

doi:10.3799/dqkx.2013.000

三肇凹陷扶杨油层断裂密集带样式 及有利成藏部位

陈方文, 卢双舫, 薛海涛, 李吉君, 王 民

中国石油大学非常规油气与新能源研究院, 山东青岛 266580

摘要: 从三肇凹陷扶杨油层断裂密集带组合特征入手, 结合油气分布规律, 分析断裂密集带对油气优势运移方向控制作用, 分源内和源外探讨断裂密集带中有利成藏部位。研究表明: 三肇凹陷扶杨油层主要发育4种断裂密集带样式, 即反向—地堑—反向断阶、地垒—地堑—反向断阶、反向—地堑—顺向断阶和地垒—地堑—顺向断阶等; 当断裂密集带走向与地层倾向呈小角度相交时, 其走向指示油气平面优势运移方向; 源内断裂密集带中地垒和反向断阶是油气聚集优势部位; 源外断裂密集带走向与地层倾向呈小角度相交时, 地堑两侧反向断阶和地垒是油气优先聚集部位, 其次为断裂密集带中部地堑, 若呈大角度相交则断裂密集带靠近生烃凹陷一侧的反向断阶和地垒优先聚集油气。

关键词: 松辽盆地; 三肇凹陷; 断裂; 优势运移方向; 聚集油井。

中图分类号: TE122

文章编号: 1000-2383(2013)06-1281-08

收稿日期: 2012-11-12

Types and Favorable Oil Accumulation Parts of Fault Dense Belts in Fuyang Formation of Sanzhao Depression, Songliao Basin

CHEN Fang-wen, LU Shuang-fang, XUE Hai-tao, LI Ji-jun, WANG Min

Institute of Unconventional Hydrocarbon and New Energy Sources, China University of Petroleum, Qingdao 266580, China

Abstract: The controlling effect of fault dense belts on the preferred direction of oil-gas migration is discussed and favorable parts of fault dense belts for oil accumulation inside and outside oil source area are discussed based on the characteristics of fault dense belts of Fuyang Formation in Sanzhao Depression, combining with the oil and gas distribution of in Fuyang Formation of study area in this paper. The results show that there are four types of fault dense belts in Fuyang Formation of Sanzhao Depression, namely antithetic-graben-antithetic fault terrace, horst-graben-antithetic fault terrace, antithetic-graben-consequent fault terrace, and horst-graben-consequent fault terrace. The strike of fault dense belt is the preferred direction of oil-gas migration and horsts and antithetic inside oil source area of fault dense belts are favorable parts for oil accumulation where the strikes of fault dense belt and the layer are parallel or small-angle intersection. Inside oil source area horst and antithetic of fault dense belts are favorable parts for oil accumulation. And horsts and antithetic outside oil source area are favorable parts for oil accumulation and the grabens are secondary favorable ones where the angle of the strikes of fault dense belt and layer ranges from 0 to 45 degrees. The antithetic and horsts are preferential for oil accumulation where the angle ranges from 45 to 90 degrees.

Key words: Songliao basin; Sanzhao depression; fault; preferred direction of migration; accumulation oil wells.

断裂是沉积盆地中最常见的构造变形样式, 作用于油气藏形成的整个过程, 断裂与油气藏的关系研究一直是石油地质学研究的热点。油气的生成、运移、聚集和保存都受断裂活动的控制 (Catalan *et al.*, 1992; 郭占谦等, 1996; Hindle, 1997; 赵文智

和池英柳, 2000)。松辽盆地北部扶杨油层断裂在平面和剖面上均具有密集成带的特点, 近几年国内众多学者针对松辽盆地扶杨油层断裂密集带进行了研究, 取得较多的成果和认识: 扶杨油层断裂密集带的边界断层是油源断层, 对油气成藏起主要控制作用

基金项目: 国家“973”计划前期专项 (No. 2011CB211701); 中央高校基本科研业务费专项资金资助 (No. 2472014CX02089A)。

作者简介: 陈方文 (1984—), 男, 博士, 主要从事油气藏形成与资源评价研究。E-mail: cfwdqpi@163.com

(付晓飞等,2009);断裂密集带是长 10 区块扶余油层原油聚集主要区域(付广和刘美巍,2010);断裂密集带对油气二次运移具有横向遮挡、侧向输导作用(陈方文等,2011). 但关于断裂密集带的研究还存在一些关键的问题有待解决,例如断裂密集带是否控制油气的优势运移方向;在源内和源外区域断裂密集带中哪些部位有利于聚集油气等. 此外,断裂密集带为多种成因机制相互叠加形成,其中的断层具有多期次活动特点. 这些使得对断裂密集带成因分析以及其对油气成藏的控制作用研究显得相当复杂. 因此,本次研究以松辽盆地三肇凹陷扶杨油层为例,避开断裂密集带的成因分类,按照组合特征将断裂密集带主要划分为 4 种样式,结合断裂密集带的分布和已探明油气范围分析断裂密集带对油气优势运移方向的控制作用,分别统计源内和源外区域断裂密集带走向与地层倾向的各种匹配方式下断裂密集带各部位探井的成功率,总结断裂密集带的控藏模式.

