

石油技术

断层在卫星油田葡萄花油气成藏中的重要作用

张美玲 刘国振 张士奇¹ 周仁涛¹

(东北石油大学地球科学学院,大庆 163318;庆新油田开发有限责任公司¹,大庆 163403)

摘要 断层既是油运移通道,又是油层成藏的主控因素之一。以卫星油田为例,从断层与成藏的同期性、断层发育的规模性、断层发育的方向性、断层发育的期次性、断层与储层发育的相关性、断层对油藏类型的控制性等六个角度,详细论述了断层在卫星油田油气成藏中的重要作用;并通过实例进行了合理印证。并以此为依据,预测出卫星油田有利区块,经实际布井验证,效果很好。

关键词 断层 油气成藏 卫星油田 重要作用

中图法分类号 TE122.115; **文献标志码** A

卫星油田处于大庆长垣的太平屯构造向三肇凹陷倾没斜坡上,构造表现为西高东低的单斜构造^[1]。卫星油田是松辽盆地北部除大庆长垣以外葡萄花油层储量丰度、单井产量最高的油田,原因在于区块的下倾方向紧邻较大的生油中心三肇凹陷,而三肇凹陷从嫩江组末期开始陆续有原油生成并向临近区块提供^[2]。与三肇凹陷油气生成同期的南北走向的主断裂带为油气自青山口生油岩靠浮力垂向运移提供了有力的通道,但断层的存在在一定程度上又限制了油气的侧向运移,使油藏呈现欠充注成藏模式,并表现为复杂的油水分布关系^[3-4]。因此,断层生长发育的各种性质对油气田的成藏起到了重要的作用^[5-6]。利用密井网井分析资料,结合区块断层存在的具体特征,系统研究断层对卫星油田葡萄花油层组油气成藏的具体作用,对进一步提高油田开发潜力非常有意义。

1 断层与成藏的同期性

卫星地区处于三肇凹陷西北部,从姚家组沉积前到嫩江组沉积末期,主要经历四期构造运动,构

造运动决定了卫星地区的构造特征(表1)。

表1 卫星油田葡萄花油层成藏的区域构造背景

地质时期	构造背景
嫩江组 沉积末期	卫星油田处于大庆长垣的太平屯构造向三肇凹陷倾没斜坡上,构造表现为西高东低的单斜构造。同时,受近南北向断裂切割,全堑相间,呈南北向条带排列分布
嫩江组 沉积时期	古中央隆起带随着不断沉降逐步解体,东西两个古坳陷连接形成中央坳陷区
姚家组 沉积早期	古中央隆起带开始解体;东南部朝阳沟—长春岭阶地开始抬升
姚家组 沉积前	基底突起作用,卫星地区整体处于古中央隆起带构造上

从表1中可以看出,卫星地区作为大庆长垣与三肇凹陷的衔接部位,其断层发育期符合大庆油田区域总体特征,即在嫩江组沉积末期,在南北向直扭应力的作用下产生的,而嫩江组沉积末期同时又是青山口组地层的大量排烃期。油气成藏的运移方式主要为侧向运移以及垂向运移两种方式^[6]。青山口组地层产生的油气沿着贯穿青一段的断裂带依靠浮力向上运移至葡萄花油层,同时三肇生油凹陷的油气沿着完整的单斜坡道向西侧的大庆长垣侧向运移,当途径卫星油田遇到封挡性阻碍时,

可就地存储成藏。因此断层与成藏的同期性,总体上是有利于卫星油田葡萄花油藏的石油初次运移和成藏的。

2 断层发育的规模性

对卫星地区葡萄花油层成藏影响大的是那些断裂深度可达T2层(沟通青山口组烃源岩与葡萄花油层组)、并向三肇成藏主体区延伸长的规模性断层组。利用地震资料对断层的解释结果,在卫星油田葡顶构造图中勾勒出六条规模性断层(图1),图中同时提供了卫星油田葡萄花油层组的储量部署区域,可以看出储量丰厚的区域主要集中在规模性断裂的两侧或紧邻其下倾区域,说明规模性断层对该油田油气成藏起到重要作用。

