

# 石西油田石炭系油水 分布规律及含油性评价

王屿涛

(新疆石油管理局勘探开发研究院, 克拉玛依 834000)

石西油田石炭系火山岩油藏油水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, 地层水的变化则东、西两块有别, 西块为低矿化度水分布区, 离子浓度梯度由南向北; 东块为高矿化度水分布区, 离子浓度梯度由西向东。综合研究认为, 原油和地层水的迁移方向均由南向北; 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丰度的主要因素。

**关键词** 原油 地层水 分布规律 运移 产能分析 石西油田

**作者简介** 王屿涛 男 39岁 高级工程师 油气地球化学

## 1 地质概况

### 1.1 构造和储层特征

石西构造属准噶尔盆地腹部隆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。构造为火山岩体组成的潜山, 呈不规则状三角形垒块, 块体呈中部高、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井断裂进一步切割为东、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, 且顶面形态较平缓, 高点位于石003井处。

石西油田石炭系火山岩岩性主要为安山岩、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

石西油田是准噶尔盆地发现的第一个沙漠区火山岩油藏。位于油藏东侧石西1井, 石西2井分别获得高产工业油气流。根据火山岩油藏特性, 有人提出为块状油藏类型, 具统一的油水系统和油水界面。但随后在油藏西侧钻探3口评价井(石001、石002、石003井)却意外地获得水层, 伴有少量原油。如何正确评价该油藏类型和含油性一直是人们关注的焦点。笔者较系统地采集了原油和地层水样品, 经深入分析和研究后认为, 油藏东、西块地层水处于不同的水动力和水化学环境, 活跃的地层水是造成油藏西块油气产能下降的主要原因。

## 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 $0.80\text{g}/\text{cm}^3$ 左右, 酸值基

表1 石西油田石炭系原油常规物性参数表

井号	井段(m)	密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	粘度( $50^\circ\text{C}$ )( $\text{mPa}\cdot\text{s}$ )	酸值( $\text{mg}/\text{g}$ )	凝固点( $^\circ\text{C}$ )	含蜡(%)	含硫(%)	初馏点( $^\circ\text{C}$ )
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	4459.18~4502	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

本都在 0.10mg/g 以下,含蜡量中等,含硫量极低(平均低于 0.0050%),这是迄今为止准噶尔盆地发现的最轻的一类原油。原油族组成中烷烃含量达 90%以上,极性化合物甚微,亦是盆地内演化程度最高的原油。原油类型为石蜡型,属挥发油—轻质油范畴。

### 2.2 由南向北,原油性质逐渐变重

石西油田石炭系原油虽然很轻,但平面上的分布仍有明显的规律,即由南向北,原油密度逐渐增大(图 1)。油藏最南端的石 006 井原油密度和粘度最低,分别为 0.7822g/cm<sup>3</sup> 和 3.21mPa·s(50℃),而向油藏最北端的石 001 井和石西 2 井过渡,原油密度和粘度逐渐增大,变化梯度平缓。