1 研究区概况

三肇凹陷位于黑龙江省安达、肇东、肇州和肇源境内,是松辽盆地中央坳陷区内二级负向构造单元,它西与大庆长垣相接,东南与朝阳沟阶地相邻,北与明水阶地、绥棱背斜带和绥化凹陷接壤,面积约为 5 570 km²(图 1).

松辽盆地构造演化主要经历了断陷前、断陷、坳陷和反转 4 个阶段(胡望水等,2005). 三肇凹陷扶杨

油层顶部整体为“四鼻三凹”的构造格局,即宋芳屯北、宋芳屯南一肇州、升平和尚家 4 个鼻状构造,徐家围子、升西和永乐 3 个次级凹陷. 扶杨油层顶部断层十分发育,平面上断层形成多个密集的条带状组合.

三肇凹陷地层由断陷构造层、坳陷构造层和反转构造层组成,由老到新依次为下白垩统火石岭组、沙河子组、营城组、登娄库组、泉头组;上白垩统青山口组、姚家组、嫩江组、四方台组、明水组;古近系依安组;新近系大安组、泰康组等(刘宗堡等,2008). 其中,下白垩统泉头组三、四段地层所对应的杨大城子油层和扶余油层合称为扶杨油层,是研究区的主要目的层之一,属于河流及三角洲沉积环境(张雷等,2010). 源岩主要为上覆的上白垩统青山口组一段地层,同时也是扶杨油层的区域性盖层,属于上生下储式生储盖组合(迟元林等,2000).

2 断裂密集带样式

断裂密集带是一系列走向相同或相近,成因上有一定联系且分布相对集中,并在平面上形成明显条带状的断裂组合. 松辽盆地经历了多期构造运动,多种断裂密集带的成因机制在扶杨油层相互叠加(刘宗堡等,2009;陈方文等,2011),同一条断裂密集带是多种成因机制共同作用的结果. 因此,从成因机制上很难对断裂密集带进行分类,同时为了分析断裂密集带对油气聚集的控制作用,按照组合特征将三肇凹陷扶杨油层断裂密集带主要划分为 4 种样式(图 2):反向—地堑—反向断阶样式、地垒—地堑—

