

鄂尔多斯盆地姬塬地区 长9油藏油水分布关系分析

杨亚娟^{1,2}, 张雷^{1,2}, 张艳^{1,2}, 张才利^{1,2}, 唐潮^{1,3}

(1. 低渗透油气田勘探开发国家工程实验室, 西安 710018;

2. 长庆油田分公司勘探开发研究院, 西安 710018;

3. 长庆油田分公司第五采油厂, 西安 710018)

摘要: 鄂尔多斯盆地姬塬地区长9油藏油水分布关系复杂, 试油产水率较高。单井油水分布关系以油水共存型为主。文章从长9层地层水性质、油藏压力与流体单元、砂体连通性、残余油饱和度、油藏保存条件等方面分析了油水分布的控制因素。研究认为该区油藏存在多个流体单元, 同一流体单元内连通砂体上倾方向含油, 下倾方向含水, 不同流体单元具有相对独立的油水界面, 且长9油藏成藏过程中油气充注程度相对较低, 这些因素导致油藏油水分布关系复杂。

关键词: 鄂尔多斯盆地; 姬塬地区; 油藏; 油水分布; 流体单元; 含油饱和度

中图分类号: TE122.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2013)02-0263-05

0 引言

随着岩性油气藏勘探理论和技术的不断发展, 鄂尔多斯盆地石油勘探在延长组下部层系特别是长9油层不断取得突破。姬塬地区位于鄂尔多斯盆地石油探区的西北部(图1), 是长9油层勘探程度较高的地区, 以长9₁层为主要目的层, 埋深一般2400~2900 m。

姬塬地区长9油藏不同于盆地内已发现的陕北长6、陇东长8油藏的连片分布^[1-3], 它的油藏规模一般较小, 油水分布关系复杂, 试油产水率较高。本文从油水分布特征、流体单元、砂体连通性、残余油饱和度等方面综合分析, 探索该区油水分布的主要控制因素。

1 油水分布特征

姬塬地区长9₁层试油结果显示, 平面上, 大部分探井长9₁层试油均不同程度产水, 产水量一般为

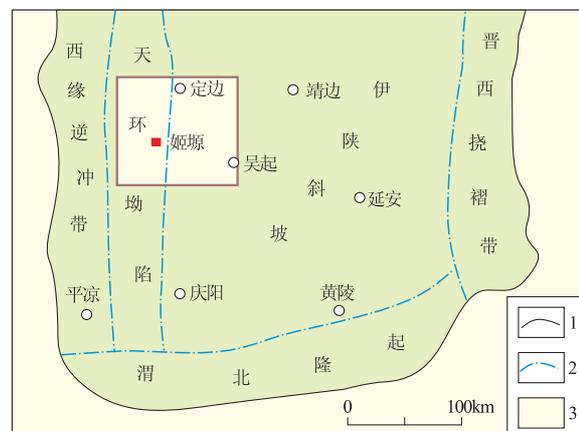


图1 研究区位置图

Fig. 1 Map showing location of the study area

1. 盆地边界; 2. 一级构造单元界线; 3. 研究区

2~70 m³/d, 以西北沉积体系产油、产水率较高; 纵向上, 姬塬地区长9₁砂体可分为上、下两层, 出油井点主要集中在上部砂体中。

通过对姬塬地区单井油水关系的分析, 可分为三大类: ①纯油型: 无底水, 上下遮挡条件好, 砂体厚度较大, 试油产量高; ②油水共存型: 通常油层在上

收稿日期: 2012-04-06; 改回日期: 2012-07-30; 责任编辑: 王传泰

作者简介: 杨亚娟(1974-), 女, 工程师, 主要从事石油地质综合研究工作。通信地址: 西安市未央区长庆油田勘探开发研究院; 邮政编码: 710018; E-mail: yyj_cq@petrochina.com.cn

表1 鄂尔多斯盆地姬塬地区延长组长 9_1 地层水分析数据表
Table1 Analysis of formation water in Chang 9_1 of Yanchang, Jiyuan area, Ordos Basin

