

文章编号: 1001-6112(2009)04-0329-04

准噶尔盆地彩南油田流体性质变化特征及其意义

朱玉双^{1,2}, 王小军³, 李莉³, 邵飞³, 刘渊³

(1. 西北大学 大陆动力学国家重点实验室, 西安 710069; 2. 西北大学 地质学系, 西安 710069;
3. 长庆油田公司 第一采油厂, 陕西 延安 716000)

摘要:在油气运移过程中, 由于运移的层析效应、氧化变质、热变质作用及水动力条件的变化, 使地层流体即油气水的物理化学性质产生一系列的变化, 从而获知有关油气运移及保存方面的信息。研究表明, 断裂是彩南油田深部油气向上运移、渗入水向下渗透的通道, 上、下运移的流体均有水平顺层运移的特点。渗入水阻碍了油气继续向上散失, 对浅层次生油气藏的形成起到了推动作用。侏罗系西山窑组在彩南北断裂以西与彩南断裂以东不是一个水动力系统; 并且彩南北断裂以西地层水水动力较弱, 有利于油气的保存。侏罗系八道湾组在彩南北断裂以西与彩南断裂以东应属于同一个水动力系统, 且矿化度均较高, 有利于油气的保存。

关键词:流体特征; 油气运移; 油气保存; 彩南油田; 准噶尔盆地
中图分类号: TE122.3 **文献标识码:** A

VARIATION CHARACTERISTICS OF THE FLUID FEATURES AND ITS SIGNIFICANCE IN CAINAN OILFIELD OF THE JUNGGAR BASIN

Zhu Yushuang^{1,2}, Wang Xiaojun³, Li Li³, Shao Fei³, Liu Yuan³

(1. *State Key Laboratory of Continental Dynamics, Xi'an, Shanxi 710069, China;*
2. *Department of Geology, Northwest University, Xi'an, Shanxi 710069, China;*
3. *The First Oil Production Factory, Changqing Oilfield Company, PetroChina, Yan'an, Shanxi 716000, China*)

Abstract: In the migration process of oil and gas, the liquid's features may change because of oxidation—deterioration and thermal—deterioration and the change of the hydrodynamic force. So the information about the migration and preservation of oil and gas can be learned from the features of the liquids in formation. The results indicate that the fault can act as a passage for the liquid flowing, including oil and gas's migration and water's permeating. The flowing includes horizontal way along the formation. The permeating water obstructs the oil and gas migrating and disappearing. The Cainan North Fault and Cainan Fault in Jurassic Xishanyao Formation are not belong to one hydrodynamic force system, and the hydrodynamic force is weaker in the west of the Cainan North Fault than in other areas. The weaker hydrodynamic force is good for the hydrocarbon preservation. The Jurassic Badaowan Formation is one hydrodynamic force system in the west of the Cainan North Fault and the Cainan Fault, and the higher water salinity is good for the preservation of oil and gas.

Key words: liquid features; hydrocarbon migration; hydrocarbon preservation; Cainan Oilfield; Junggar Basin

1 彩南油田概况

彩南油田位于准噶尔盆地中央隆起带东端白家海凸起上, 它南邻阜康生油凹陷, 是一个受彩南背斜控制的构造型油田(图 1)。产层主要为中侏罗统西山窑组(J_2x)和下侏罗统三工河组(J_1s)。

目前在彩参 2、彩 9、彩 005 井的三工河组获得了工业性油气流, 彩 12 井获低产油流; 同时彩 9、彩 002、彩 003 井又在西山窑组获得工业性油气。另外彩 12、彩 001、彩 14、彩 004 在钻井过程中于西山窑组均见良好的油气显示。表明油气显示的好坏与油井所处的构造位置及油井所钻穿的层位关