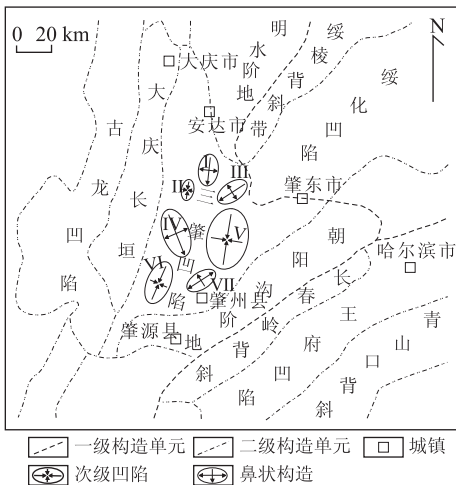


图 1 三肇凹陷构造位置

Fig. 1 Structural location of Sanzhao depression

I. 升平鼻状构造;II. 升西次凹;III. 尚家鼻状构造;IV. 宋芳屯北鼻状构造;V. 徐家围子次凹;VI. 永乐次凹;VII. 宋芳屯南一肇州鼻状构造

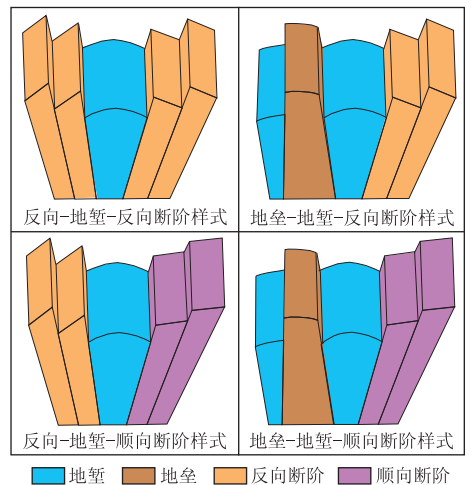


图 2 三肇凹陷扶杨油层断裂密集带样式

Fig. 2 Types of faults dense belt in Fuyang Formation of Sanzhao depression

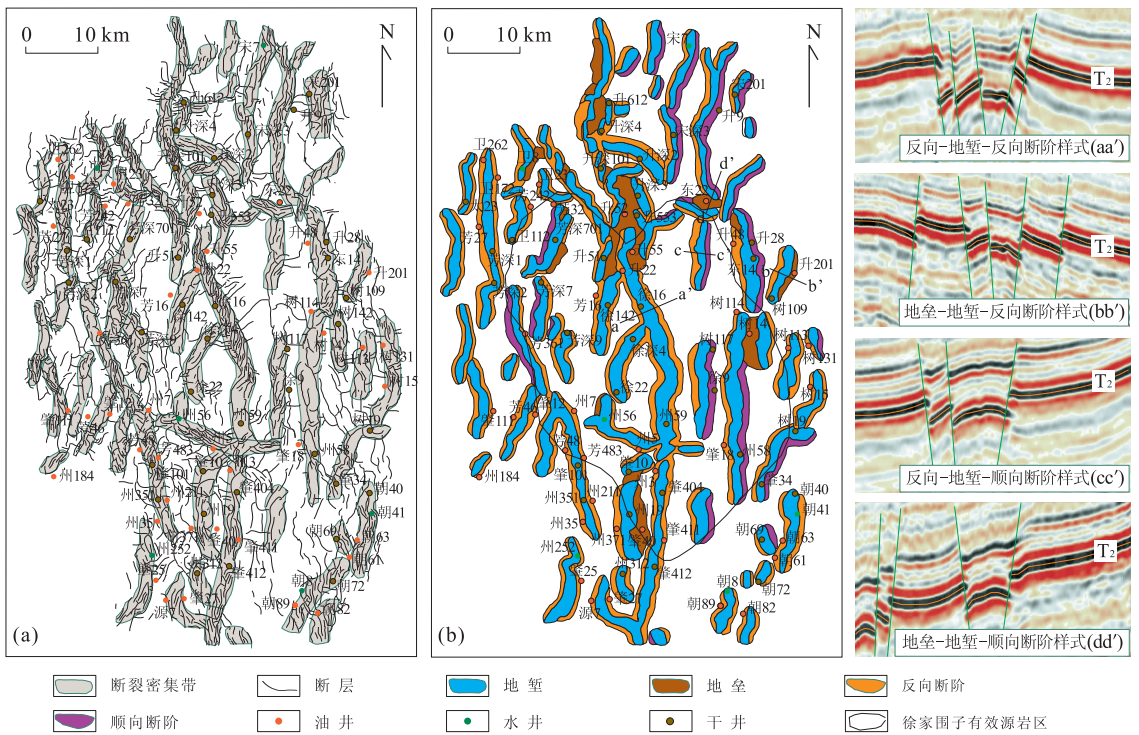


图 3 三肇凹陷扶杨油层顶部断裂密集带平面分布及样式

Fig. 3 Distribution and types of faults dense belt in Fuyang Formation of Sanzhao depression

a. 断裂密集带分布; b. 断裂密集带样式

反向断阶样式、反向—地堑—顺向断阶样式和地垒—地堑—顺向断阶样式。

反向断阶由若干倾向相同的正断层和倾向与断层倾向相反的地层所构成;顺向断阶由若干倾向相同的正断层和倾向与断层倾向相同的地层所构成。当地堑两侧均为反向断阶时,形成反向—地堑—反向断阶样式断裂密集带;当地堑两侧分别是地垒和反向断阶时,形成地垒—地堑—反向断阶样式断裂密集带;当地堑两侧分别是反向断阶和顺向断阶时,形成反向—地堑—顺向断阶样式断裂密集带;当地堑两侧分别是地垒和顺向断阶时,形成地垒—地堑—顺向断阶样式断裂密集带(图 2)。这 4 种断裂密集带的共同特点是:地堑均位于断裂密集带的中部;地垒、反向或顺向断阶位于地堑两侧;断裂密集带剖面上呈现为“V”字形。

本次研究在松辽盆地三肇凹陷扶杨油层顶部共识别 60 余条断裂密集带,对其样式进行划分(图 3)。三肇凹陷扶杨油层顶部断裂密集带具有以下 4 个特点:(1)断裂密集带的走向主要为 NNE 向和 NNW 向;(2)反向—地堑—反向断阶样式的断裂密集带数量较多,在凹陷中心和斜坡区均有分布;(3)反向—地堑—顺向断阶和地垒—地堑—顺向断阶两

种样式主要分布于凹陷斜坡区,其走向与地层倾向呈大角度相(45°~90°)交,顺向断阶位于断裂密集带远离凹陷中心的一侧;(4)多条断裂密集带距离较近时常发育地垒—地堑—反向断阶和地垒—地堑—顺向断阶样式的断裂密集带,地垒一般位于两条断裂密集带之间(图 3b)。

3 断裂密集带指示油气优势运移方向

断裂密集带对油气运移具有横向遮挡和侧向输导的双重作用(何登发,2007),与构造背景相匹配可以指示油气优势运移方向。断裂密集带横向遮挡和侧向输导作用是指:断裂密集带对垂直于断裂密集带走向运移而来的油气有遮挡作用,对沿断裂密集带走向运移而来油气有输导作用(陈方文等,2011)。横向遮挡作用是由于断裂密集带剖面呈“V”字型结构,断裂密集带中部均为地堑形成条带状的低势区,断裂密集带临近生烃中心一侧的反向断阶或地垒中的扶杨油层砂岩正好与上覆青山口组泥岩侧向对置,在反向断阶和地垒的上倾方向断层与下盘扶杨油层砂岩形成一系列断层—岩性输导脊(李坤等,2007;林铁锋等,2009;陈伟等,2010)。油气在储层中

