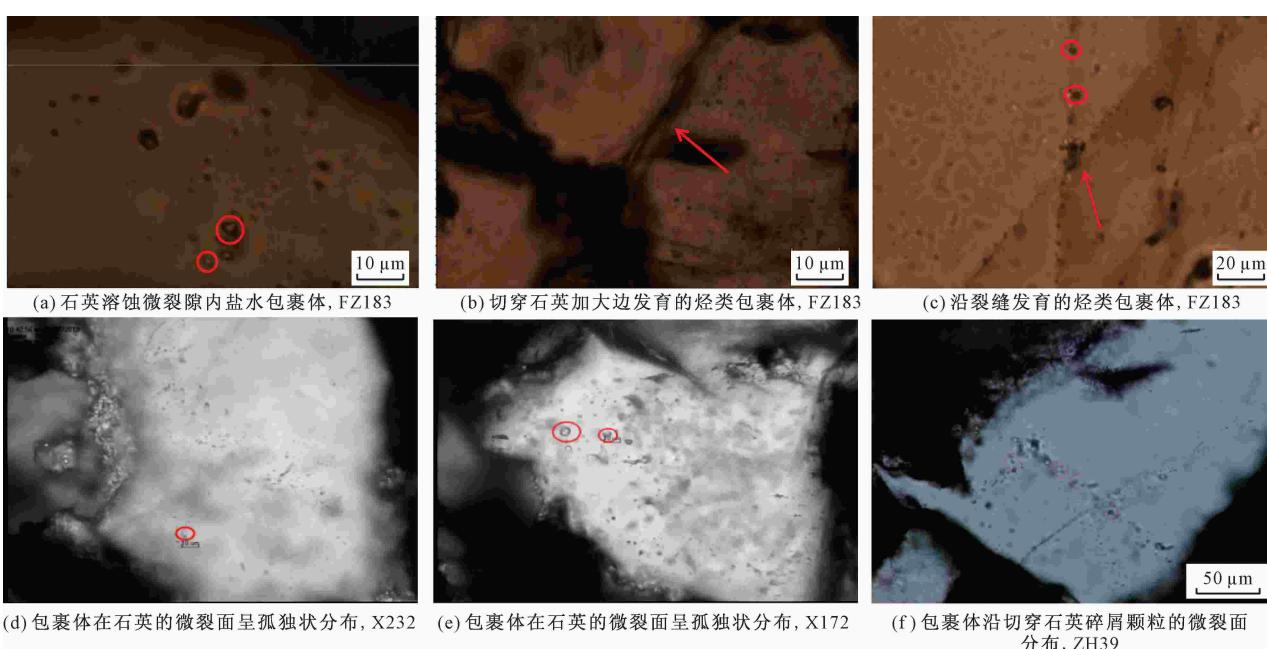


图4 富县地区和庆阳地区长8油层组烃类包裹体特征

Fig. 4 Characteristics of Hydrocarbon inclusions in Chang 8 reservoir Formation in Fuxian and Qingyang areas

通常,选取与烃类包裹体同期的盐水包裹体进行温度测定,可了解在某个地质历史时期的烃类包裹体形成时的古地温^[14]。通过对鄂尔多斯盆地南部富县地区和庆阳地区三叠系延长组进行系统取样,分别挑选了研究区东部和西部长 8 油层组砂岩样品,在 THMS600 型冷热台进行了富县地区(表 4)和庆阳地区(表 5)矿物流体包裹体均一温度的测定。

实验测试结果显示:研究区富县地区和庆阳地区长 8 储层流体包裹体的均一温度出现的峰值位置有所不同。富县地区长 8 储层内盐水包裹体的均一温度分布连续[图 5(a)],且分布较宽,主均一温度峰值主要分为两个区域,第一个为 65~110 °C,第二个为 110~125 °C,呈“双峰”式;而庆阳地区包裹体均一温度整体表现为“单峰”[图 5(b)],峰值为 117.5 °C。