收稿日期: 2008-06-05; 修订日期: 2009-12-08。

作者简介: 朱玉双(1968—), 女, 博士, 教授, 石油地质学。E-mail: yshzhu@nwu.edu.cn 或 xdyshzhu@163.com。

基金项目: 国家“九五”重点科技攻关项目(96-110-05-03-03)资助。

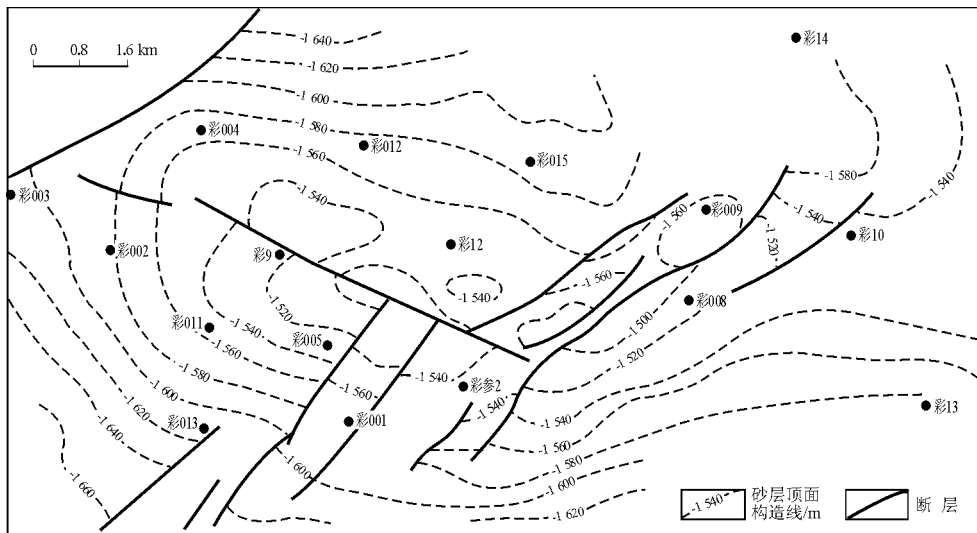


图 1 准噶尔盆地彩南油田井位及西山窑组顶面构造

Fig. 1 Well position of Cainan Oilfield and the structure of top J_{2x} in the Junggar Basin

系密切,这是由于流体运移和保存条件不同造成的。

2 流体性质变化特征及其意义

由于油气在运移过程中的层析效应,油气水的性质沿着运移的方向,有原油的密度、粘度、凝固点降低,天然气的甲烷含量及 ΔR_3 增大的特点^[1-6]。原油的性质同样会受到氧化变质及热变质作用的影响。原油的氧化变质作用常与油气藏遭受不同程度的破坏致使氧进入油气藏有关,油藏越靠近地表,原油遭受氧化作用越强,原油的密度越大、粘度越大^[2,7,8],相应其凝固点也会升高^[1,7-9]。地层深度对原油性质的影响,主要是由于随着地层深度的增加,相应的地层温度也上升,这就增加了原油热演化变质作用的强度,即石油在热力作用下向降低自由能而具有高化学稳定性方向变化^[4,8,9],分子裂解使原油密度降低。所以,在研究中如果遇到构造低部位的原油密度小,而构造高部位原油密度高的异常情况时,应注意到石油热演化变质作用对原油性质的影响^[5,8]。地层水的性质可以反映地层所处的水动力环境,一般还原环境水动力较弱,地层水的矿化度较高,且水型多为 $CaCl_2$ 型,这种环境有利于油气的保存;而较开放的氧化环境水动力较强,地层水的矿化度较低,且水型多为 $NaHCO_3$ 或 Na_2SO_4 型,这种环境不利于油气的保存。由此看出,流体性质反映了流体的运移方向和油气藏的保存情况^[9,10],因此,深入分析流体特征,对寻找油气藏具有指导意义。下面分别以 2 条剖面来说明流体特征与油气的运移和保存的关系。

2.1 彩 002 井—彩 10 井剖面

各井位置见图 2。从表 1 可以看出,无论是 J_{2x} 还是 J_{1s} ,均有从彩 12 井至彩 9 井至彩 002 井天然气组分中甲烷含量及 ΔR_3 上升的特征,表明了天然气有从彩 12 井向彩 9 井及彩 002 井方向运

