

# 石西油田流体分布规律及含油性评价

阿布力米提 王屿涛 蒋少斌

(新疆石油管理局勘探开发研究院, 克拉玛依 834000)

**提 要** 石西油田石炭系火山岩油藏流体分布在平面上具有明显规律,即由南向北原油性质逐渐变重,且不受构造的控制;地水的变化则东、西两块有别,西块为低矿化度水分布区,离子浓度增加梯度由南向北,东块为高矿化度水分布区,离子浓度增加梯度由西向东。综合研究认为,原油和地层水的运移或注入方向均由南向北;油藏中部断裂是分隔东西两侧地层水分布并进而影响油气产能的主要因素。

**关键词** 准噶尔盆地 原油 地层水 分布规律 流体运移 产能分析

分类号 P 618.13

第一作者简介 阿布力米提·依明 男 维族 26岁 助理工程师 地球化学

## 1 地质概况

### 1.1 构造和储层特征

石西构造属于准噶尔盆地腹部陆梁隆起南部陆南凸起中段的局部构造。其北紧邻石南凹陷,南与盆一井西凹陷相连,具有两面临凹的有利构造条件。该构造为火山岩组成的潜山,呈不规则状三角形垒块,构造北、南、西边界由三条较大的相向逆断层夹持而成。地体呈中部高四周低,并被众多断裂错落切割而复杂化的不规则隆起。垒块内部由石 007井东断裂和石 003井东断裂依次相连进一步切割为东、西两块,东块构造背景较高,高点位于石西 1井附近,西块构造相对较低,且顶部形态较平缓,高点位于石 003井处。

石西油田石炭系火山岩含油面积内油层段岩性主要为安山岩、英安岩、安山质角砾熔岩,英安质角砾熔岩,安山质火山角砾岩,英安质火山角砾岩等。孔隙类型主要为次生溶蚀孔隙,裂缝非常发育,裂缝发育强度在平面上受断层影响,

裂缝发育方向与其附近的断层走向大致相同。

### 1.2 油气产能特征

石西油田是 90年代准噶尔盆地勘探由边缘向腹部、由浅层向深层转移后的重大突破,亦是发现的第一个沙漠区火山岩油藏。位于油藏东侧的两口预探井——石西 1井、石西 2井分别于 1992年获得高产工业油流,当时,根据火山岩油藏特性提出该油藏为块状油藏,其统一的油水系统和油水界面,并上交了控制石油地质储量<sup>①</sup>。之后,在油藏西侧部署了三口评价井(石 001石 002石 003井),采取压裂工艺后意外地获得水层,直到目前对其油藏类型和含油性仍未有统一的认识,1994年仅上交东块探明石油地质储量,对西块的含水情况则根据火山岩垂直裂缝发育而推测是由压裂造成底水上窜<sup>②</sup>。但缺乏直接依据。本文根据较系统地采集各类流体资料,深入研究后认为,油藏西块地层水非压裂造成水窜所致,而是处于不同的水动力和水化学系统,活跃的地层水是造成油气产能下降的主要原因。

表 1 石西油田石炭系原油常规物性参数表

Table 1 Physical property parameters of the Carboniferous crude oil from the Shixi oilfield

井号	井段 (m)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	粘度(50°C) (mPa·s)	酸值 (mg/g)	凝固点 (°C)	含蜡 (%)	含硫 (%)	初馏点 (°C)
石西 1	4431~ 4445	0.8019	2.22	0.02	8.0	8.69	0.0047	80.5
石西 2	4500~ 4520	0.8140	3.21	0.05	12.0	7.06	0.0021	114
石 001	4454~ 4442	0.8227	4.26		18.0	9.05		130
石 004	4410~ 4420	0.8008	2.14	0.07	- 5.0	7.89	0.0050	85
石 005	4459~ 4502	0.8095	2.81	0.12	11.5	9.41	0.0103	86
石 006	4373~ 4390	0.7822	1.32	0.05	6.5	8.99	0.0020	78
石 007	4397~ 4420	0.8073	2.58	0.05	2.0	10.15	0.0060	98