3.2 油气充注期次

富县地区长 8 储层流体包裹体均一温度表现出双峰现象,说明长 8 烃类的运移和充注是一个连续的过程,通过分析包裹体数据以及均一温度特征可以总结出,富县地区延长组长 8 油藏主要经历了 2 期油气充注。研究区庆阳地区长 8 储层流体包裹体均一温度双峰特征不明显,在小于 100 °C 时,包裹体均一温度分布不连续,且分布范围较窄,说明此时油气充注较弱;大于 100 °C 时,均一温度峰值明显,通过分析包裹体数据及均一温度特征可以总结出庆阳地区主要为 1 期油气充注。

3.3 热演化史分析

磷灰石裂变径迹(apatite fission track, AFT)技术是分析埋藏史、热史的常用方法^[15],利用 AFT

Solve 软件对研究区延长组长 8 砂岩样品磷灰石裂变径迹进行了分析(表 6),选取了最佳模拟路径作为研究区热史演化路径,模拟结果如图 6 所示。

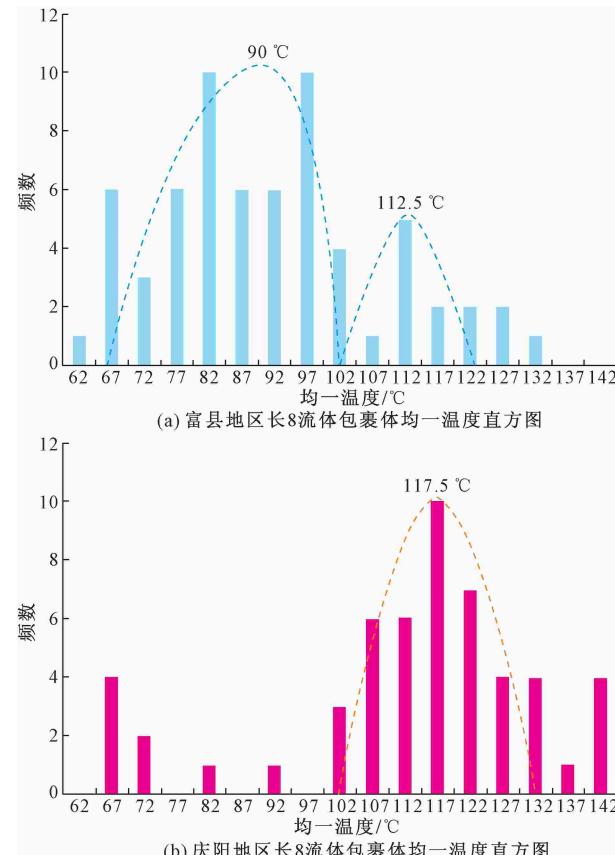


图 5 富县地区和庆阳地区长 8 流体包裹体均一物温度直方图

Fig. 5 Temperature histograms of Chang 8 fluid inclusion homogenates in Fuxian and Qingyang areas

表 4 富县地区长 8 流体包裹体测温数据

Table 4 Testing data of homogenization temperature of fluid inclusions of Chang 8 reservoir in Fuxian area

井号	赋存矿物状态	包裹体分布形态	测温点数目	均一温度/°C			共生类型
				最小	最大	均值	
FZ183	石英矿物	带状分布	15	61	105	82.3	液烃包裹体
FZ183	方解石胶结物	成群分布	4	70	101	81.5	液烃包裹体
FZ206	石英矿物	带状分布	20	83	102	90.45	液烃包裹体
FX84	石英矿物	带状分布	20	70	126	96.45	液烃包裹体
FX84	石英矿物	带状分布	6	133	109	119.3	气液烃包裹体

表 5 庆阳地区长 8 流体包裹体测温数据

Table 5 Testing data of homogenization temperature of fluid inclusions of Chang 8 reservoir in Qingyang area

井号	赋存矿物状态	包裹体分布形态	测温点数目	均一温度/°C			共生类型
				最小	最大	均值	
ZH39	石英矿物	带状分布	8	65.4	132.3	82.7	液烃包裹体
ZH39	石英矿物	零星状分布	4	114.3	134.7	122.3	液烃包裹体
N65	石英矿物	带状分布	7	92	208.8	142.5	液烃包裹体
Z91	石英矿物	带状分布	20	70	126	96.45	液烃包裹体
B105	石英矿物	孤独状分布	6	105.6	152.3	122.1	液烃包裹体
X89	石英矿物	孤独状分布	6	106.8	130.9	118.5	液烃包裹体
X96	石英矿物	带状分布	7	83.6	143.5	114.7	液烃包裹体

