

文章编号: 1009-3850(2012)02-0072-04

江陵凹陷荆沙组油气成藏条件分析

陈金荣

(江汉油田分公司勘探开发研究院, 湖北 潜江 433124)

摘要: 根据荆沙组的基本地质特征, 综合分析了成藏条件。认为长期继承性发育的构造、紧邻生油洼陷和晚期构造活动是荆沙组油气藏形成的先决条件。油气成藏的关键因素是: 圈闭、断层和砂体的配合。建立了油气成藏模式, 指出该区可发育垂向和侧向两种油藏模式。认为盐隆构造、深大断裂构造是寻找垂向油藏的有利区带。

关键词: 江陵凹陷; 荆沙组; 成藏条件; 成藏模式; 有利勘探区

中图分类号: TE122.3+1

文献标识码: A

江陵凹陷位于江汉盆地西部, 是江汉盆地最大的白垩-第三系沉积凹陷, 面积达 6500km^2 。凹陷内自下而上依次为白垩系渔洋组和下第三系沙市组、新沟组、荆沙组、潜江组、荆河镇组、上第三系广华寺组、第四系平原组。江陵凹陷白垩-下第三系受基底构造起伏和边界断裂控制, 褶皱特征明显。整个凹陷以万城断层为界将凹陷东西分块, 西部为一洼一隆的构造格局; 东部以凹陷内几条主要三级断层为界又可南北分带(图1)。

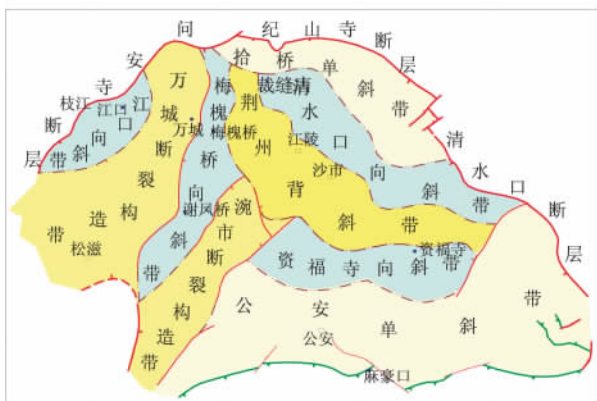


图1 江陵凹陷构造位单元略图

1. 断层线; 2. 次级构造单元分界线

Fig. 1 Tectonic division of the Jiangling depression

1 = fault; 2 = secondary tectonic boundary

江陵凹陷在 multi 期构造运动控制下形成多套生储盖组合, 有利生烃洼陷及周缘具有多层系、多类型成藏特征。以新沟组下段为烃源, 发育白垩系、新下段、荆沙组、火山岩 4 套储集层系。第三次资源评价结果表明, 油气资源量为 $1.0361 \times 10^8\text{t}$ 。探明石油地质储量 $1923.85 \times 10^4\text{t}$, 资源探明率仅为 18.5%。在以往的勘探中, 荆沙组为一套厚达数百上千米的棕色、紫红色砂泥岩互层, 未作为勘探层系。但是随着勘探的不断深入, 2000 年沙 26 井荆沙组试油日产 2.1t, 2009 年在江陵凹陷位于梅槐桥和资福寺生烃洼陷的流市断裂带新华断块虎 4 井荆沙组发现油层, 中途测试获得 $16.52\text{m}^3/\text{日}$, 表明江陵凹陷荆沙组具有一定的勘探前景。

1 构造与沉积演化特征

构造控制盆地的发生、发展、消亡, 同时控制沉积环境, 控制源岩、储层的发育。构造运动还控制断裂和不整合面的形成, 控制圈闭的形成, 进而控制油气成藏和保存。因此, 构造运动的研究, 对于油气成藏是非常重要的。

从现有的地层记录分析, 江陵凹陷荆沙组划分为 4 个构造沉积演化阶段:

1.1 荆沙早期断坳共存期

早期控洼的大断层对沉积的控制作用不再明

显,除少数几条控凹注断层时有活动外,南部部分断裂活动较强,中北部断裂活动较弱。

1.2 荆沙早中期隆升剥蚀期

受喜马拉雅早幕构造运动的影响,升降作用具有波动性。荆沙早期断裂强烈活动,地层快速沉降,局部构造抬升运动,形成了荆沙组内部局部剥蚀面,该界面位于荆沙组内部,将其称为 T7',在地震剖面上见到了明显的削蚀(图2)。