① 余亮平等,石西油田石炭系控制石油地质储量报告。1993年。

② 张友平等,石西油田石炭系探明石油地质储量。1994年。

收稿日期: 1996- 10- 12

## 2 原油物性特征及平面变化规律

### 2.1 具挥发油—轻质油物理特性

表 1 列出石西油田石炭系原油常规物性参数,可以看到,原油密度均为  $0.80 \text{ g/cm}^3$  左右,酸值基本都在  $0.10 \text{ mg KOH/g}$  原油以下,含蜡量中等,含硫量极低(平均小于  $0.005\%$ ),这是迄今为止盆地内发现的最轻的一类原油。原油组成族中烷烃含量达  $90\%$  以上,极性化合物含量甚微,可以认为这是盆地演化程度最高的原油,原油类型为石蜡型,属挥发油—烃质油范畴<sup>[1]</sup>。

### 2.2 由南向北,原油性质逐渐变重

石西油田石炭系原油性质虽然很轻,但平面上的分布仍有明显的规律性,即由南向北,原油密度逐渐增大(图 1)。油藏最南的石 006 井原油密度和粘度最低,仅为  $0.7822 \text{ g/cm}^3$  和  $3.21 \text{ mPa}\cdot\text{S}(50^\circ\text{C})$ ,而向油藏最北端的石 001 井和石西 2 井过渡,密度和粘度逐渐增大,变化梯度平缓。

从图 1 中还可看到,原油性质的分布不受构造和断裂的控制,这种现象是较为特殊的,深入研究该油藏构造发展等地质特征后认为,异常发育的火山岩裂缝系统是造成油气横向迁移的主要原因。油气运移的指向非构造高点,而是石西

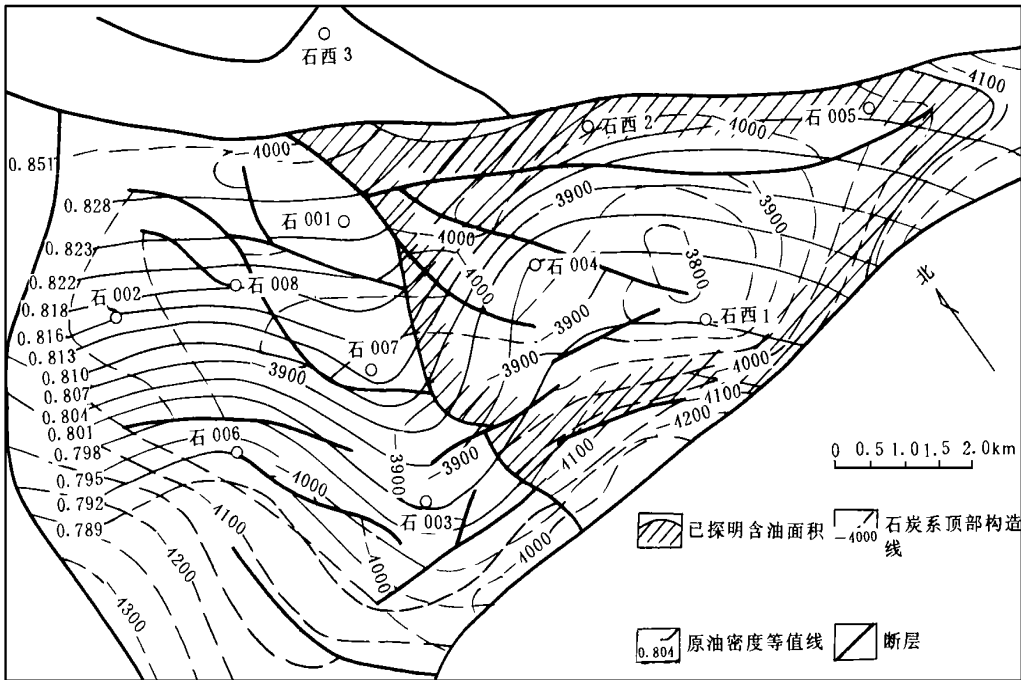


图 1 石西油田石炭系原油密度平面分布图

Fig. 1 Planar distribution of the density of the Carboniferous crude oil in the Shixi oilfield