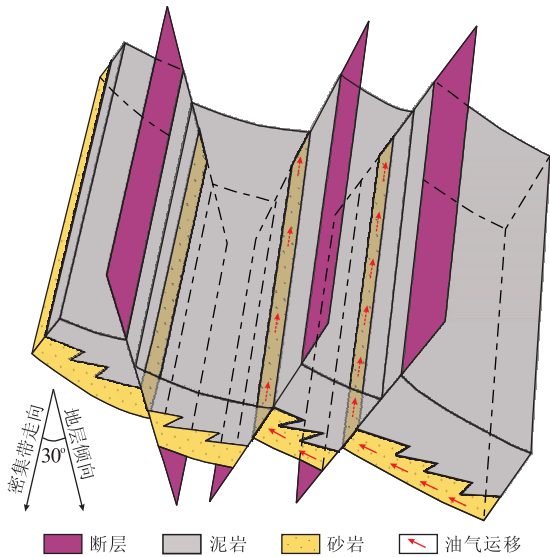


图 4 断裂密集带对油气运移横向遮挡和侧向输导模式

Fig. 4 Model of transverse sealing and lateral fluid conduction of fault dense belts in hydrocarbon migration

沿上倾方向运移,若其运移方向与断裂密集带走向垂直或呈大角度相交,当其运移至断裂密集带时必然会受到断裂密集带多条断层的遮挡作用,这种作用即为断裂密集带对油气运移的横向遮挡作用。随后油气改变运移方向,在断层-岩性输导脊中沿断裂密集带走向由低部位向高部位运移(图 4)。

断裂密集带对油气运移的横向遮挡和侧向输导具有互补性,即断裂密集带对油气运移的遮挡作用强时,其侧向输导作用则弱,反之亦然。油气在储层中都是向其上倾方向运移,地层倾向可以反映平面上油气运移至断裂密集带之前的运移方向。通过断裂密集带走向与地层倾向的关系,确定断裂密集带对油气运移以何种作用为主。当断裂密集带走向与地层倾向呈大角度($45^{\circ}\sim 90^{\circ}$)相交时,油气平面运移方向大致垂直断裂密集带走向,断裂密集带对油气运移主要表现为横向遮挡作用,此时有利于油气聚集、成藏;当断裂密集带走向与地层倾向小角度($0^{\circ}\sim 45^{\circ}$)相交时,油气运移方向近于平行断裂密集带走向,断裂密集带对油气运移主要表现为侧向输导作用,此时断裂密集带走向即为油气优势运移方向。

前人研究认为三肇凹陷青山口组烃源岩生烃门限约为 1 470 m(卢双舫等,2009),烃源岩生成原油首先需满足自身饱和并产生一定超压后才能向下运移至扶杨油层。本次研究将青山口组埋深超过 1 650 m 的范围作为有效源岩区,由此确定徐家围子次凹有效源岩区的大致范围(图 3b,图 5)。目前三肇凹陷扶杨油层已探明原油主要分布在卫星油田、升

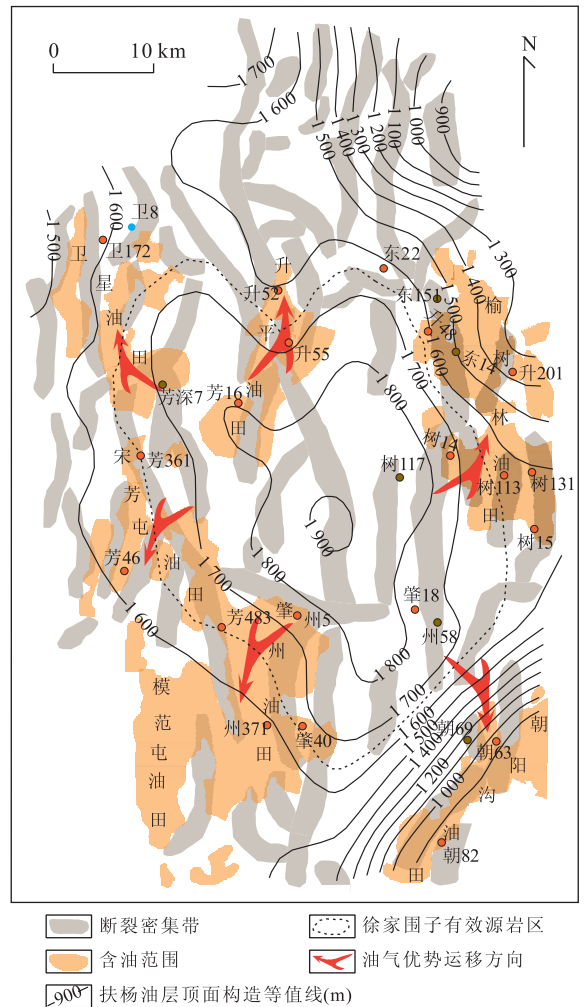


图 5 三肇凹陷扶杨油层断裂密集带指示油气优势运移方向
Fig. 5 Effect of fault dense belts on the preferred direction of oil migration in Fuyang Formation of Sanzhao depression

平油田、榆树林油田、朝阳沟油田、肇州油田和宋芳屯油田等 6 个地区。这些原油分布范围与走向垂直于地层倾向的断裂密集带具有密切关系,均是由徐家围子次凹有效源岩区沿断裂密集带走向呈长条状向构造高部位分布(图 5)。表明当断裂密集带垂直于地层倾向时,其走向指示油气优势运移方向。

4 断裂密集带控藏模式

通常认为地垒、反向断阶、顺向断阶和地堑捕捉、聚集油气的能力逐渐减弱(孙雨等,2009),这种规律略显笼统。本次研究将分别探讨在源内和源外区域各种类型断裂密集带走向和地层倾向的不同匹配方式对油气成藏的控制模式。其中,源内和源外是从平面上按照烃源区进行划分(沈扬等,2010)。