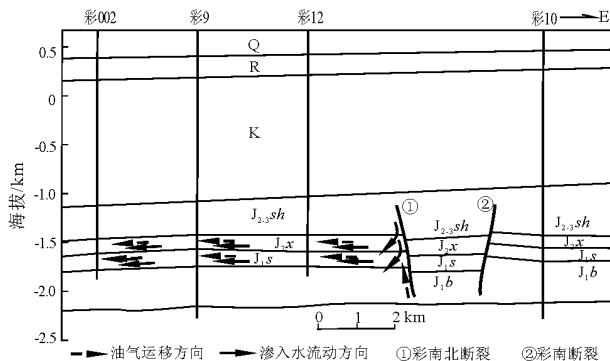


图 2 准噶尔盆地彩南油田彩 002 井—彩 10 井间流体运移剖面

Fig. 2 The vertical section of fluid migration between Well Cai002 and Well Cai10 of Cainan Oilfield in the Junggar Basin

表 1 准噶尔盆地彩南油田彩 002—彩 10 井剖面油气参数变化

Table 1 Changes of oil and gas's parameters at Well Cai002 to Well Cai10 section of Cainan Oilfield in the Junggar Basin

井号	层位	甲烷含量, %	ΔR_3	原油密度/ ($g \cdot cm^{-3}$)	原油粘度/ ($mPa \cdot s$)	原油凝 固点/ $^{\circ}C$
彩 12	J_{2x}	82.40	1.113			
彩 9	J_{2x}			0.835 4	5.29	24
彩 002	J_{2x}	95.70	2.215	0.832 2	4.49	20
彩 12	J_{1s}	94.56	1.330	0.833 9	4.80	20
彩 9	J_{1s}	95.42	3.636	0.829 6	4.20	20

移的特点。另外原油的密度、粘度、凝固点也有从彩 12 井至彩 9 井至彩 002 井方向降低的趋势,这就更加说明了油气有由彩 12 井向彩 9 井及彩 002 井方向运移的特点。由于彩 12 井、彩 9 井及彩 002 井同层位地层深度变化不大,也就排除了热变质作用对油气性质的影响。所以说彩南北断裂(图 2)西侧油气有顺层由东向西运移的特点。当然原油性质的这一变化也可能受氧化变质作用的影响,即浅层淡水或古地表水在沿断裂垂直下渗同时,也有顺层侧向渗透,造成越靠近渗入水入口处(彩南北断裂),原油遭受的氧化程度越强,结果是原油物性参数越大。如表 1 中, J_{2x} 地层中靠近彩南北断裂的彩 9 井原油密度、粘度、凝固点大于彩 002 井, J_{1s} 地层中靠近彩南北断裂的彩 12 井的原油密度、粘度也大于彩 9 井。

从 J_{2x} 中的地层水水质来看,彩南北断裂以西与彩南断裂以东矿化度大小差距悬殊(表 2),表明两断块不是一个水动力系统;并且彩南北断裂以西矿化度较高,说明该侧地层水水动力较弱,有利于油气的保存。 J_{1b} 的地层水在彩南北断裂以西与彩南断裂以东矿化度相差不大,表明东西两断块应属于同一个水动力系统,且矿化度均较高,有利于油气的保存。目前在彩 9、彩 002 井 J_{2x} 获得工业性油气,表明了彩南北断裂以西较弱的水动力环境使油气得以保存。后续的钻井实践也表明, J_{2x} 油层中彩南北断裂以西区块的产油情况明显好于彩南断裂以东区块。

2.2 彩参 2 井—彩 4 井剖面(白家海凸起—五彩湾凹陷)

各井位置见图 3。由表 3 可以看出,彩参 1 井石炭系(C_2b)甲烷含量明显低于彩 8 井及彩参 2 井 J_{1s} 地层的甲烷含量,并且 J_{1s} 的甲烷含量有由彩 8 井向彩参 2 井升高的趋势。这是由于天然气在运移过程中轻组分运移较快而产生了层析效应,造成沿