井号	地层水离子的质量浓度 $\rho_B / (\text{mg/L})$						
	$\text{K}^+ + \text{Na}^+$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	CO_3^{2-}
安46	4745	5292	944	18792	746	146	0
池38	5961	6703	46	21256	0	96	0
池39	4789	3137	24	12820	0	314	0
池45	7347	12656	152	34394	0	48	0
峰12	7511	3998	182	19118	6	100	0
峰13	6795	10727	210	29691	415	107	0
耿150	3945	19190	4045	517310	0	0	150
耿80	4572	1927	24	9991	644	106	0

而水层在下,可分为2种情况,一种有底水,底水与油层之间有很好的隔层分隔开,油层与水层之间连通关系稍差或没有连通关系;另一种底水与油层直接相连或隔层较薄,试油结果产油量均较低或产水;
③纯水型:仅发育有水层或含油水层,测试以产水为主。

统计结果显示,单井油水关系主要以油水共存型为主,比例占61.9%。

2 流体单元特征

姬塬地区延长组长 9_1 油藏油水分布关系复杂,并非简单的构造上倾方向含油,下倾方向含水。导致油水关系复杂的主要原因是目的层段存在多个相

对封闭的流体单元,这在孔隙水离子组成与含量、成岩自生矿物、地层压力等方面均有明显的反映。

2.1 地层水离子组成与流体单元

长 9_1 层水分析结果(表1)表明,地层水离子的质量浓度存在明显差异,其中 Ca^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 离子质量浓度变化显著。塔河油田奥陶系的研究^[4]证实,地层水离子与质量浓度不同则处于不同的水文系统,因此,姬塬地区这种地层水离子组成及浓度差异初步揭示出该区地下可能并不存在一个统一的流体单元。

池75—池78井延长组长 9_1 砂体与地层水含量对比图(图2)显示,长 9_1 砂体虽然是连通的,但 Cl^- 含量变化明显,池70井 $\rho(\text{Cl}^-) = 33\ 960 \text{ mg/L}$,而与其相邻的池239井骤减 $\rho(\text{Cl}^-) = 3\ 320 \text{ mg/L}$,向

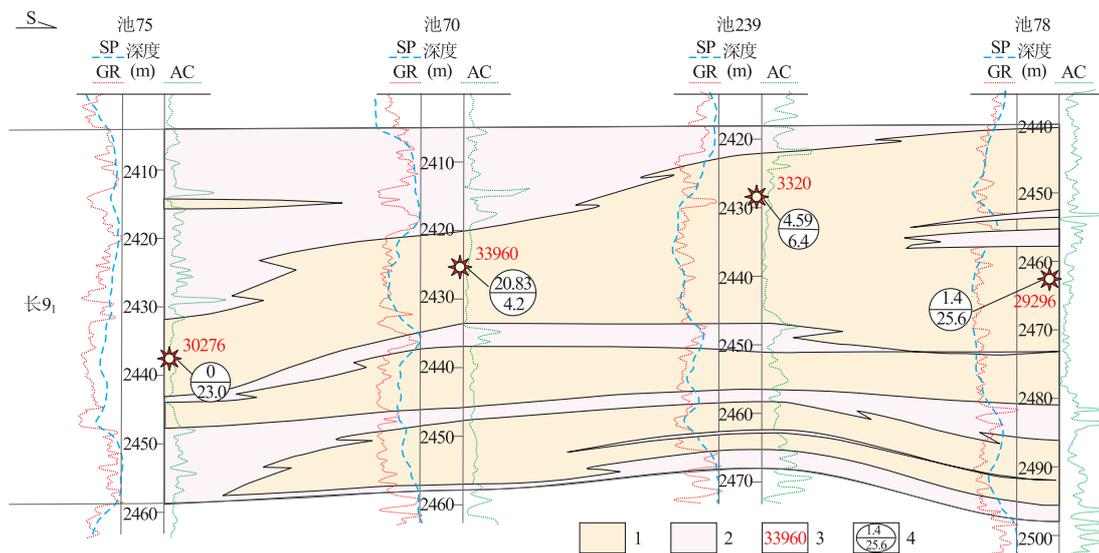


图2 池75—池78井延长组长 9_1 砂体与 Cl^- 含量对比图

Fig.2 The contrast of sand connectivity and the content of Cl^- in Chang 9_1 of Yanchang from well C_{75} — C_{78}