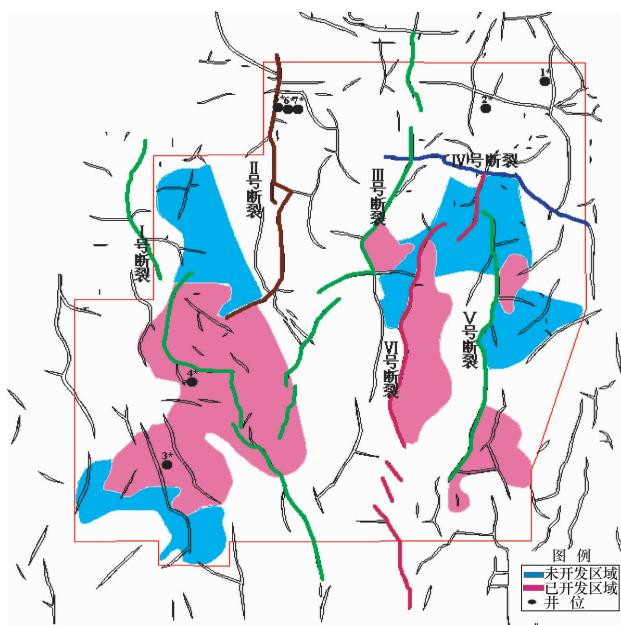


图1 卫星油田T11区域构造图

3 断层发育的方向性

卫星地区葡萄花油层组主要发育近南北向、北东向和北北西向断层,并在工区东北部出现少量近东西向断层。断层效果造成该区总体西高东低的单斜背景之上发育众多断块,呈现构造复杂化。项

目研究认为,不同方向断层对成藏有着明显不同的影响效果。卫星地区位于三肇凹陷生烃主体区的西北部,油藏总体是经南北向运移形成的,因此认为:

只有明显存在南北向分量的断层才有利于石油从三肇生烃主体区向卫星地区运移并成藏,如近南北向、北东向和北北西向断层;缺乏南北向分量的近东西向断层会阻碍石油向其北部继续运移成藏。研究认为,在工区东北部(VII区,尤其是VII区的北部),存在的近东西向断层,是造成此断层以北地区的砂体发育带含油性普遍较差的根本原因。探井1号井位于VI号东西向断裂带的北部,表2给出该井砂体发育层的砂岩厚度、深侧向电阻率、含水饱和度及储层流体性质判别结果,可见该井三个层均为水层,进一步印证了这一道理。

表2 1号井砂岩层测井信息统计表

层号	砂岩厚度/m	深侧向电阻率/(Ω·m) ⁻¹	孔隙度/%	含水饱和度/%	储层流体性质
PI4	2.8	11.4	20.3	97.5	水层
PI7	4	13.2	23.6	88.4	水层
PI9	3.8	14.9	21.5	91.6	水层

4 断层发育的期次性

断层发育的期次性是指断层间发生的时间顺序。如上所述,卫星地区葡萄花油层组在主要发育近南北向、北东向和北北西向断层的同时,并出现少量近东西向断层。通过南北向断层切割东西向断层的特征可认识到,卫星地区东西向断层发育在先,具有早期断裂的继承性,而区域主体的南北向断层发育在后。

研究断层发育期次性的意义与葡萄花油藏有利区认识直接相关。如上所论,因卫星地区东北部存在近东西向规模断层,造成该局部地区含油性普遍较差,但在错开东西向断层的南北向断层带附近,仍然可以发育油藏。2号井尽管也处于区块的北部,但由于其附近的南北向断层错开了东西向断

层,使该井含油性质好。表3给出了该井的该井砂体发育层的砂岩厚度、深侧向电阻率、含水饱和度及解释结果,该井的这几个层均为含油层。

表3 2号井砂岩层测井信息统计表

层号	砂岩厚度/m	深侧向电阻率/($\Omega \cdot m$) ⁻¹	孔隙度/%	含水饱和度/%	储层流体性质
PI5	3	24.5	29.7	61.4	油水同层
PI6	3	28.1	32.5	54.2	油水同层
PI7	1	15.1	24.1	89.1	水层
PI8	0.6	8.9	17.3	93.2	水层

5 断层与储层发育的相关性

工区葡萄花油层为北部物源沉积,储集层总体呈由北向南条带状展布,与断层发育的主体方向一致。同时,项目研究还发现在部分断层附近河道砂体尤为发育的现象(图2),分析认为,该现象即体现了姚一段地层沉积时继承性发育的断层对河道的影响作用,同时也反映出姚一段地层沉积形成的规模河道,其边缘的岩相变化带对嫩江组沉积末期发生断层的诱导作用。该认识有利于指导在规模断裂附近注重寻找储层发育带的实践。文献[7]指出“渗透性地层与围岩较大的压力差断裂往往具有良好的水动力连通性”,文献[8]以埕岛地区中、新生

代地层为例,指出断层活动是该地区储层沉积厚度以及延展方向的主要控制因素。这些理论也进一步证实了图2所呈现的断层附近河道砂体尤为发育的现象。

6 断层对油藏类型的控制性

在卫星油田西高东低的总体单斜背景条件下,断层与储层的空间位置关系,是控制油藏类型的主要因素,研究形成两方面基本认识。

一是在储层发育带的上倾和下倾附近均存在规模性断层,或单独在储层发育带上倾附近存在规模性断层,则具备良好的运移和上下双向封堵条件,易发育断块—构造油藏或断块油藏(如3号、4号井区),油藏需从构造高部位的河道主体砂岩向低部位追踪扩大规模,直至发现油水界面。二是在储层发育带的下倾附近存在规模性断层,则具备良好的运移和下倾向封堵条件,易发育岩性—断层油藏或岩性油藏,油藏需从构造低部位的河道主体砂岩向高部位追踪扩大规模,这种情况下,即使河道主体砂岩为水层,在其上倾方向的过渡岩性中也可能存在油藏。