运移方向甲烷含量逐渐增大,即深部石炭系油气沿断裂(燕山期彩 4 井断裂)垂直向上部的 J_{1s} 地层运移,之后在 J_{1s} 地层中由彩 8 井向彩参 2 井方向顺层运移。在运移通道上天然气中甲烷含量不断增大,而原油的粘度及凝固点沿运移方向降低。在表 3 中彩参 1 井石炭系原油密度小于运移前方的彩 8 井、彩参 2 井,原因可能与携氧的低矿化度渗入水沿断层下渗之后,又顺层运移,使渗入水到达之处原油受到了氧化作用有关(图 3)。彩 8、彩参 2 井 J_{1s} 地层较彩参 1 井石炭系地层优先接受渗入水的氧化作用,使其原油密度加大;另外油气由深部向浅层运移过程中,除氧化作用外,温、压降低及脱气作用也会使原油密度加大。

沿断层垂直向下渗流的渗入水阻碍了深部油气继续向上散失,对浅层次生油气藏的形成起到了推动作用。彩 8 至彩参 2 井原油参数下降(表 3),说明渗入水同时也顺层水平渗流。当然彩 8 井因靠近渗入水入口处(彩 4 井断裂),故较彩参 2 井受渗入水氧化作用强,原油物性参数也较彩参 2 井大。另外,彩 8 井水型为 $NaHCO_3$ 型,彩参 2 井为 $CaCl_2$ 型,也说明了靠近渗入水入口处水动力较强,彩 8 井处受淡水影响较彩参 2 井较强。

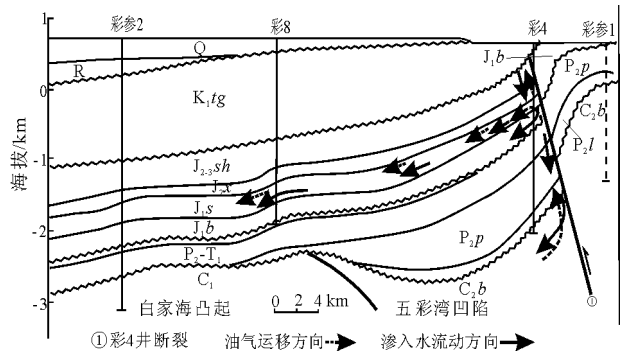


图 3 准噶尔盆地彩南油田彩参 2 井—彩 4 井之间流体运移剖面
Fig. 3 The vertical section of fluid migration between Well Caican2 and Well Cai4 of Cainan Oilfield in the Junggar Basin

表 2 准噶尔盆地彩南油田彩南断裂与彩南北断裂水动力比较

Table 2 The water hydrodynamic force comparison between Cainan Fault and Cainan North Fault of Cainan oilfield in the Junggar Basin

构造位置	井号	层位	矿化度/ ($g \cdot L^{-1}$)	水型
彩南断裂以东	彩 10	J_{2x}	1.676	$NaHCO_3$
	彩 10	J_{1b}	7.9	$NaHCO_3$
彩南北断裂以西	彩 12	J_{2x}	9.5	$NaHCO_3$
	彩 12	J_{1b}	8.1	$NaHCO_3$
	彩 9	J_{2x}	8.19	$NaHCO_3$
	彩 002	J_{2x}	9.9	$NaHCO_3$

表 3 准噶尔盆地彩南油田彩参 2—彩 4 井剖面油气参数变化

Table 3 Changes of oil and gas's parameters at the Well Caican2 to Well Cai4 section of Cainan Oilfield in the Junggar Basin

井号	层位	甲烷含量, %	原油密度/ ($g \cdot cm^{-3}$)	原油粘度/ ($mPa \cdot s$)	原油凝固点/ $^{\circ}C$
彩参 1	C_2b	76.67	0.794 0	13.12	20
彩 8 井	J_{1s}	91.50	0.836 6	4.46	20
彩参 2	J_{1s}	91.83	0.825 0	3.49	18

3 结论

1) 流体在运移过程中, 由于各种因素的影响(如氧化变质、热变质、断裂、水动力状况等), 使得流体性质沿运移路径发生了一系列的变化, 据此可由流体性质变化特征来判断油气的运移方向及油气的保存情况。

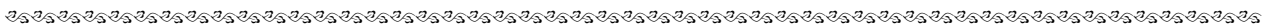
2) 燕山期的深大断裂是彩南油田深部油气向上运移、渗入水向下渗透的通道, 上、下运移的流体均有水平顺层运移的特点。而渗入水对浅层次生油气藏的形成起到了推动作用, 阻碍了油气继续向上散失。