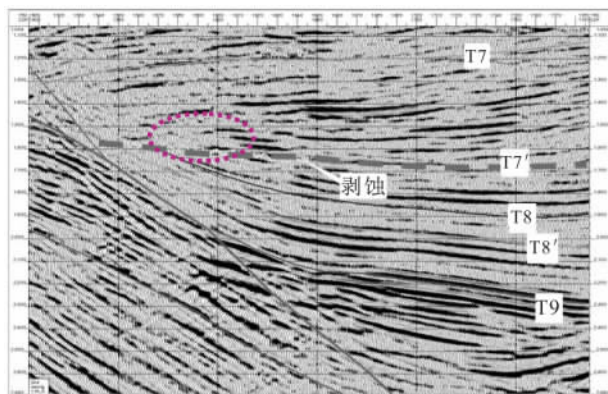


图2 江陵凹陷 129.1 测线上的 T7' 剥蚀面

Fig. 2 T7' denudation plane along 129.1 line in the Jiangling depression

1.3 荆沙中晚期强烈断陷期

该期构造活动强烈,一、二级断层再次活动,控注断层的强烈活动使得江口向斜、梅槐桥向斜以及资福寺向斜的沉降中心复活,资福寺向斜沉积厚度最大达 2300m。同时,在陵北断层控注作用下,安家岔洼陷形成,新发育了一系列北东向断层,局部圈闭大量发育,火山岩喷发活动十分强烈。

1.4 荆沙末期区域性隆升剥蚀期

凹陷再次整体抬升,广遭剥蚀,形成荆沙组第二个不整合面,形成浅部构造带及背斜圈闭,使深部原生油气藏的破坏期,浅部次生油气藏形成期。

2 成藏条件

长期继承性发育的构造,紧邻生油洼陷,晚期有构造破坏是荆沙组油气藏形成的先决条件,持续活动的断层是连通油源层和浅层圈闭的油源通道;荆沙期形成的圈闭则是油气聚集的场所。

2.1 沉积特征

荆沙组气候干旱,以西南部物源为主,总体为三角洲-滨浅湖相沉积。西部以紫红色泥岩,浅灰色、灰白色砂岩互层为三角洲沉积;中东部砂岩不发育,为一套棕红、紫红色泥岩夹薄层浅灰、浅棕色粉砂岩,含膏泥岩为滨浅湖沉积。

荆沙组三角洲向湖区推进的距离很短,三角洲平原和三角洲前缘相带很窄,滨浅湖沉积范围很大,因此导致砂岩发育区主要集中在物源入口处。

2.2 油源条件

荆沙组发育的油藏,其油气资源的来源必须依赖油气运移通道对油气的输导。荆沙组为一套紫红色的砂泥岩互层,不具备生油能力。其砂岩储集层中的油气均来自于新沟嘴组下段,因此断层作为油气运移通道对于油气藏的形成极为重要。油源对比表明,荆沙组的原油与新沟嘴组的烃源岩有较好的相似度。C27、C28、C29-规则甾烷相对丰度三角图指示(图3),荆沙组和新沟嘴组下段原油的类异戊二烯烷烃参数具有相似性:Pr/Ph 在 15% ~ 30% 之间,Ph/nC18 在 35% ~ 55% 之间,具有明显的植烷优势,反映了其生油母质属于咸水-盐湖相强还原环境,说明其均来至新沟嘴组下段烃源。

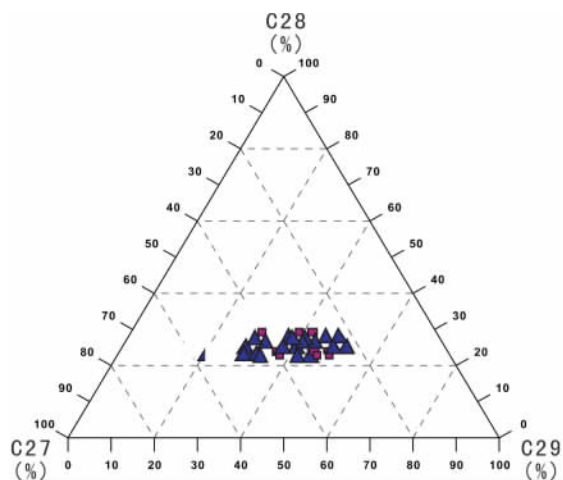


图3 荆沙组原油与新沟嘴组原油甾烷三角图解

■荆沙组原油; ▲新沟嘴组原油

Fig. 3 Triangular diagram for steranes in the crude oil from the Jingsha and Xingouzui Formation

■Crude oil from the Jingsha Formation; ▲ Crude oil from the Xingouzui Formation

新沟嘴组下段烃源层分布广泛,总烃源岩体积达 874km³,平均厚度为 152m。该烃源岩层平均有机碳含量为 0.55%,沥青“A”含量 0.0397%,烃含量 161ppm。有机碳含量主要分布于 >0.6,有机质类型 I 型占 15.8%,II 型占 54.3%,III 型占 29.8%。说明该烃源岩沉积时期环境相对较稳定,能够提供充足的油源。