表 6 鄂尔多斯盆地南部长 8 油层组砂岩磷灰石裂变径迹测试数据

Table 6 AFT data of Chang 8 reservoir sandstone samples in southern Ordos Basin

层位	模拟长度/mm	实测长度/mm	模拟年龄/Ma	实测年龄/Ma	K-S test/%	Age GOF/%
长 8	12.1 ± 2.1	11.8 ± 2.4	31.0 ± 2.0	30.7 ± 2.4	67	94

注:K-S test 代表径迹长度总体拟合率;Age GOF 代表径迹年龄总体拟合率。

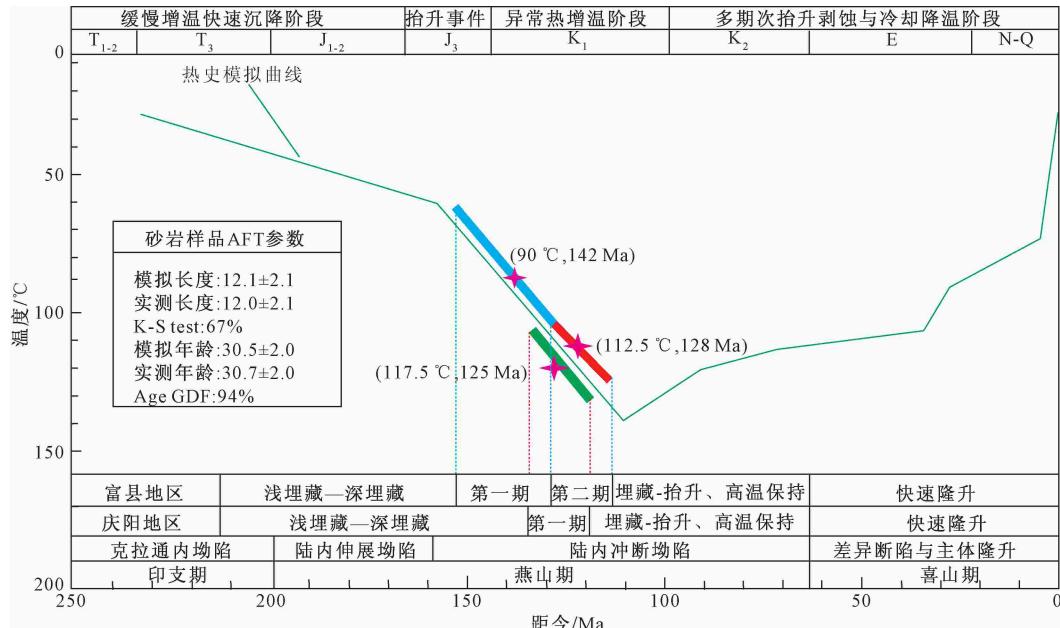


图 6 富县-庆阳地区延长组长 8 油层组构造-埋藏热演化史

Fig. 6 Structural and burial thermal evolution history of Chang 8 reservoir of Yanchang Formation in Fuxian and Qingyang areas

4 长 8 油层差异成藏过程分析

通过对富县—庆阳地区储层特征及油气充注时期的分析,认为富县和庆阳地区差异成藏过程主要表现为沉积规模、储层物性、油气成藏年代等因素的不同,基于此,总结了两个地区的油气成藏模式。

4.1 东、西部沉积规模不同

研究区发育大型的复合三角洲沉积体系,从西向东主要发育镇原—庆阳三角洲、宁县—合水三角洲和富县三角洲沉积体系。富县地区处于湖盆中心,主要发育三角洲前缘沉积体系,砂体厚度大,由北东朝西南方向,呈带状展布,为油藏的发育打下良好的物质基础,而西部庆阳地区发育辫状河三角洲沉积相,其沉积规模小于富县地区。

