

定边油田油房庄油区长 8_2^2 储层地质特征及经济性分析

杜芳东 赵春利 乔伟 温佳霖 (延长油田股份有限公司定边采油厂, 陕西 定边 718699)

摘要: 定边油田油房庄区主要含油层位延 9_3 、延 10_1 、长 8_2^2 , 其中延 9_3 、延 10_1 油藏开发较早, 而长 8_2^2 油藏是近年发现, 并初步开发的。长 8_2^2 油藏存在井控程度低、天然能量不足、地质认识浅、注采井网不完善、水驱控制程度和油藏动用程度较低等开发难题, 因此, 在油田开发方案制定前, 需开展该区长 8_2^2 油层组地质特征研究, 为开发方案的制定提供技术支持。

关键词: 油房庄油区; 长 8_2^2 层; 砂岩储层; 经济性

定边油田处于鄂尔多斯盆地伊陕斜坡中西部, 根据我国行政区域划分结果显示位于陕西省境内, 距离定边县城约 18km 左右。该区东邻定边县城, 西到定边与盐池边界, 南接五星庄油区。区域始探于 2004 年, 主要发现 9_3 、延 10_1 油藏, 2018 年勘探发现长 8_2^2 工业油藏。根据录井显示及测井资料情况, 结合生产实际, 该区长 8_2 具有良好的勘探开发前景。油房庄油区作为定边油田勘探新区, 具有资源拓展、稳定开发的前景, 对其进行地质研究及有利区预测有着重要的理论与现实意义。

1 地层划分与对比

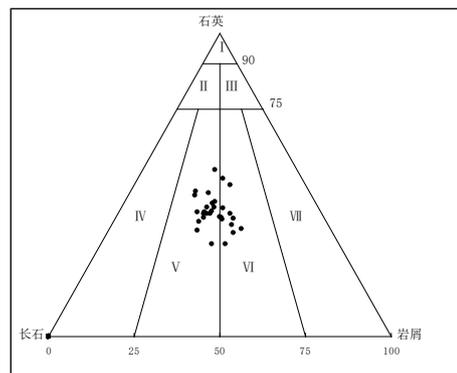
研究区长 8 油层组发育浅灰、深灰色长石岩屑砂岩或岩屑长石砂岩与深灰色、暗色泥岩互层沉积。长 8 与长 7 以 K_1 为界, K_1 又称“张家滩页岩”, 是长 7 油层组底部的一套黑色油页岩、碳质泥岩、凝灰质泥岩; 长 8 与长 9 则以 K_0 为界, K_0 标志层位于长 8 底部, 岩性主要为暗色泥岩、页岩夹灰色粉细砂岩。该区长 8 与上覆长 7 油层组和下伏长 9 油层组为整合接触。依据地层划分、对比的结果, 长 8 地层自下而上可细分为长 8_2 与长 8_1 两个亚组, 进一步划分长 8_2^2 、长 8_2^1 、长 8_1^2 与长 8_1^1 四个小层。其中长 8_2^2 地层厚度多分布在在 20~26m 之间。

2 储层岩石学特征

2.1 岩石学特征

根据研究区内定探 XX 等 12 口井, 以及邻区共 24 个样品的砂岩薄片分析结果, 油房庄油区长 8_2^2 储层岩性以浅灰、深灰色细粒—极细粒长石岩屑砂岩或岩屑长石砂岩为主 (图 1)。砂岩碎屑颗粒粒径规格约为 0.12mm~0.25mm 之间, 且肉眼观察可见细粒结构, 同时周围也可见粉砂质结构, 极少部分有中粗砂结构。通过现场勘查结果也证实, 储层岩石中含有大量的碎屑成分, 其总含量约为 28.0%; 石英矿物是碎屑的主

要组成部分, 其总含量约为 41.2%, 甚至在少部分砂眼中石英材料的占比会进一步提升。长石的占比约为 31.0%, 主要分形结构为条纹长石和正长石、微斜长石等。碎屑中可见大量云母成分, 占比约为 5%。总体来看, 砂岩粒度较细、砂岩分选性总体中等—较好; 碎屑颗粒以次棱角状为主, 磨圆度较差; 砂岩结构成熟度中等—较差。