表 1 三肇凹陷扶杨油层探井成功率统计

Table 1 The success rate statistics of test wells in Fuyang Formation of Sanzhao depression

断裂密集带部位	源内断裂密集带	源外断裂密集带			总计
		与地层倾向平行	与地层倾向垂直		
			临近生烃凹陷	远离生烃凹陷	
地堑	13/37(35.1%)	20/45(44.4%)	4/12(33.3%)	2/6(33.3%)	39/100(39%)
地垒	3/3(100%)	17/19(89.5%)	/	1/3(33.3%)	21/25(84.0%)
反向断阶	20/22(90.9%)	33/35(94.3%)	14/14(100%)	1/13(7.7%)	68/84(81.0%)
顺向断阶	0/4(0%)	0/2(0%)	0/1(0%)	2/16(12.5%)	2/23(8.7%)

注:表中数据格式为成功井数/总井数(钻探成功率)。

4.1 源内区域断裂密集带优势成藏部位

对源内区域断裂密集带各部位的探井成功率,即是否见工业油流进行统计(表 1,图 6)。由于在凹陷中心地层倾向均指向凹陷中心,无法分析断裂密集带走向与地层倾向的关系,因此对源内区域断裂密集带各部位的成功率统计不再细分与地层倾向的关系。统计结果显示:源内区域断裂密集带中地垒、反向断阶、地堑和顺向断阶的探井成功率逐渐降低。该结果与常规认识一致。分析形成该结果的原因是有效生烃范围内的油气会优先充注势能较低的断块,即正断层的下盘。三肇凹陷扶杨油层属于上生下储的成藏模式,油气由上覆青山口组烃源岩进入下伏扶杨油层有 2 种方式(付晓飞等,2009;付广等,2010):一种是油气在超压作用下沿断裂向下“倒灌”运移至扶杨油层;另一种是由于断层作用,断层下盘扶杨油层与上盘青山口组烃源岩侧向对置,油气直接侧向运移至扶杨油层。源内区域 4 种类型断裂密集带中地垒和反向断阶中扶杨油层上倾方向与青山口组源岩对置,即有利于青山口组源岩生成的油气充注其中,又具有上倾方向的遮挡条件,有利于油气保存;地堑中扶杨油层没有与青山口组源岩发生对置,油气需要向下“倒灌”运移相对较大距离才能充注其中,但其背斜式的构造利于油气的保存;顺向断阶的下倾方向与青山口组源岩对置有利于青山口组源岩生成的油气充注其中,但其上倾方向的缺少遮挡条件,不利于油气保存,进入其中的油气继续向高部位运移(图 7)。因此,在三肇凹陷扶杨油层源内区域断裂密集带中地垒和反向断阶是油气聚集的有利部位。例如芳 16、芳 483、州 5;肇 40、升 55、树 14;肇 18、州 58、树 117;芳深 7 等井区。

4.2 源外区域断裂密集带优势成藏部位

对源外区域断裂密集带各部位的探井成功率也进行统计,统计过程中按照断裂密集带走向与地层倾向的关系分为断裂密集带走向与地层倾向小角度相交(0°~45°)和大角度相交(45°~90°)两类,并将

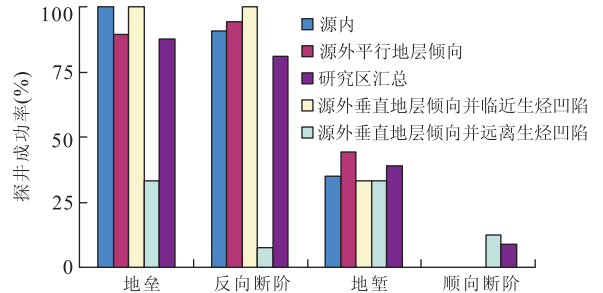


图 6 三肇凹陷扶杨油层钻井成功率

Fig. 6 The success rate statistics of test wells in Fuyang Formation of Sanzhao depression

断裂密集带走向与地层倾向大角度相交进一步细分为 2 种情况,即断裂密集带中临近生烃凹陷一侧和远离生烃凹陷一侧(表 1,图 6)。统计结果显示:在源外区域当断裂密集带走向与地层倾向小角度相交时,断裂密集带中反向断阶、地垒、地堑和顺向断阶的探井成功率逐渐降低;当断裂密集带走向与地层倾向大角度相交时,在临近生烃凹陷一侧反向断阶、地垒、地堑和顺向断阶的探井成功率逐渐降低,而在远离生烃凹陷一侧地垒、地堑、顺向断阶和反向断阶等部位均不利于油气聚集。