表 2 石西油田石炭系地层水化学性质表

Table 2 Chemical properties of the formation water of the Carboniferous system in the shixi oilfield

井号	主要离子含量 (mg当量)					矿化度 (mg/L)	Na	Ca
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>+</sup>	K <sup>+</sup> + Ba <sup>+</sup>		Cl	Na
石西 1	7.752	323.75	9.52	99.95	237.71	19730	0.73	0.42
石西 2	7.71	365.64	9.06	103.24	253.21	22195	0.69	0.41
石 044	10.82	264.72	8.00	105.74	192.73	17947	0.7	
石 005		367.64	6.16			21644		
石 001	9.65	191.30	4.10	21.41	185.13	11650	0.97	0.12
石 002	8.88	181.28	6.81	71.31	169.94	11450	0.94	0.49
石 003	14.42	165.83	6.12	17.11	167.74	10330	1.01	0.10
石 006	9.01	153.27	6.95	8.98	189.09	10000	1.23	0.05
石 007	11.91	179.14	7.95	18.86	161.52	10680	0.90	

构造北侧的断块边界。

### 3 地层水化学性质及平面变化规律

#### 3.1 油藏东、西块具不同的地层水化学性质

石西油田地层水化学性质总体上看矿化度较高,  $\text{HCO}_3^-$  含量较低, 且为典型的  $\text{CaCl}_2$  水型, 反映了较封闭的地层水化学系统。但从各井水化学性质的对比发现, 以石 007 井东断裂为界限的油藏东、西两块具有不同的水化学特性(表 2)。油藏东块(探明含油范围)更具封闭的地层水化学环境, 而油藏西块则封闭性下降, 前者矿化度在 20 000 mg/L 左右, 后者在 10 000 mg/L 左右, 相差一倍; 另外, 主要离子含量亦表现了油藏东块较西块含量高, 两者相差也近一倍。可以认为, 石 007 井东断裂分割了石炭系东、西两块油藏, 使地层水化学性质表现出了明显差异。

#### 3.2 由南向北、由西向东, 地层水矿化度逐渐升高

石西油田石炭系油藏地层水除东、西两块具明显差异外, 平面上的分布也具有良好的规律性。由图 2 不难看出, 油藏西块地层水矿化度的变化梯度为由南向北逐渐增高; 而油

向西剖面中由石 006 井至石 005 井其地层水变化特征与南北向水化学剖面完全一致。

由上述水化学剖面还可看出另一重要特征是, 各项水化学系统参数变化曲线在石 007 井和石 004 井之间发生跃变, 曲线斜率发生明显变化。而这一变化点恰是石 007 井东断裂所在位置, 无疑此断裂起到了明显的分割作用, 使东块油藏封闭性大大增强。

### 4 流体运移及含油性评价

#### 4.1 流体运移 注入方向

##### 4.1.1 油气运移方向

已经述及, 石西油田石炭系原油由南向北逐渐变重, 且这种变化不受油藏内构造和断裂的控制。根据油气运移和热演化机理, 越靠近烃源区, 油气成熟度越高, 油质越轻。由此推测油气运移方向为由南向北, 烃源区为石西构造南邻的盆—井西凹陷。从原油性质及热演化程度分析, 油气的注入和成熟时间较晚, 推测咱燕山末期—喜山期<sup>[2]</sup>。