1. 砂岩; 2. 泥岩; 3. Cl^- 含量; 4. 试油成果

表 2 姬塬地区延长组长 9 地层压力数据表

Table 2 Formation pressure in Chang 9 of Yanchang Formation, Jiyuan area

井号	深度/m	静水压力/MPa	地层压力/MPa	压力系数 MPa/100 m
坊 100-100	2895.0	29.0	23.89	0.83
坊 103-98	2829.4	28.3	21.57	0.76
塬 36-94	2749.0	27.5	22.46	0.82
塬 38-95	2750.0	27.5	22.69	0.83

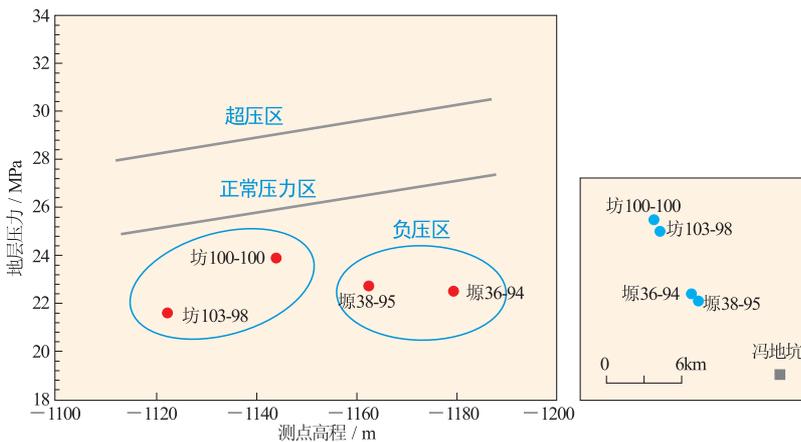


图 3 姬塬地区延长组长 9 测点高程与地层压力关系图

Fig. 3 Relation of altitude and formation pressure in Chang 9 of Yanchang Formation, Jiyuan are

南至池 78 井 Cl^- 又上升: $\rho(Cl^-) = 29\ 296\ mg/L$; Cl^- 质量浓度的明显变化表明这几口井并不处于同一个流体单元,因而各井试油产量也相应的变化明显。

2.2 成岩自生矿物与孔隙流体封闭性

长 9₁ 砂体可划分为 3 个区块,东北部的安边地区、西北部的白儿庄地区、南部的罗庞塬地区。安边地区砂岩填隙物中自生碳酸盐矿物占填隙物总量的 9.6%,水云母含量占 14.7%;白儿庄地区砂岩填隙物中自生碳酸盐矿物占填隙物总量的 12.0%;罗庞塬地区砂岩填隙物中自生碳酸盐矿物占填隙物总量的 22.9%,水云母含量占 7.7%。填隙物组成及含量特征反映出这 3 个区块长 9₁ 砂岩在成岩作用过程中孔隙流体的性质具有较大差异。孔隙流体性质的差异是地下存在多个流体单元、孔隙流体相对封闭的结果。

2.3 地层压力与流体单元划分

长 9₁ 层收集到的 4 口井实测压力偏离正常静水压力的幅度差异明显(表 2)。依据井位平面分布、地层压力大小结合测压层段高程变化情况,可划分为 2 个压力单元(图 3),反映出姬塬地区长 9₁ 层

存在多个压力系统,也是存在多个流体单元的反映。

3 岩性和非均质性变化

长 9₁ 砂体为多期河道砂体在纵向上叠置而成,同期砂体中泥质夹层和不同期次砂体间的泥质隔层较为发育,砂体连通性较差,这种由岩性变化引起的砂体连通性变差或储层非均质性也是影响和控制油水分布的重要因素。在油水分布上表现为连通砂体的油水分布受构造控制,一般在构造上倾方向含油,下倾方向含水(图 4),而不是构造低部位普遍含水。