4.2 东、西部储层物性差异较大

在沉积作用和成岩作用的影响下,庆阳地区储层物性比富县地区储层物性差,其中富县地区孔隙度为 8.59%,渗透率为 0.42 mD^[11],庆阳地区孔隙度为 6%,渗透率为 0.1 mD^[12]。研究区东部富县地区分选较好,泥质含量较低,孔隙类型主要为溶蚀孔,其溶蚀孔的发育对低渗储层的物性起到良好的改善作用,同时优化了孔隙结构的配

置关系,为油气的富集提供了很好的储集场所。研究区西部庆阳地区发育暗色泥质粉砂岩互层,埋藏深度大,同时受压实和胶结作用的影响,储层物性较差,虽然部分位置发育有长石的溶蚀,但是规模不大,总体上庆阳地区的储层物性比富县地区差。

4.3 东、西部油气成藏年代不同

通过结合以上对鄂尔多斯盆地南部延长组长 8 油层组包裹体的特征分析,可确定出研究区东部富县地区存在两期包裹体,通过图 5 可以看出 2 期包裹体均一温度峰值较为接近,说明油气在充注过程中是连续的,根据包裹体的均一温度结合盆地热演化史的恢复,可推断出油气充注时间,第 1 期油气包裹体形成时间较早,此时充注的原油成熟度偏低,充注时间为距今 155~128 Ma,为晚侏罗世-早白垩世;第 2 期油气包裹体丰度高,油气充注时间为距今 128~115 Ma,处于早白垩世中期(图 6)。

西部庆阳地区虽然也存在两期包裹体,但第 1 期包裹体形成时间早,原油成熟度较低,并不是主要的油气成藏期^[16];第 2 期油气包裹体均一温度峰值为 117.5 °C,油气充注期对应于 135~120 Ma,根据热史模拟结果认为主要的成藏时间为 125 Ma,处于早白垩世中期(图 6)。

4.4 东、西部运聚成藏模式

在晚侏罗世, 富县地区长 9 李家畔页岩热演化程度高, 已进入主要生排烃期, 油气沿着河道砂体向长 8 油层组进行运移聚集, 且长 8 油层砂体垂向上相互重叠、侧向上相互连通, 同时长 9 油气也可在其内部进行长距离的侧向运移, 在此时期长 7 段源岩成熟度不高, 充注较弱, 不作为主要的供烃来源; 庆阳地区此时长 9 源岩成熟度较低, 生烃强度不大, 三角洲前缘砂体是油气运移的主要通道, 源岩生成的少量油气沿着砂体进入长 8 储层内, 此时成藏组合为下生上储[图 7(a)、图 7(b)]。

在早白垩世, 庆阳地区构造活动强烈^[17], 形成大量断裂带, 长 7 和长 9 烃源岩进入生排烃期, 为主要的供烃来源, 其生烃能力增强, 油气沿断裂通道向储层内部进行大量充注, 长 8 油层组同时受两套

源岩的供烃作用, 成藏组合为上生下储和下生上储; 富县地区长 7 烃源岩油气大量生成^[18], 此时长 7 作为该地区主力烃源岩, 其生成的油气在异常高压的作用下沿河道砂体向长 8 油层组进行大量充注, 但由于富县地区构造幅度较小, 断裂不发育, 此时油气充注相对庆阳较弱[图 7(c)、图 7(d)]。

5 结论

(1) 东部富县地区延长组为三角洲前缘沉积相, 砂体厚度大, 分选较好, 西部庆阳地区延长组为辫状河三角洲沉积相, 沉积规模小于富县地区; 受沉积和成岩作用的双重控制, 富县地区储层物性好于庆阳地区。