从图中还可看到,原油性质的分布不受构造和

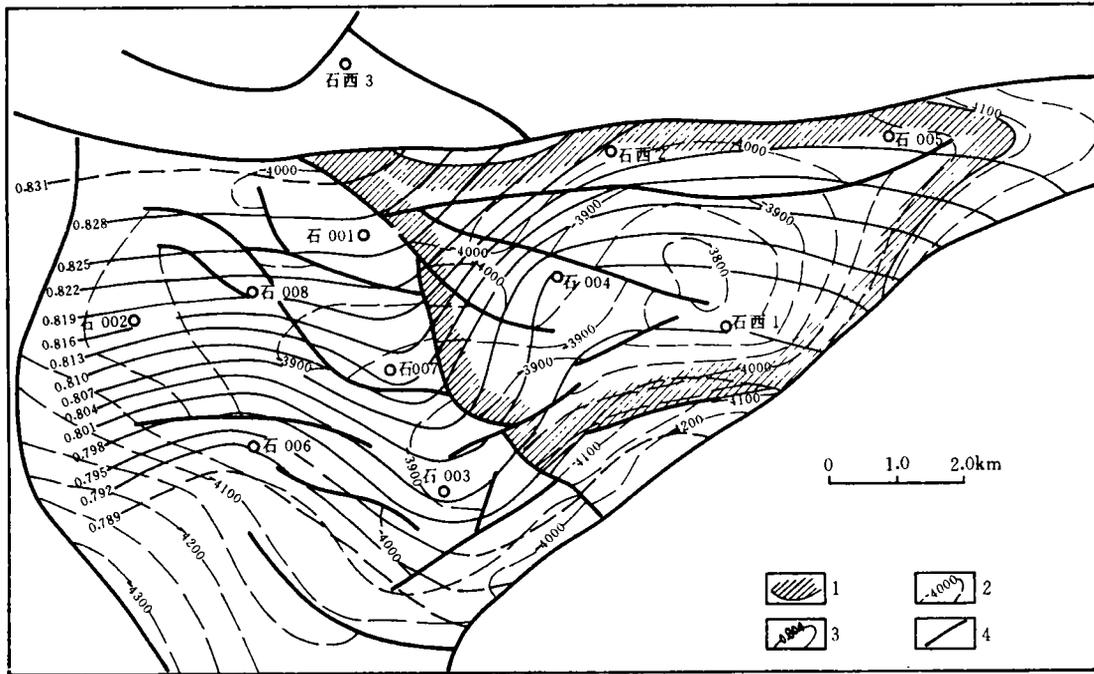


图 1 石西油田石炭系原油密度平面分布图

1. 已探明含油面积;2. 石炭系顶部构造线;3. 原油密度等值线;4. 断层

断裂的控制,这种现象是较为特殊的,深入研究该油藏构造、岩性等地质特征后认为,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。油气运移指向非构造高点,而是沿裂缝系统运移至油藏北侧边界。

## 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

石西油田石炭系地层水化学性质总体上看矿化度较高,HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>含量较低,且为典型的 CaCl<sub>2</sub>型水(表 2),反映了较封闭的地层水化学环境。从各井水化学性质的对比发现,以石 007 井东断裂为界的油藏东、西两块却具有不同的水化学特性。油藏东块

(探明含油范围)具更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 20000mg/L 左右,后者则在 10000mg/L 左右,相差一倍;另外,主要离子含量亦表现了油藏东块较油藏西块含量高,两者相差也近一倍。可以认为,石 007 井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变化梯度为由南向北逐渐增高;而油藏东块地层水矿化度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。

表 2 石西油田石炭系地层水化学性质表

井号	主要离子含量 (mg/L)					矿化度 (mg/L)	Na/Cl	Ca/Na
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup>			
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 004	10.82	264.72	8.00	105.74	192.73	17947	0.73	/
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	0.048
石 007	11.91	179.14	7.95	18.86	161.52	10680	0.90	/