3) 侏罗系西山窑组地层在彩南北断裂以西与彩南断裂以东不是一个水动力系统, 彩南北断裂以西矿化度较高, 说明该侧地层水水动力较弱, 有利于油气的保存, 并已在该断块获得工业性油气; 侏罗系八道湾组在彩南北断裂以西与彩南断裂以东应属于同一个水动力系统, 且矿化度均较高, 有利于油气的保存, 有望获得工业性油气。

参考文献:

- 1 邸世祥. 油田水文地质学[M]. 西安: 西北大学出版社, 1991
- 2 王仲候, 张淑君. 克拉玛依油区高矿化重碳酸钠型水的发现与特征[J]. 石油实验地质, 1998, 20(1): 39~43
- 3 郝石生, 陈章明. 天然气藏的形成与保存[M]. 北京: 石油工业出版社, 1995
- 4 潘钟祥. 石油地质学[M]. 北京: 地质出版社, 1986
- 5 加德日-卡苏莫夫 A C[苏]. 油藏原油性质的变化[M]. 王如义译. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1986
- 6 朱玉双, 王震亮, 高红等. 利用油气水物理化学特征探讨油气成藏机制[J]. 西北地质, 2000, 33(3): 29~35
- 7 王德海, 郭峰, 任国选等. 松辽盆地东南隆起区断层与油气运移及成藏[J]. 石油实验地质, 2006, 28(4): 1~5
- 8 朱玉双, 王震亮, 高红等. 油气水物化性质与油气运移及保存[J]. 西北大学学报, 2000, 30(5): 415~418
- 9 陈安定. 氮气对海相地层油气保存的指示作用[J]. 石油实验地质, 2005, 27(1): 85~89
- 10 朱玉双, 王震亮, 林艳萍等. 石西油田石炭系水动力特征及其与含油性关系[J]. 地球化学, 2003, 32(4): 387~392

(编辑 黄娟)



(上接第 328 页)

成因 CO₂ 气藏为主, 而在主力烃源岩系沙河子组、火石岭组上、下的碎屑岩中, 仍然有可能发现烃类油气藏或烃类与无机成因 CO₂ 混合油气藏。如大情字井—老英台隆起带, 目前许多钻井已揭示发现营城组上部火山岩为 CO₂ 气藏, 但其深部的沙河子组、火石岭组碎屑岩储层中仍然可能发育烃类油气藏。

3) 在有机成藏组合有利区带, 重点要勘探寻找埋深适中的复式油气藏, 尤其是靠近生烃中心的前排圈闭, 有可能发现规模相对较大的烃类油气藏。

参考文献:

- 1 周荔青, 雷一心. 松辽盆地断陷层系大中型油气田形成条件及勘探方向[J]. 石油与天然气地质, 2006, 27(6): 820~826

- 2 周荔青, 吴聿元, 张淮. 松辽盆地断陷层系油气成藏的分区特征[J]. 石油实验地质, 2007, 29(1): 7~12
- 3 吴聿元, 周荔青. 松辽盆地主要断陷大中型油气田形成分布特征[J]. 石油实验地质, 2007, 29(3): 231~237
- 4 付晓飞, 宋岩. 松辽盆地无机成因气及气源模式[J]. 石油学报, 2005, 26(4): 23~28
- 5 杨晓勇, 刘德良, 王伯长等. 无机成因二氧化碳气成藏研究[J]. 石油实验地质, 2007, 29(2): 154~161
- 6 谈迎, 刘德良, 李振生. 松辽盆地北部二氧化碳气成藏成因地球化学研究[J]. 石油实验地质, 2006, 28(5): 480~483
- 7 付晓飞, 云金表等. 松辽盆地无机成因气富集规律研究[J]. 天然气工业, 2005, 25(10): 14~17
- 8 刘福春, 王德海. 松辽盆地东南隆起区十屋断陷油气聚集规律[J]. 油气地质与采收率, 2001, 8(2): 14~17
- 9 李春光. 试论松辽盆地深层油气藏分布与形成[J]. 油气地质与采收率, 2004, 11(3): 31~33

(编辑 徐文明)