(2) 东部富县地区主要经历了 2 期油气充注, 第 1 期油气充注期次对应于距今 155~128 Ma, 为

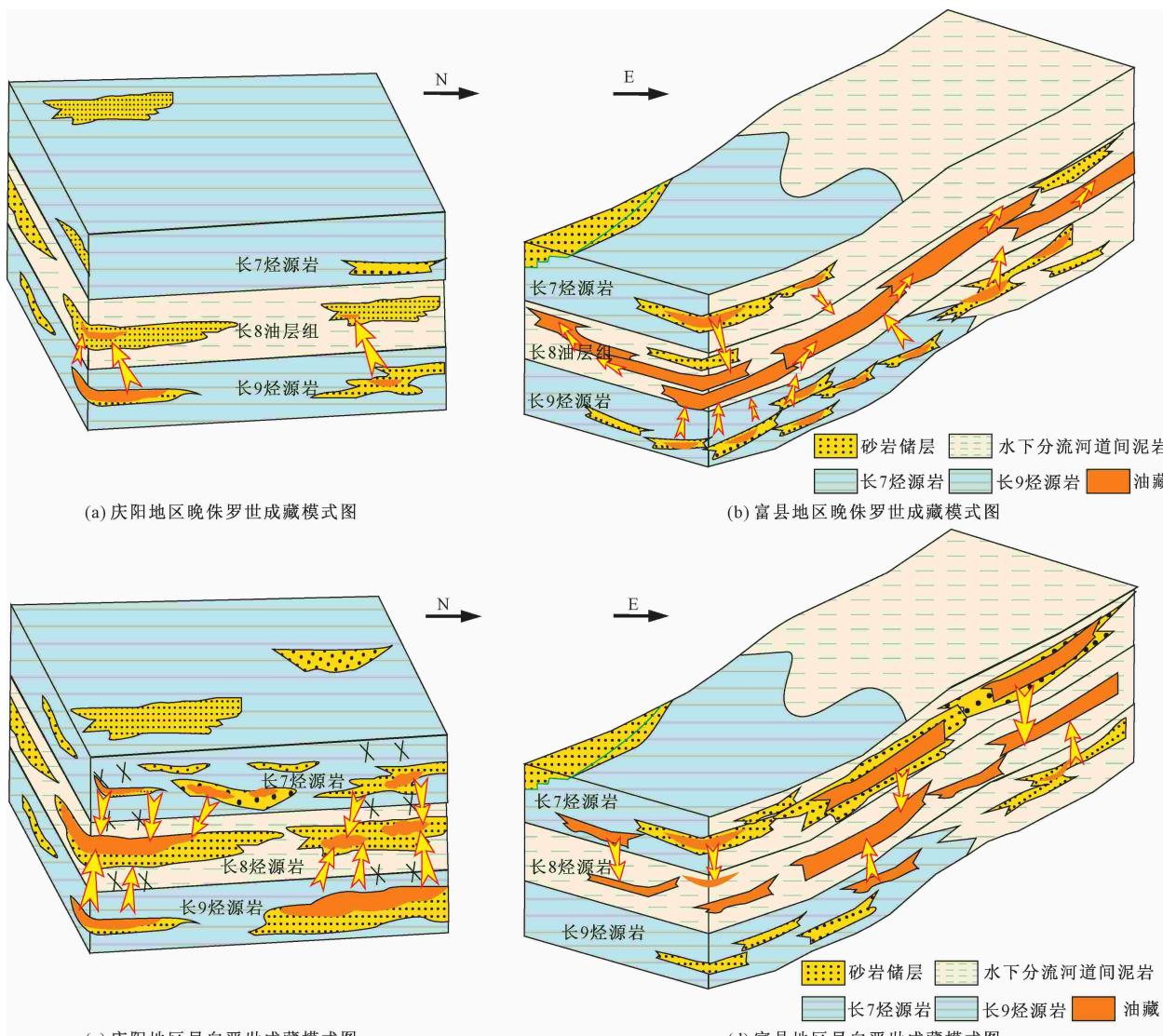


图 7 庆阳地区和富县地区成藏模式图

Fig. 7 Patterns of accumulation in Qingyang area and Fuxian area

晚侏罗世-早侏罗世;第2期油气充注期次对应于距今128~115 Ma,为早白垩世中期。西部庆阳地区主要经历了1期强烈的油气充注,对应于距今135~120 Ma,为早白垩世中期,其主要的成藏时间为125 Ma。