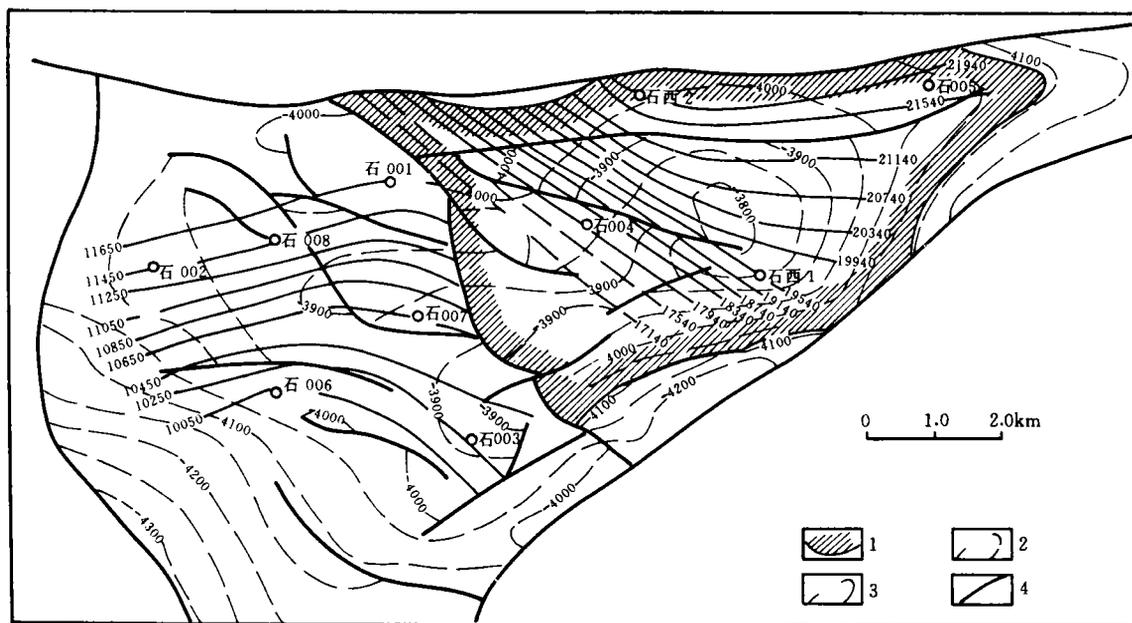


图 2 石西油田石炭系地层水矿化度平面分布图  
 1. 已探明含油面积; 2. 石炭系顶部构造线; 3. 地层矿化度等值线; 4. 断层

为进一步说明这种变化特征, 选择了两条达石 007 井断裂的近南北向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, Na/Cl 比值则明显降低; 同样东西向剖面中由石 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, 即各项水化学参数变化曲线均在石 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 井断裂所在位置, 无疑此断裂起到了显著的分隔作用, 使东块油藏封闭性大大增强。

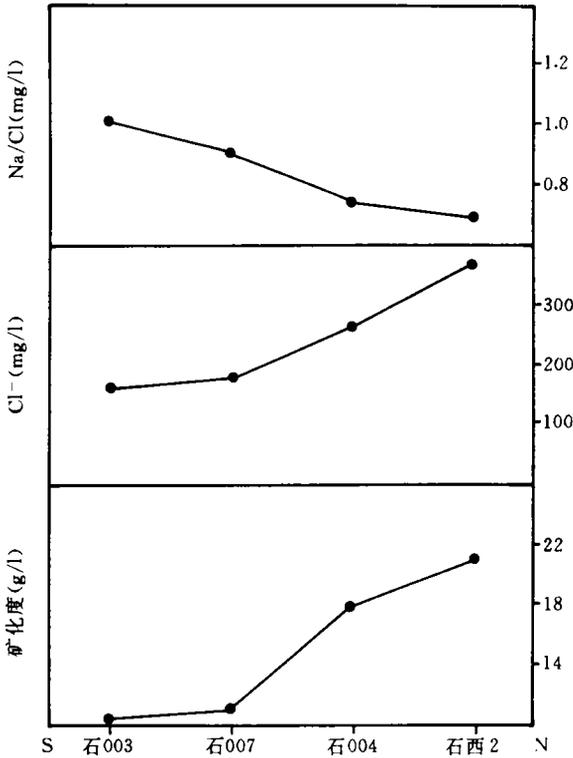


图 3 石西油田南北向水化学剖面

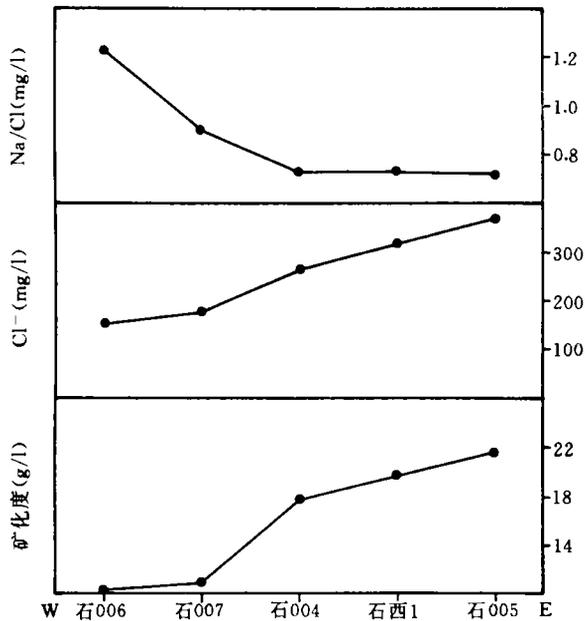


图 4 石西油田东西向水化学剖面

## 4 流体运移及含油性评价

### 4.1 流体运移方向

#### 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,原油性质越轻。由此推断,油气的运移方向为由南向北,烃源区可能为石西油田南侧的盆一井西凹陷。根据原油性质及热演化程度分析,油气注入和成藏时间较晚,推测在燕山末期—喜山期。

#### 4.1.2 地层水运移方向

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,补给区在石西构造以南,排泄区在石西构造以北。由于油藏北侧边界断裂的封闭性,造成地层水的相对滞留,因而表现出愈靠近补给区,离子含量和矿化度愈低,而向北愈接近断裂封闭区,地层水封闭性能愈强。