断裂密集带各部位在源外和源内区域聚集油气的能力存在一定差别,主要是由于油气在源外区域的断裂密集带中聚集成藏需要经历更长的二次运移过程。依据断裂密集带对油气运移的影响,参考上述统计结果,分析源外各类型断裂密集带中油气聚集规律(图 7)。在三肇凹陷扶杨油层源外区域,当断裂密集带走向与地层倾向小角度相交时,断裂密集带对油气运移主要表现为输导作用,油气沿断裂密集带走向向高部位运移并在有利圈闭中聚集。反向一地堑一反向断阶和地垒一地堑一反向断阶样式的断裂密集带有利于聚集油气,其中反向断阶和地垒是油气优先聚集的部位,其次是地堑。例如朝 63、树 113、芳 46;升 52、升 201、州 371。反向一地堑一顺向断阶和地垒一地堑一顺向断阶样式断裂密集带仅局

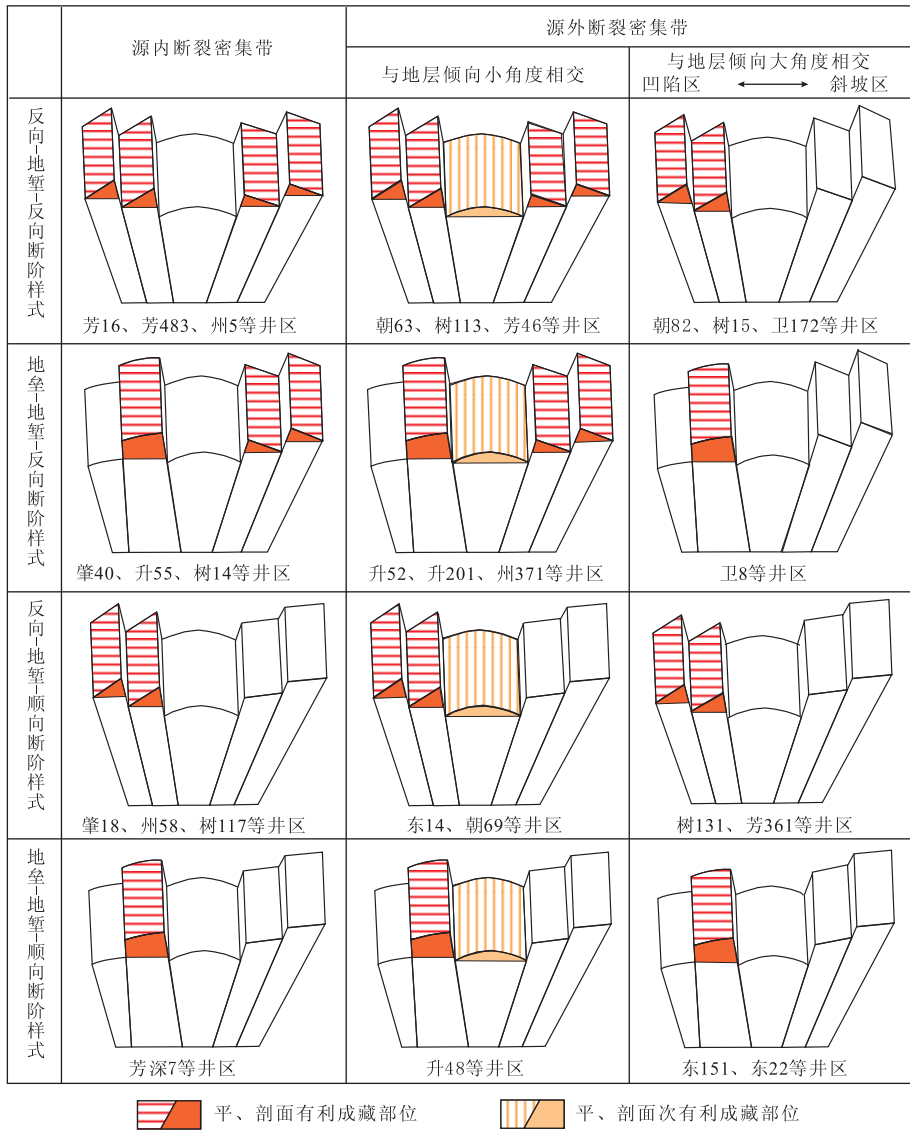


图 7 三肇凹陷扶杨油层断裂密集带控藏模式

Fig. 7 Controlling oil reservoir model of fault dense belts in Fuyang Formation of Sanzhao depression

部有利于聚集油气,依次为地垒、反向断阶和地堑。例如东 14、朝 69、升 48 等井区。当断裂密集带走向与地层倾向大角度相交时,断裂密集带对油气运移主要表现为遮挡作用,油气首先在断裂密集带邻近生烃凹陷一侧聚集。断裂密集带靠近生烃凹陷一侧的反向断阶和地垒是油气聚集的优势部位,其次是断裂密集带中部的地堑,而断裂密集带另一侧不利于聚集油气。例如朝 82、树 15、卫 172、卫 8、树 131、芳 361、东 151、东 22 等井区。

5 结论

(1)三肇凹陷扶杨油层主要发育 4 种样式的断裂密集带:反向—地堑—反向断阶样式、地垒—地

堑—反向断阶样式、反向—地堑—顺向断阶样式和地垒—地堑—顺向断阶样式。

(2)当三肇凹陷扶杨油层断裂密集带地走向与地层倾向小角度($0^{\circ} \sim 45^{\circ}$)相交时,断裂密集带走向指示油气平面优势运移方向。