4 含油饱和度

姬塬长 9₁ 油层残余油饱和度集中分布在 10%~20%,平均 13.5%,与陕北长 6 层(27.2%)、陇东长 8 层(23.8%)相比,姬塬长 9₁ 油藏残余含油饱和度较低。统计全盆地长 4+5 层—长 9 层原油的密度、黏度(表 3)发现,各层平均原油密度均为 0.84 g/cm³,反映测试残余油饱和度时外界影响较小,长 9 油藏成藏过程中油气充注程度相对较低。

表 3 延长组原油密度和黏度统计表

Table 3 Density and viscosity of crude oil in Yanchang formation

层位	密度/(g/cm ³)	黏度/(mPa·s)
长 4+5	0.84	6.3
长 6	0.84	6.93
长 7	0.84	6.94
长 8	0.84	5.52
长 9	0.84	6.43

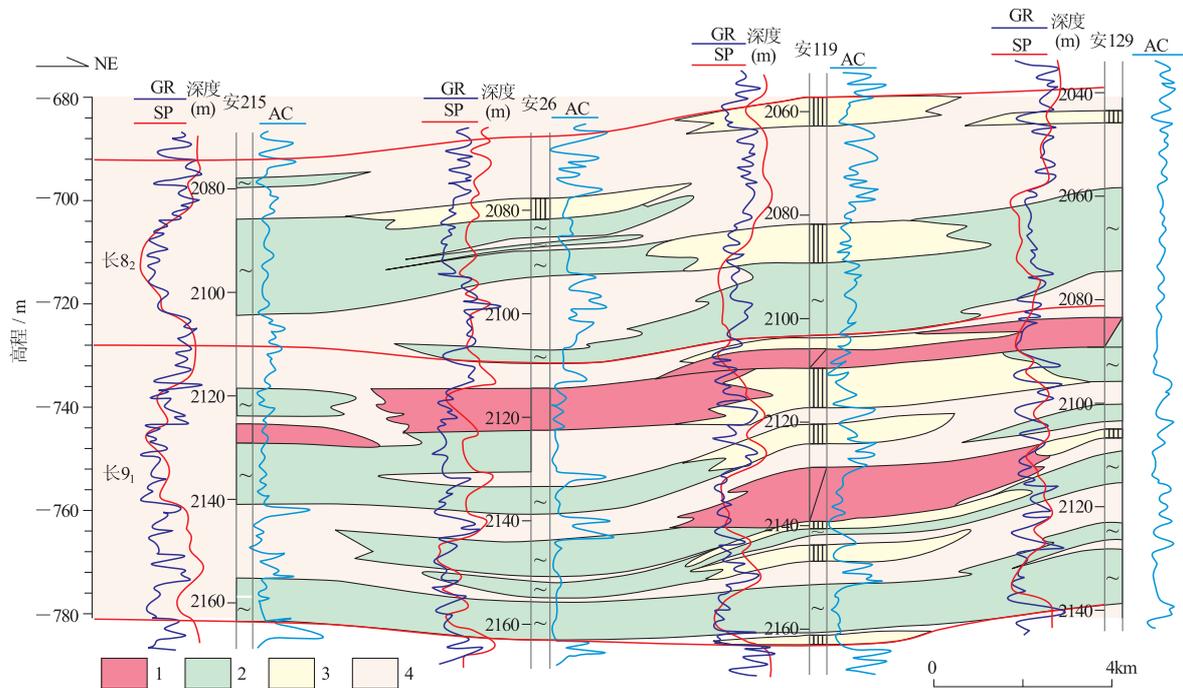


图4 安215—安129井延长组长8₂—长9₁剖面图

Fig. 4 Reservoir section plan of well An 215 - An 129 in Chang 8₂ - Chang 9₁, Yanchang Formation