(I 石英砂岩; II 长石石英砂岩; III 岩屑石英砂岩; IV 长石砂岩; V 岩屑长石砂岩; VI 长石岩屑砂岩; VII 岩屑砂岩)

图 1 定边油田油房庄油区长 8_2^2 砂岩分类三角图

2.2 填隙物和胶结类型

填隙物含量一般介于 5.2~18.4% 之间, 平均 13.7%, 以粒间充填和粒表衬垫的铁方解石、高岭石为主, 含量约 2.2%~12.6%, 平均 7.4%, 其次为绿泥石、伊利石等, 常见石英次生加大。胶结类型以孔隙式为主, 常见孔隙—薄膜式和镶嵌—孔隙式。

3 储层孔隙特征

3.1 孔隙结构

研究区长 8_2^2 储层孔隙类型多样复杂, 孔隙发育较差, 孔隙类型以粒间残余孔隙为主, 占到面孔率的 58.9%~71.4%, 由成岩自生矿物由高岭石、铁方解石、等粘土矿物充填, 而在粒间孔的作用下可促进现场油气富集, 也是探查油藏的主要方向。同时本地区还有

少量的溶孔，此类溶孔占总数的30%左右，且主要溶孔类型为长石型，并在上述地质结构之间掺杂少量的裂隙或间孔，也可以保证油气的聚集效果。长 8_2^2 储层总面孔率一般在3.1%~10.5%之间，平均5.7%。孔径分布在7~79 μm 区间，平均孔径35 μm ，以小孔和小孔型为主，少量细孔型。

3.2 储层孔喉结构特征

现场测试结果显示， 8_2^2 油层的中间压力值约为5.36MPa，其排驱压力达到1.24MPa，且现场勘查油层孔径偏小，可见大量微小喉道。且孔喉分选系数0.13，规格偏小，是小孔微细喉型，该结构的测试结果如图2所示。

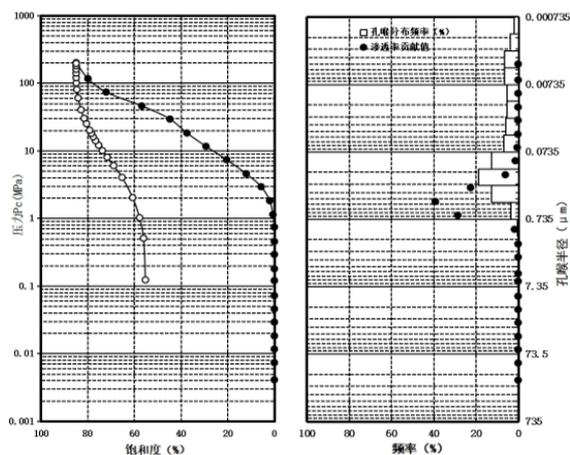


图2 油房庄油区定XX井2号样高压压汞测试分析

4 成岩作用对储层的影响

研究区长 8_2^2 砂岩储层大多属于水下分流河道、河口坝等沉积微相，水动力条件一般相对较弱，砂岩粒度较细，分选中等，粘土、云母等细粒物质含量较多，其原始孔隙度一般平均在27%左右。另外，由于砂岩中云母、塑性岩屑等在压实过程中极易变形，挤入砂岩原始孔隙之中，使砂岩原生孔隙降低。在胶结作用和压实作用过程中，原生孔隙孔隙度约有70%的损失，原生粒间孔经过压实后仅有8%左右。以晚期铁方解石为主的胶结物，又使砂岩损失了原生孔隙的20%左右，这样，在胶结作用和压实作用的双重作用下，砂岩剩余原生粒间孔孔隙度3%左右；在以粘土胶结为主的砂岩中，早期绿泥石薄膜胶结的砂岩中，由于绿泥石的发育限制了石英次生加大的发育，使得原生孔隙的保存略好于其他类型的砂岩。

长石的溶解作用对本区砂岩储集性能的改善起着建设作用。此外，对粘土胶结物的溶解也较为常见，对碳酸盐的溶解就很少了。溶解作用显著的改善作用，使得砂岩的孔隙度一般可以达到8%，局部甚至更高