(3)三肇凹陷扶杨油层断裂密集带控藏模式:源内区域断裂密集带中地垒和反向断阶是油气聚集优势部位;源外区域断裂密集带走向与地层倾向呈小角度相交时,地堑两侧的反向断阶和地垒是油气优先聚集部位,若呈大角度相交则断裂密集带靠近生烃凹陷一侧的反向断阶和地垒是油气聚集优势部位。

References

Catalan, L., Fu, X. W., Chatzis, L., 1992. An Experimental

- Study of Secondary Oil Migration. *AAPG Bulletin*, 76 (5): 638—650.
- Chen, F. W., Lu, S. F., Xu, Y. T., et al., 2011. Intensively Faulted Zones and Their Controlling on the Hydrocarbon Migration and Accumulation—A Case Study on the Wangfu Depression, Songliao Basin. *Journal of China University of Mining & Technology*, 40(2): 240—245 (in Chinese with English abstract).
- Chen, W., Wu, Z. P., Hou, F., et al., 2010. Study on Hydrocarbon Migration along Fault Strike. *Journal of China University of Petroleum*, 34(6): 25—30 (in Chinese with English abstract).
- Chi, Y. L., Xiao, D. M., Yin, J. Y., 2000. The Injection Pattern of Oil and Gas Migration and Accumulation in the Sanzhao Area of Songliao Basin. *Acta Geologica Sinica*, 74(4): 371—377 (in Chinese with English abstract).
- Fu, G., Liu, M. W., 2010. Migration Pathways of Fuyu Oil Layer in Chang 10 Block in Songliao Basin and Its Control on Oil Accumulation. *Acta Sedimentologica Sinica*, 28(1): 201—207 (in Chinese with English abstract).
- Fu, G., Wang, Y. G., Yuan, D. W., 2010. Source Faults of F₁ Y Oil Layer in Sanzhao Depression and Its Control to Oil Accumulation. *Acta Petrolei Sinica*, 31(5): 762—766 (in Chinese with English abstract).
- Fu, X. F., Ping, G. D., Fan, R. D., et al., 2009. Research on Migration and Accumulation Mechanism of Hydrocarbon “Reversed Migration” in Fuyu and Yangdachengzi Formation in Sanzhao Depression. *Acta Sedimentologica Sinica*, 27(3): 558—566 (in Chinese with English abstract).
- Guo, Z. Q., Xiao, D. M., Tang, J. S., 1996. Function of Discordogenic Faults during Forming of Hydrocarbon Pools. *Acta Petrolei Sinica*, 17(3): 27—32 (in Chinese with English abstract).
- He, D. F., 2007. Features of Oil-Gas Reservoir Generated by Fault-Lithologic Body. *Acta Petrolei Sinica*, 28(2): 22—28 (in Chinese with English abstract).
- Hindle, A. D., 1997. Petroleum Migration Pathways and Charge Concentration; A Three-Dimensional Model. *AAPG Bulletin*, 81(9): 1451—1481.
- Hu, W. S., Lü, B. Q., Zhang, W. J., et al., 2005. An Approach to Tectonic Evolution and Dynamics of the Songliao Basin. *Chinese Journal of Geology*, 40(1): 16—31 (in Chinese with English abstract).
- Li, K., Zhao, X. K., Zhang, X. B., et al., 2007. Hydrocarbon Migration Pathway System Types and Evolution in the Akekulere, Tarim Basin. *Chinese Journal of Geology*, 42(4): 766—778 (in Chinese with English abstract).
- Lin, T. F., Xiang, C. F., Feng, Z. H., et al., 2009. Pathway Systems for Hydrocarbon Migration to Binbei District, Songliao Basin, Northeast China. *Geological Science and Technology Information*, 28(1): 63—68 (in Chinese with English abstract).
- Liu, Z. B., Fu, X. F., Lü, Y. F., et al., 2009. Hydrocarbon Reversed Accumulation Model of Big Depression Syncline Area—A Case of the Fuyang Reservoir in the Sanzhao Depression. *Geological Review*, 55(5): 685—892 (in Chinese with English abstract).
- Liu, Z. B., Ma, S. Z., Sun, Y., et al., 2008. High-Resolution Sequence Stratigraphy Division and Depositional Characteristics of Putaohua Reservoir, Sanzhao Depression. *Acta Sedimentologica Sinica*, 26(3): 399—406 (in Chinese with English abstract).
- Lu, S. F., Li, J. N., Liu, S. J., et al., 2009. Oil Generation Threshold Depth of Songliao Basin; Revision and Its Significance. *Petroleum Exploration and Development*, 36(2): 166—173 (in Chinese with English abstract).
- Shen, Y., Jia, D., Song, G. Q., et al., 2010. Reservoir-Forming Characters, Key Control Factors and Geological Evaluation in the Area outside Oil Source—Take the Chunguang Oilfield in Chepaizi Uplift in Western Junggar Basin as an Example. *Geological Review*, 56(1): 51—59 (in Chinese with English abstract).
- Sun, Y., Ma, S. Z., Liu, Y. Y., et al., 2009. An Approach to Oil-Controlled Model of Local Structure of Putaohua Oil Layer in the Sanzhao Sag, Songliao Basin. *Geological Review*, 55(5): 693—700 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, L., Lu, S. F., Zhang, X. J., et al., 2010. Controlling Factors and Accumulation Model of Hydrocarbon Accumulation of the Fuyang Oil Units in Sanzhao Region of the Songliao Basin. *Journal of Jilin University (Earth Science Edition)*, 40(3): 491—502 (in Chinese with English abstract).
- Zhao, W. Z., Chi, Y. L., 2000. Regional Distribution Regularity and Its Controlling Factors of Oil and Gas Bearing Series in Bohai Bay Basin. *Acta Petrolei Sinica*, 21(1): 10—15 (in Chinese with English abstract).