5号井位于Ⅱ号断裂带的东侧,从东至西分别布了5号、6号、7号三口井。从图3可以看沿着7号的9号层向其上倾方向可以找到很好的含油层。

7 结论

(1) 按照规模性断层将油田划分为不同的油藏单元,使卫星油田从勘探开发时期的大范围“区域评价”阶段,进入寻找小构造和岩性油藏的“区带评价”阶段,有利于以“区带”为单元研究总结油水分布特征及成藏规律。

(2) 断层发育的规模性以及延展方向,对提高以河道为单元的砂体追踪与评价精度有实际意义。卫星油田葡萄花油层组河道的东西向延展宽度有限,在同一断裂带内以河道为“骨架”追踪评价砂体,能够提高砂体对比评价的精度。

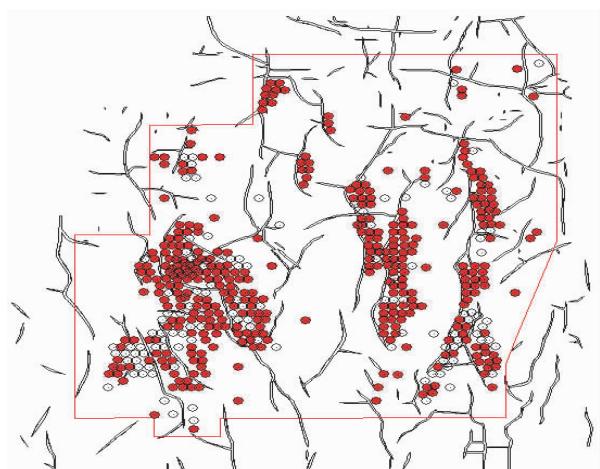


图2 河道与断层迭合图
(图例:● 存在河道的井,○ 不存在河道的井)