##### 4.1.2 地层水运移方向

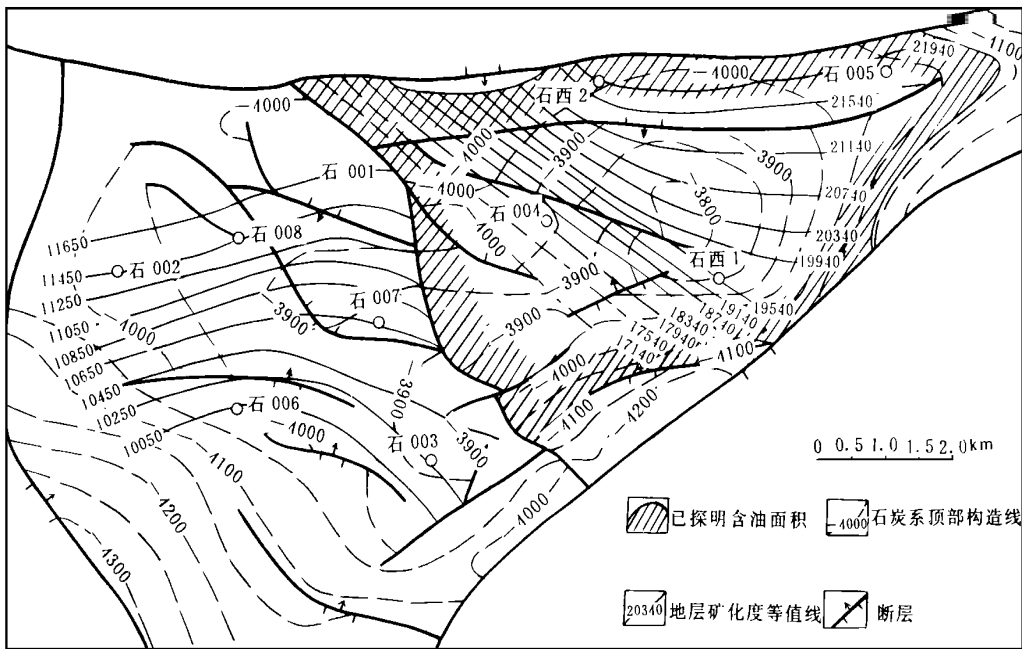


图 2 石西油田石炭系地层水矿化度平面分布图

Fig. 1 Planar distribution of the formation water salinity of the Carboniferous system in the Shixi oilfield

藏东块地层水矿化度的变化梯度则由西向东逐渐增高。上述变化反映了石 007 井东断裂两侧不同的水动力系统。

为了进一步反映地层水的平面变化特征, 选择了两条过石 007 井东断裂的近南北和东西向水化学剖面(图 3, 图 4)。明显看出, 南北向剖面中由石 003 井至石西 2 井地层水矿化度和氯离子含量明显增高,  $\text{Na}/\text{Cl}$  比值则明显降低; 同样, 东

由地层水化学性质的平面变化规律可以看出, 区域水动力方向为由南向北, 供水区在石西构造以南, 泄水区在石西构造以北。由于油藏北部边界断裂的封闭性, 造成地层水的相对滞留, 因而表现出越靠近补给区, 离子含量和矿化度越低, 而向北越接近断裂封闭区, 地层水封闭性能越好。

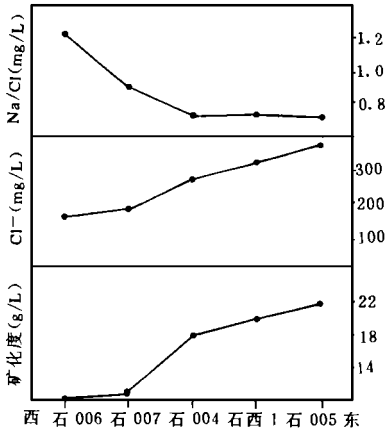


图 3 石西油田南北向水化学剖面

Fig. 3 Chemical profile of water in east- west direction in the Shixi oilfield

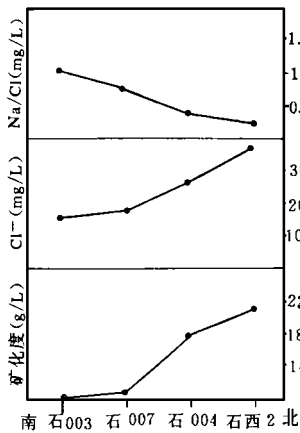


图 4 石西油田东西向水化学剖面

Fig. 4 Chemical profile of water in south- north direction in the Shixi oilfield

表 3 石西油田石炭系试油成果表

Table 3 Oil-testing results of the carboniferous system in the Shixi oilfield

井号	井段 (m)	油嘴 (mm)	日产油 m <sup>3</sup>	日产水 m <sup>3</sup>	日产气 m <sup>3</sup>
石西 1	4336~ 4312	4.0	83.40		12477
石西 2	4476~ 4464	4.0	29.30	3.99	1845
石 044	4410~ 4420	3.0	53.86	7.34	24451
石 005	4478~ 4460	4.0	33.86	4.18	1612
石 001	4454~ 4442	4.0		16.31	
石 002	4428~ 4416	4.0		10	
石 003	4440~ 4415	2.0	3.35	23.94	1212
石 006	4443~ 4437	4.76	6.02	48.81	34000
石 007	4397~ 4420	2.56	9.48	8.24	2317