附中文参考文献

- 陈方文, 卢双舫, 徐运亭, 等, 2011. 断裂密集带对油气运移和聚集的制约研究——以王府凹陷为例. *中国矿业大学学报*, 40(2): 240—245.
- 陈伟, 吴智平, 侯峰, 等, 2010. 油气沿断裂走向运移研究. *中*

国石油大学学报(自然科学版),34(6): 25—30.

迟元林,萧德铭,殷进垠,2000. 松辽盆地三肇地区上生下储“注入式”成藏机制. 地质学报,74(4): 371—377.

付广,刘美薇,2010. 松辽盆地长 10 区块扶余油层运移输导通道及对油成藏的控制. 沉积学报,28(1): 201—207.

付广,王有功,袁大伟,2010. 三肇凹陷扶杨油层源断裂的再认识及其对成藏的控制作用. 石油学报,31(5): 762—766.

付晓飞,平贵东,范瑞东,等,2009. 三肇凹陷扶杨油层油气“倒灌”运聚成藏规律研究. 沉积学报,27(3): 558—566.

郭占谦,萧德铭,唐金生,1996. 深大断裂在油气藏形成中的作用. 石油学报,17(3): 27—32.

何登发,2007. 断裂—岩性体油气藏特征. 石油学报,28(2): 22—28.

胡望水,吕炳全,张文军,等,2005. 松辽盆地构造演化及成盆动力学探讨. 地质科学,40(1): 16—31.

李坤,赵锡奎,张小兵,等,2007. 塔里木盆地阿克库勒凸起油气输导体系类型与演化. 地质科学,42(4): 766—778.

林铁锋,向才富,冯子辉,等,2009. 松辽盆地滨北地区油气运

移输导体系分析. 地质科技情报,28(1): 63—68.

刘宗堡,付晓飞,吕延舫,等,2009. 大型凹陷向斜区油气倒灌式成藏—以松辽盆地三肇凹陷扶杨油层为例. 地质论评,55(5): 685—892.

刘宗堡,马世忠,孙雨,等,2008. 三肇凹陷葡萄花油层高分辨率层序地层划分及沉积特征研究. 沉积学报,26(3): 399—406.

卢双舫,李娇娜,刘绍军,等,2009. 松辽盆地生油门限重新厘定及其意义. 石油勘探与开发,36(2): 166—173.

沈扬,贾东,宋国奇,等,2010. 源外地区油气成藏特征、主控因素及地质评价——以准噶尔盆地西缘车排子凸起春光油田为例. 地质论评,56(1): 51—59.

孙雨,马世忠,刘云燕,等,2009. 松辽盆地三肇凹陷葡萄花油层局部构造控油模式探讨. 地质论评,55(5): 693—700.

张雷,卢双舫,张学娟,等,2010. 松辽盆地三肇地区扶杨油层油气成藏过程主控因素及成藏模式. 吉林大学学报(地球科学版),40(3): 491—502.

赵文智,池英柳,2000. 渤海湾盆地含油气层系区域分布规律与主控因素. 石油学报,21(1): 10—15.

2014 年本刊作者姓名汉语拼音字母拼写规则

正式的汉语人名由姓和名两个部分组成. 姓和名分写, 姓在前, 名在后, 姓和名之间用空格分开. 姓有 3 种: ①单姓. 汉语中只有一个字的姓, 如张、王、刘、李; ②复姓. 汉语中不止一个字(一般由两个字构成)的姓, 如欧阳、司马; ③双姓. 汉语中由两个姓(单姓或复姓)并列而成的姓氏组合, 如郑李、欧阳陈、周东方等. 根据 GB/T 28039—2011《中国人名汉语拼音字母拼写规则》, 以下分别举例介绍这 3 种情形的姓名对应的汉语拼音字母拼写规则:

(1)单姓姓名: 姓和名的开头字母大写, 中间以空格分开.

Wang Fang	王 芳	Yang Weimin	杨为民
Lu Lue	吕 略	Zhao Ping'an	赵平安

(2)复姓姓名: 姓连写, 姓和名的开头字母大写, 中间以空格分开.

Sima Xiangnan	司马相南	Ouyang Wen	欧阳文
---------------	------	------------	-----

(3)双姓姓名: 双姓(并列姓氏)中间加连接号, 每个姓氏开头字母大写, 名的开头字母大写, 姓和名之间以空格分开.

Liu-Yang fan	刘杨帆	Zheng-Li Shufang	郑李淑芳
Dongfang-Yuefeng	东方岳峰	Xiang-Situ Wenliang	项司徒文良

从 2014 年起, 我刊的文章作者姓名汉语拼音字母拼写采用以上规则拼写.