1. 油层; 2. 水层; 3. 干层; 4. 泥岩

5 油藏保存条件

姬塬地区延长组长9地层水分析结果表明,该区地层水为CaCl₂型,矿化度为10~40 g/L,平均29.6 g/L,反映长9油藏保存条件较好;测定长9包裹体样品的初熔温度平均值为-45.8℃,接近三元盐水体系CaCl₂-NaCl-H₂O的低共结温度-52℃,并与长9地层水分析结果一致,佐证了该区长9油藏现今保存条件较好。

盆地的构造演化史分析表明,研究区中生界沉积后构造运动以持续沉降及整体抬升为主,断裂构造不发育,在临近西缘逆冲带尽管断裂相对发育但均不断穿白垩系,说明在中生界源岩大量生、排烃时期(白垩世)^[5-6]该区构造活动弱,有利于油藏的形成及保存。油藏形成后,油水分异作用形成了在相对独立砂带上倾方向含油,下倾方向含水的油水分布格局。

6 结论

姬塬地区由于处于盆地构造低部位,砂岩储层含水几率相对较高。中生界延长组长9油藏现今保存条件较好,存在多个压力系统,各压力系统具有相对独立的油水界面。在每个压力系统内连通砂体的油水分布受构造控制,一般在构造上倾方向含油,下倾方向含水,也存在连通砂体局部由于储层致密导致孔隙流体相对封闭,使油水关系更趋复杂。

从油藏的油水分布规律分析,在鄂尔多斯盆地姬塬地区尽管储层含水程度较高,但在相对独立砂体构造上倾方向仍能形成工业油藏,具有一定的勘探价值。

参考文献:

- [1] 武富礼, 赵靖舟, 闫世可, 等. 陕北地区中生界石油补偿成藏规律研究[J]. 石油学报, 2007, 28(3): 23-26.
- [2] 杨华, 窦伟坦, 喻建, 等. 鄂尔多斯盆地低渗透油藏勘探新技术[J]. 中国石油勘探, 2003, 8(1): 32-40.
- [3] 李士春, 冯朝荣, 殷世江. 鄂尔多斯盆地南部中生界延长组沉积体系与油气富集[J]. 岩性油气藏, 2010, 22(2): 79-83.

- [4] 刘建伟,张哨楠.塔河油田奥陶系油田水特征离子及意义[J].地质找矿论丛,2005,20(1):40-46. (4):47-50.
- [5] 王传远,段毅,杜建国,等.鄂尔多斯盆地长 9 油层组流体包裹体特征与油气成藏期次分析[J].地质科技情报,2009,28
- [6] 史建南,郑荣才,韩永林,等.鄂尔多斯盆地姬塬地区长 8 油层组岩性油藏成藏机理研究[J].岩性油气藏,2009,21(3):129-133.

Law of oil and water distribution in Chang 9 oil reservoirs of Jiyuan area, Ordos basin

YANG Yajuan^{1,2}, ZHANG Lei^{1,2}, ZHANG Yan^{1,2}, ZHANG Caili^{1,2}, TANG Chao^{1,3}

(1. National Engineering Laboratory for Low-permeability Petroleum Exploration and development;

2. Research Institute of Exploration and Development, Changqing Oilfield Company,

Petrochina, Xi'an 710018, China;

3. The 5th Oil plant, Changqing Oil and Gas Branch Company, Xi'an 710018, China)

Abstract: Oil-water distribution pattern is complex in Chang 9 oil reservoir of Jiyuan area, Ordos Basin. Most of Oil wells produce water in high percentage during oil test. For single well oil-water coexistence is the dominant distribution pattern. Oil-water distribution control factors were analyzed on basis of the formation water nature, oil reservoir pressure and fluid units, sand connectivity, remnant oil saturation and condition of preservation etc. Research shows that; there are multiple units in the oil reservoirs. In the same fluid unit, the connected sands contain oil to the updip direction and water to downdip direction. Relatively independent oil-water interface exists between different fluid units. Hydrocarbon charge is in lower degree in Chang 9 reservoir that leads to the complex oil-water distribution pattern.

Key Words: Ordos Basin; Jiyuan area; Oil reservoir; Oil-water distribution; Fluid unit; Oil saturation