达10%以上。

5 储层孔渗特征

5.1 孔渗特征

通过对研究区岩心孔渗测试，长 8_2^2 储层单井含油层段主要孔隙度分布范围在8.2~13.1%之间(图3)；渗透率分布范围主要在 $0.08\sim 6.24\times 10^{-3}\mu\text{m}^2$ 之间，(图4)。属低孔隙度，特低渗透率储层。

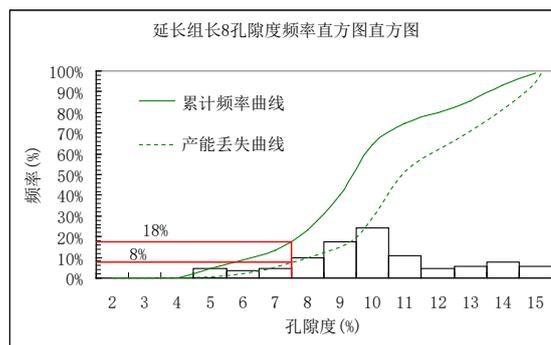


图3 油房庄长 8_2^2 孔隙度分布频率直方图

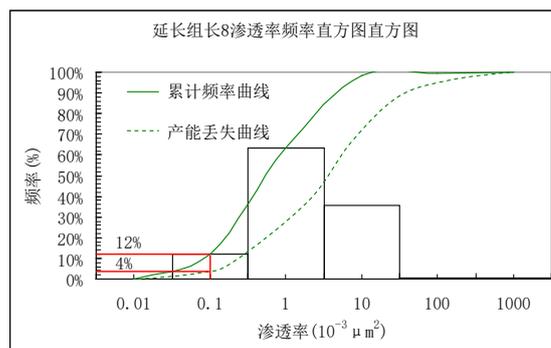


图4 油房庄长 8_2^2 渗透率分布频率直方图

5.2 相渗特征

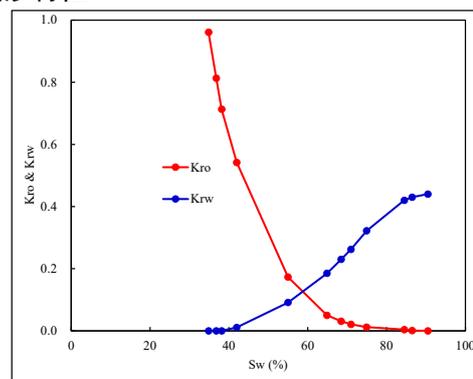


图5 油房庄油区长 8_2^2 油层相对渗透率曲线

研究区长 8_2^2 油层组储层束缚水饱和度平均值为34.77%，油相对渗透率 $0.03\times 10^{-3}\mu\text{m}^2$ ，等渗交点处含水饱和度平均值为55.82%，油水相对渗透率 $0.04\times 10^{-3}\mu\text{m}^2$ ，残余油时饱和度平均值为58.95%，油相对渗透率 $0.01\times 10^{-3}\mu\text{m}^2$ ，随含水饱和度的增加，油相

渗透率的下降和水相渗透率的增加均较快(图5)。

6 储层敏感性分析

在油田生产中可能会因为诸多不合理作业行为而加剧储层敏感性,例如相关地区油田在生产中发现注入或采油速度过高等问题则会导致储层敏感性改变。除此之外,不配伍性作业流体也造成敏感性损伤破坏,导致油田注采效果发生改变。此时根据 8_2^2 储层的实际情况来看,在储层岩石矿物基础上展开敏感性评价,则可更深入了解不同敏感性因素对油田生产质量的影响,根据现场测试结果可用于优化现场生产工艺内容,最终确定最佳的油田生产模式。储层速敏性室内评价实验表明(见表1),不同油区不同储层岩心速敏性较弱,为弱速敏至无速敏。储层水敏性室内评价实验表明(见表2),长8储层水敏性最强,为中等偏弱~强水敏。储层酸敏性室内评价实验表明(见表3),为弱盐敏。碱敏性实验结果显示(见表4),岩心无碱敏。