(3)在不同时期,富县—庆阳地区运聚成藏模式存在差异。在晚侏罗世,富县地区长9李家畔页岩进入主要生排烃期,油气沿河道砂体向长8油层组进行运移聚集,而庆阳地区此时长9源岩生烃强度不大,仅有少量油气进入长8储层内,此时成藏组合为下生上储;在早白垩世中期,庆阳地区构造活动强烈,形成大量断裂带,此时长7和长9作为主要的供烃来源,油气沿断裂通道向储层内部进行大量充注,成藏组合为上生下储和下生上储,而富县地区此时长7烃源岩油气大量生成,其生成的油气沿砂体向长8油层组进行充注,但由于富县地区断裂不发育,油气充注相对庆阳较弱。

参 考 文 献

- [1] 李德生. 中国多旋回叠合油气盆地的理论与勘探实践[J]. 新疆石油地质, 2013, 34(5): 497-503, 495.
Li Desheng. China's multicycle superimposed petrolierous basins: theory and explorative practices [J]. Petroleum Geology of Xinjiang, 2013, 34(5): 497-503, 495.
- [2] 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 Junjie. Tectonic evolution and oil and gas distribution in Ordos Basin [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2002.
- [3] 王昌勇, 郑荣才, 李忠权, 等. 鄂尔多斯盆地姬塬油田长8油层组岩性油藏特征[J]. 地质科技情报, 2010, 29(3): 69-74.
Wang Changyong, Zheng Rongcui, Li Zhongquan, et al. Characteristics of lithologic reservoir of interval 8 of Yanchang Formation in Jiyuan Oilfield of Ordos Basin [J]. Geological Science and Technology Information, 2010, 29(3): 69-74.
- [4] 姜振学, 庞雄奇, 黄志龙. 叠合盆地油气运聚期次研究方法及应用[J]. 石油勘探与开发, 2000(4): 22-25.
Jiang Zhenxue, Pang Xiongqi, Huang Zhilong. Research method and application of oil and gas migration and accumulation periods in superimposed basins [J]. Petroleum Exploration and Development, 2000(4): 22-25.
- [5] 庞雄奇, 周新源, 姜振学, 等. 叠合盆地油藏形成、演化与预测评价[J]. 地质学报, 2012, 86(1): 1-103.
Pang Xiongqi, Zhou Xinyuan, Jiang Zhenxue, et al. Hydrocarbon reservoirs formation, evolution, prediction and evaluation in the superimposed basins [J]. Journal of Geological, 2012, 86 (1): 1-103.
- [6] 刘秀婵, 陈西泮. 鄂尔多斯盆地富县地区长8油层组致密油成藏主控因素分析[J]. 油气藏评价与开发, 2019, 9(1): 1-7.
Liu Xiuchan, Chen Xipan. Analysis on main controlling factors of tight oil reservoirs in Chang-8 reservoir of Fu County, Ordos Basin [J]. Reservoir Evaluation and Development, 2019, 9(1): 1-7.
- [7] 王宝萍, 崔维兰, 张凤奇, 等. 鄂尔多斯盆地东南部富县—黄龙地区长8油层组勘探潜力分析[J]. 非常规油气, 2015, 2(3): 27-33.
Wang Baoping, Cui Wuilan, Zhang Fengqi, et al. Analysis on exploration potential of Chang 8 pay zone in Fuxian-Huanglong Area, Southeastern Ordos Basin [J]. Unconventional Oil and Gas, 2015, 2(3): 27-33.
- [8] 李亮, 蒋天昊, 彭建, 等. 鄂尔多斯盆地华庆地区侏罗系富县组油藏主控因素研究[J]. 沉积与特提斯地质, 2017, 37(1): 55-63.
Li Liang, Jiang Tianhao, Peng Jian, et al. Controlling factors of the oil reservoirs from the Jurassic Fuxian Formation in the Huaqing region, Ordos Basin [J]. Sedimentary Geology and Tethyan Geology, 2017, 37(1): 55-63.
- [9] 苏萌. 华庆地区中生界侏罗系富县组油藏成藏富集规律[D]. 西安: 西安石油大学, 2020.
Su Meng. Accumulation and enrichment law of Jurassic Fuxian Formation reservoir in Mesozoic in Huaqing area [D]. Xi'an: Xi'an Petroleum University, 2020.
- [10] 丁超, 郭顺, 郭兰, 等. 鄂尔多斯盆地南部延长组长8油藏油气充注期次[J]. 岩性油气藏, 2019, 31(4): 21-31.
Ding Chao, Guo Shun, Guo Lan, et al. Hydrocarbon charging time of Chang 8 reservoir of Yanchang Formation in southern Ordos Basin [J]. Lithologic Reservoirs, 2019, 31(4): 21-31.
- [11] 邓亚仁. 鄂尔多斯盆地富县区域延长组长8层段致密砂岩储层微观结构特征研究[D]. 西安: 西北大学, 2017.
Deng Yaren. Research on tight sandstone oil reservoir microscopic structure of Chang 8 Member of Triassic Yanchang Formation in Fuxian area, Ordos Basin [D]. Xi'an: Northwest University, 2017.
- [12] 胡延旭. 鄂尔多斯盆地西南部庆阳地区长8油层组储层描述与评价[D]. 西安: 西北大学, 2014.
Hu Yanxu. Reservoir description and evaluation of Chang 8 oil layer group in Qingshang area, southwestern Ordos Basin [D]. Xi'an: Northwest University, 2014.
- [13] 郑忠文, 王乾右, 葛云锦, 等. 鄂尔多斯盆地西部延长组长8~长6段致密储层微观孔隙特征差异[J]. 科学技术与工程, 2018, 18(15): 69-80.
Zheng Zhongwen, Wang Qianyou, Ge Yunjin, et al. Differences of microscopic pore characteristics among the Yanchang Formation Chang 8 ~ Chang 6 tight reservoirs in the Western Ordos Basin [J]. Science Technology and Engineering, 2018, 18 (15): 69-80.
- [14] 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 Jingzhou. Research progress and development trend of petroleum accumulation chronology [J]. Advances in Earth Science, 2002, 17(3): 378-383.
- [15] 周祖翼, 毛凤鸣, 廖宗廷, 等. 裂变径迹年龄多成分分离技术及其在沉积盆地物源分析中的应用[J]. 沉积学报, 2001(3): 456-458.
Zhou Zuyi, Mao Fengming, Liao Zongting, et al. Estimation of the multi-component fission track age data and its application in the provenance study of sedimentary basins [J]. Journal of Sedimentary, 2001(3): 456-458.
- [16] 冯胜斌, 牛小兵, 方艳兵, 等. 华庆地区长8石油成藏期次与储层演化关系及其石油地质意义[C]//第十二届全国古地理