同时还可看到,石西油田石炭系油藏西块属地层水活跃区,由于石 007 井断裂的相对封闭性,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,导致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

表 3 石西油田石炭系试油成果表

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 004	4410~4420	3.0	53.86	7.34	24451
石 005	4478~4460	4.0	33.82	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	2.96	9.48	8.24	2317

相差较大,东块单井产油量均在 30m<sup>3</sup>/d 以上,最高达 83.4m<sup>3</sup>/d(石西 1 井),含水较低,一般在 5m<sup>3</sup>/d 左右;而西块单井产油量均低于 10m<sup>3</sup>/d,其中,石 001 井和石 002 井基本不含油,相反含水较高,一般都在 10m<sup>3</sup>/d 以上,最高达 48.8m<sup>3</sup>/d,两者呈明显的相互消长关系。

图 5 和图 6 分别为石西油田过石 007 井断裂南

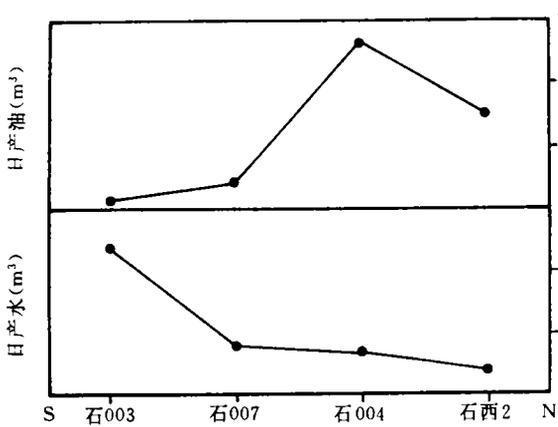


图 5 石西油田南北向油水产量变化图

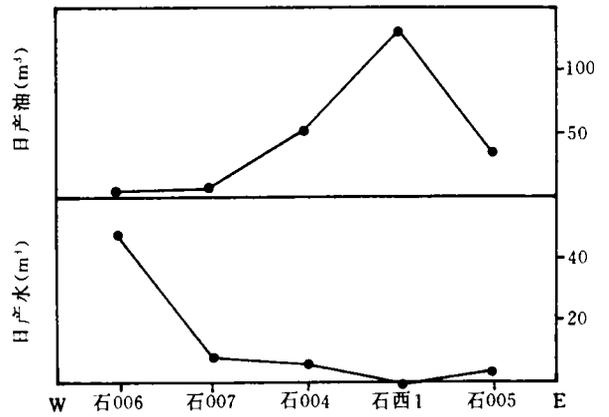


图 6 石西油田东西向油水产量变化图

北向和东西向油水产量变化图。不难看到，油藏西块最南侧的石 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，含水量大幅度下降，含油量则增加；过石 007 井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。

综上分析可以认为，石西油田东、西块含油性及其产能的明显差异是受地层水所控制的。油藏东块距补给区较远，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，油藏西块距补给区近，水动力作用强，因此，含油性较差，油气产量较低。同时还可认为，石西石炭系油藏并非具统一

油水界面的块状油藏，而是由石 007 井断裂切割而成的具不同油水系统的含油体系。据此，可以预测，石 007 井断裂以西油藏属水动力较强的含油水区，虽然不排除在局部范围可能会保存一定丰度的油气，但整体含油性差，难以形成象油藏东块高丰度的油气聚集。

参 考 文 献

1 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): 13~17

(收稿日期: 1996 年 9 月 24 日)

## THE CARBONIFEROUS OIL/WATER DISTRIBUTION AND ASSESSMENT OF HYDROCARBON POTENTIAL IN SHIXI OILFIELD

Wang Yutao

(Research Institute of Exploration and Development, Xinjiang Petroleum Administration, Karamay 834000)

Abstract

There is obvious pattern for oil/water distribution in the Carboniferous volcanic reservoirs of Shixi oilfield. The specific gravity of crude oil increase towards the north and it is not controlled by structures. It is different in east and west blocks for characteristics of formation water. Water with low salinity is distributed in the west block and the gradient of ionic concentration is from south to north; and water with high salinity is distributed in the east block and the gradient of ionic concentration is from west to east. It is suggested that migration direction of oil and formation water was from south to north and the fault in the middle of the reservoir was a main factor in influencing distribution of formation water and hydrocarbon abundance.