7 经济前景分析

油气储量是油田公司生存发展的基础,同时也是公司的核心资产,保持和提高油气储量的接替水平始终是油公司发展战略目标之一。随着国内油气勘探开发突出经济可采储量和主要油田公司国际化程度的提高,开展储量及其资产评估与管理越来越受油田公司的重视,油房庄油区作为定边油田勘探新区,具有资源拓展、稳定开发的前景。通过本区研究和与邻区对比,明确该区具备勘探开发的先决地质条件,初步预测资源面积约为 47km^2 。初步预测有利区2个。其中I有利区1个,约 4.4km^2 ;II类有利区1个,约 2.1km^2 。预计在I类长8有利区采用菱形反九点法井网可部署

油水井共33口,新增动用含油面积 2.54km^2 ,动用石油地质储量 $121.85 \times 10^4\text{t}$ 。预计可新建产能 $1.40 \times 10^4\text{t}$ 。参考邻区生产指标,油井生产初期自然递减取值为17%左右,10年后注水稳产阶段在5.0~6.0%之间。预计长 8_2^2 部署井10未来10年可累计产油 $12.2 \times 10^4\text{t}$,因此该区域具有较高的经济开采价值。

8 结论

①油房庄地区长 8_2^2 储层岩性以浅灰、深灰色细粒—极细粒长石岩屑砂岩或岩屑长石砂岩为主,并且从岩层性质来看,此类砂岩的细粒度较高,且砂岩选择性更高,但碎屑颗粒的磨圆度偏差,不利于正常生产;填隙物以粒间充填和粒表衬垫的铁方解石、高岭石为主,胶结类型以孔隙式为主;②油田生产效果受到压实与胶结作用影响,并且在外部挤压等一系列作用下可能会加剧原生粒间孔的破坏,最终可能会因为孔隙率偏低影响产能;③根据铸体薄片和扫描电镜等资料的综合分析,研究区储层物性较差,为低孔—特低渗储层,且孔隙度和渗透率具有良好的线性关系;孔径以中孔和小孔型为主,少量细孔型;喉道直径主要分布在 $0.09\sim 3.5\mu\text{m}$,以细喉道和微细吼道为主;④通过对研究区相渗和敏感性实验分析,随含水饱和度的增加,油相渗透率的下降和水相渗透率的增加均较快,呈现弱速敏至无速敏、中等偏弱~强水敏、强酸敏或极强酸敏、弱盐敏、无碱敏;⑤初步预测有利区2个,可部署油水井33口,新建产能 $1.40 \times 10^4\text{t}$ 。

参考文献:

[1] 郑庆华,刘乔,梁秀玲等.鄂尔多斯盆地上三叠统延长组长7油层组沉积相分析[J].地层学杂志,2020,44(01):35-45.

表1 速敏实验结果表

样品号	长度/cm	直径/cm	空气渗透率/ $\times 10^{-3}\mu\text{m}^2$	孔隙度/%	临界流速/mL/min	伤害率/%	伤害程度
1	2.688	2.558	0.0423	3.23	0.40	4.55	无速敏
3	3.026	2.552	0.0689	6.57	1.00	6.43	弱速敏

表2 水敏试验结果表

样品号	长度/cm	直径/cm	空气渗透率/ $\times 10^{-3}\mu\text{m}^2$	孔隙度/%	伤害率/%	伤害程度
2	3.172	2.542	0.0775	6.74	46.52	中偏弱
4	2.908	2.548	0.0629	2.908	18.48	弱水敏

表3 盐敏评价结果表

样品号	长度/cm	直径/cm	空气渗透/ $\times 10^{-3}\mu\text{m}^2$	孔隙度/%	临界矿化度	伤害程度
3	2.958	2.554	0.0293	3.28	/	弱
4	2.846	2.548	0.0761	6.75	/	弱

表4 碱敏评价结果表

样品号	长度/cm	直径/cm	孔隙度/%	渗透率/ $10^{-3}\mu\text{m}^2$					伤害率/%	碱敏程度
				空气	pH=7.1	pH=9	pH=11	pH=13		
2	2.746	2.542	3.28	4.9500	2.1431	2.2874	2.2857	2.2818	/	无
3	3.658	2.552	2.69	0.2484	0.0345	0.0369	0.0371	0.0374	/	无