- 学及沉积学学术会议论文摘要集. 北京: 古地理学报, 2012; 289.
- Feng Shengbin, Niu Xiaobing, Fang Yanbing, et al. The relationship between reservoir forming stages and reservoir evolution of Chang 8 petroleum in Huaqing area and its petroleum geological significance[C]//Abstract Collection of Papers of the 12th National Palaeogeography and Sedimentology Academic Conference. Beijing: Journal of Palaeogeography, 2012; 289.
- [17] 楚美娟, 李士祥, 刘显阳, 等. 鄂尔多斯盆地延长组长8油层组石油成藏机理及成藏模式[J]. 沉积学报, 2013, 31(4): 683-692.
- Chu Meijuan, Li Shixiang, Liu Xianyang, et al. Accumulation mechanisms and modes of Yanchang Formation Chang 8 interval hydrocarbons in Ordos Basin[J]. Journal of Sedimentary, 2013, 31(4): 683-692.
- [18] 邓亚仁, 任战利, 马文强, 等. 鄂尔多斯盆地富县地区长8层段致密砂岩储层特征及充注下限[J]. 石油实验地质, 2018, 40(2): 288-294.
- Deng Yaren, Ren Zhanli, Ma Wenqiang, et al. Reservoir properties and hydrocarbon charging threshold of Chang 8 tight sandstones in Fuxian area, Ordos Basin[J]. Petroleum Geology & Experiment, 2018, 40(2): 288-294.