区,由于石 007井东断裂的相对封闭性,地层水由南向北首先注入油藏西块,后沿断裂缓慢向东块运移,并改变运移方向和矿化度变化梯度,造成油藏东块较西块更强的封闭性。

4.2 油藏含油性评价

目前石西油田试油结果表明(表 3),油气产量相差较大,东块单井产油在 30 m<sup>3</sup>/d以上,最高达 83.4 m<sup>3</sup>/d(石西 1井),含水较低,一般在 5 m<sup>3</sup>/d左右;而西块单井产油均低于 10 m<sup>3</sup>/d以上,最高达 48.81 m<sup>3</sup>/d,两者呈明显的相互消长关系。

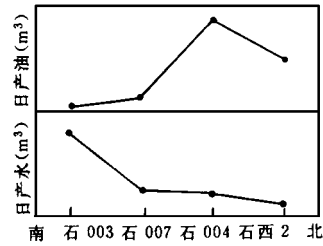


图 5 石西油田南北向油水产量变化图

Fig. 5 Variation of the oil- water production in south- north direction in the Shixi oilfield

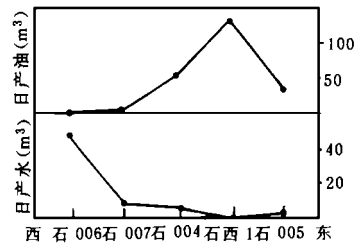


图 6 石西油田东西向油水产量变化图

Fig. 6 Variation of the oil- water production in east- west direction in the Shixi oilfield

图 5 图 6分别为石西油田过石 007井东断裂南北向和东西向油水产量变化图。明显看到,油藏西块最南部的石 006井和石 003井产水量最高,产油量最低,向油藏北部和东部过渡(至石 007井),含水量大幅度下降,含油量则增加;过石 007井东断裂后进入油藏东块,含水量进一步下降,含油量大幅度增加,至构造最高点石西 1井附近,产油量达最大值。

由上述分析可以认为,石西油田东、西块含油性及产量的明显差异是受地层水控制的。油藏东块离补水区较远,加之断裂的相对封闭,水动力作用弱,因此,含油性较好,油气产量较高;相反,油藏西块距补水区近,水动力作用强,因此,

同时还可看到,石西油田石炭系油藏西块属地层水活跃

含油性较差,油气产量较低。同时还可认为,石西油田并非是具统一油水界面的块状油藏,而是由石 007井东断裂切割而成的具不同油水系统的含油体系。

出版社,1992,99~110.

[2]王屿涛等.石西油田烃类聚集及成藏史探讨.石油勘探与开发.1995,22(2):13~27.

### 参 考 文 献

[1] B.A.喜罗斯库列维科夫等.石油与天然气化学.北京:烃加工

## Evaluation of Fluid Distribution and Oil-bearing Properties in the Shixi Oil-field

*Ablimit Wang Yutao and Jiang Shaobin*

(Research Institute of Exploration & Development, X PAB, Karamay 834000)

### Abstract

The planar fluid distribution of Carboniferous volcanic reservoirs in the Shixi Oilfield shows a remarkable trend, i. e. crude oil becomes heavier from south to north and its properties are not controlled by the structure. There is difference between the formation water in the eastern and western parts. The formation water has a lower salinity in the western part with gradient of ion concentration increasing from south to north while ion has a higher salinity in the east with gradient of ion concentration increasing from west to south. A synthetic study indicated that the migration or injection direction of formation water and crude oils is from south to north and faults in the central part of reservoirs separated the distribution of formation water and faults into two parts, and then affected oil and gas productivity.

**Key Words** Junggar basin crude oil formation water distribution law fluid migration productivity analysis