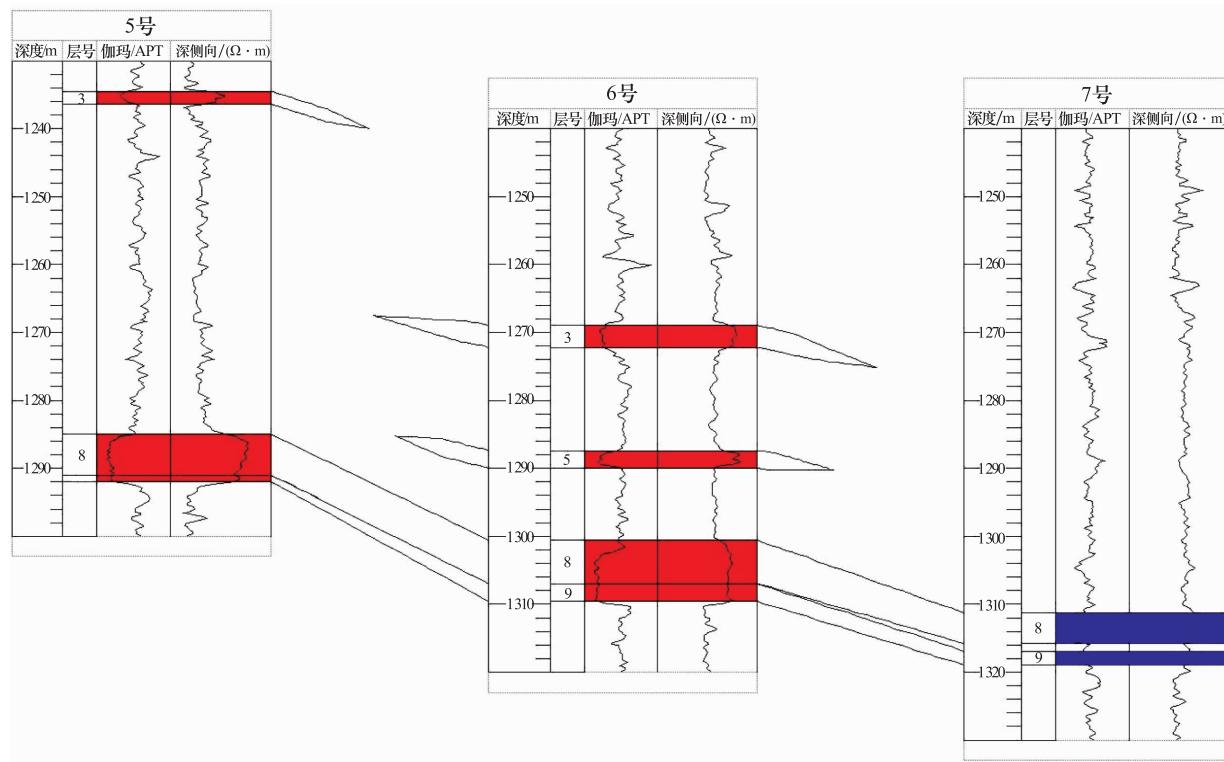


图3 5号、6号、7号井联井剖面图

(3) 断层对油藏类型的控制性,对建立适应的“构造”概念有实际意义。断层对油藏的控制性也就体现了构造部位高与低的相对概念,只有同一断裂区内的相对构造部位高低的比较,对分析油藏有实际意义,而跨越断裂区进行构造高低的比较意义不大。

参 考 文 献

- 1 大庆油田石油地质志编写组. 中国石油地质志(卷二). 大庆油田. 北京:石油工业出版社,1993;529—544
- 2 黄薇,王雅峰,王革,等. 松辽盆地北部卫星油田多类型油藏形成条件及分布规律. 大庆石油地质与开发,2004;23(5):30—32
- 3 孙雨,马世忠,刘云燕,等. 松辽盆地三肇凹陷葡萄花油层成藏模式初探. 地质科学,2008;43(4):746—757
- 4 高兴有. 三肇凹陷葡萄花油层油气运聚成藏模式. 大庆石油地质与开发,2008;27(2),9—15
- 5 韩忠义. 断层成为油气有效运移通道的主控因素分析. 长江大学学报,2008;5(3):52—55
- 6 杨继良. 大庆油田的油藏特征和松辽盆地油气聚集规律. 石油与天然气地质,1983;4(2):171—180
- 7 罗晓容. 断裂成因他源高压及其地质特征. 地质学报,2004,78(5):641—648
- 8 李伟,吴智平,张明华,等. 垦岛地区中生代和新生代断层发育特征及其对沉积的控制作用. 中国石油大学学报(自然科学版),2006,30(3):1—12

(下转第 7909 页)

Experimental Study on Catalyzed Asphaltine Degradation of Heavy Oil in Steam Injection

ZHANG Bo¹, LIU Yong-jian¹, ZHAO Fa-jun^{1,2}, LI Shi-ping³, WU Hong-rui⁴

(Key laboratory of the Ministry of Education at the Northeast Petroleum University¹, Daqing 163318 P. R. China;

Post-Doctoral Scientific Research Station of Daqing Oilfield of PetroChina², Daqing 163453, P. R. China;

Research Institute of Exploration and Development Daqing Oilfield Company Ltd³, Daqing 163712, P. R. China;

Daqing Petrochemical Company⁴, Daqing 163714, P. R. China)

[Abstract] The self-made organic oil soluble nickel salt as a catalyst is studied which carried out asphaltine degradation of heavy oil under the condition of high temperature and high pressure. Orthogonal test determined the optimized reaction condition: reaction temperature 240 °C; reaction hour 24 h; catalyst 0.6 wt% (calculated by mass of asphaltine). Asphaltine was tested in element determination before and after reaction, it was discovered that atomic ratio of H/C increased, S contents reduced after the reaction, reduction of relative molecular mass was mainly due to the fracture between bridge chains of sulfuret and bridge or side chains of fats units. Infrared spectrum tested asphaltine structure before and after reaction. Heavy components structure has changed after reaction, heavy components reduced and light components increased. Adding catalyst can decrease inter and intra effect of asphaltine molecular polarity, which left scaffold in a relaxed state, took effect with heteroatoms, destroyed hydrogen bond and fractured partial C-R bonds.

[Key words] steam injection heavy oil asphaltine catalysis degradation

—————
（上接第 7904 页）

The Important Role That the Faults Play in Forming the Putaohua Reservoir of the Weixing Oil Field

ZHANG Mei-ling, LIU Guo-zhen, ZHANG Shi-qi¹, ZHOU Ren-tao¹

(Earth Sciences of Northeast Petroleum University, Daqing 163318, P. R. China;

Qingxin Oilfield Development Company Ltd¹, Daqing 163403, P. R. China)

[Abstract] Fault is not only the oil migration pathway, but also one of the control factors in oil accumulating. Seeing from six aspects in the synchronicity between faults and reservoir generation, the scale, direction, times of period of faults, the correlation between fault development and reservoir development, the controlling ability of faults to reservoir types, as to Weixing oil field, the role that faults play in forming the satellite oil field reservoir is discussed thoroughly, which is confirmed by reasonable examples. According to this, the beneficial block of Weixing oil field can predict, which proves to be good outcome by practical well pattern.

[Key words] fault hydrocarbon accumulation the Weixing oil field the important role