2.3 储层条件

荆沙组为一套厚达数百米的棕色/紫红色泥岩、泥质粉砂岩及灰白色粉(细)砂岩的不等厚互层沉积,岩性变化单调。砂岩层与泥岩层多呈过渡关

系,常无截然的分界,在自然伽马测井曲线上显示为大段的齿状或间隔出现的指状。砂岩厚度1~4m,以波状、斜波状及交错层理粉砂岩为主。生物扰动构造丰富、强烈。偶而也有厚度大于6m的砂岩层,粒度较粗。储层岩性以岩屑长石砂岩为主,砂/泥比约10%。分选中-好,磨圆度圆状-次棱,以孔隙式胶结为主,且普遍表现出成熟度低的特点。根据岩心资料,平均孔隙度为10.8%,平均渗透率为 $10 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,储层物性中等。其有利区主要分布于近物源、物源入口处100~150m左右,储层厚度大、物性相对较好,为油气提供了良好的储集空间。

2.4 盖层条件

本区的盖层岩性主要为泥岩,荆沙组上段200~500m的泥岩可以作为其盖层,此外,潜江组的泥岩和页岩也是一套良好的区域盖层。

2.5 运移条件

荆沙组的油藏为下生上储,油气捕获主要靠连通油源层的断层。断层是凹陷深部油气源层向浅层运移的最重要输导要素。油气运移指向一是受古构造控制,即油气向凹陷中的隆起带运移,油气先从成熟烃源岩初次运移至断层输导体系后发生垂向运移,遇浅层砂体侧向运移聚集原生成藏,如虎4井钻遇的荆沙组油藏;二是后期构造改造,原生新沟嘴组油藏由于后期构造运动造成断裂活动使原生油藏改造和再分配在荆沙组成藏。如沙市油田沙26井荆沙组油藏;三是可能存在油气在荆沙组的砂岩层与烃源对接穿层侧向运移。

2.6 油气成藏模式

(1) 垂向成藏模式指源岩生成油气直接初次排替到油源断层连通的输导体,并沿其向上垂向运移进入新地层中的有效圈闭中成藏。该类成因油藏的运移动力主要来自烃源岩初次排烃积聚的超压,运移关键通道为断层垂向连通的输导体,运移距离稍长,并最先进入离烃源层最近的储集体中聚集成藏。如涪市断裂带虎4井荆沙组油藏就为垂向成藏模式(图4),即梅槐桥向斜新沟嘴组下段烃源生成油气通过新华断层运移至上升盘北断块荆沙组砂体中成藏。虎4井区位于涪市断裂带李家台构造中部,荆沙组自生不具备生烃能力,但紧邻梅槐桥向斜,新下段具备较好的烃源条件,是荆沙组垂向成藏的基础。断层组成了良好的沟通新下段烃源层与荆沙组储层的断裂输导系统。涪市断裂带荆沙组圈闭的形成及定型期为荆沙-潜江期,早于新下段

烃源岩的生排烃期,具有较好的成油配套史。该区位于荆沙组西南物源的入口处,因此具备相当的荆沙储层,为油气聚集提供了有利的场所。

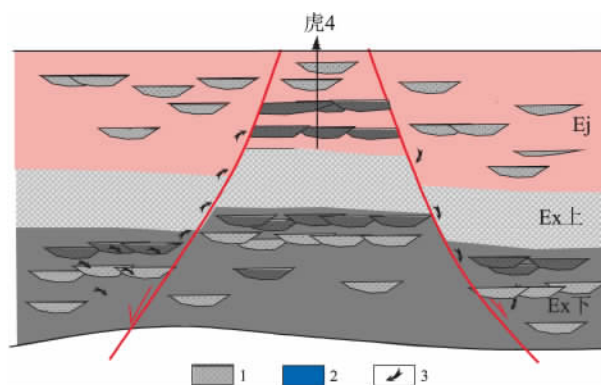


图4 虎4井垂向油气成藏模式

1. 河道砂体; 2. 湖相泥岩; 3. 油气运移方向

Fig. 4 Model for vertical hydrocarbon accumulation through the Hu-4 well

1 = channel sandstone; 2 = lacustrine mudstone; 3 = direction of hydrocarbon migration

(2) 次生成藏模式指油气初次运移到与烃源岩同层段的砂体输导层,较长距离侧向二次运移后在合适圈闭原生成藏。受后期构造运动影响,原生油藏遭到调整改造或破坏,油气沿新生或再活动的断层及砂体上倾方向垂向三次运移进入新的地层次生成藏或逸散。如荆州背斜带沙26井荆沙组油藏就属于次生油藏(图5),其新下段油藏就属于早期原生油藏,即资福寺洼陷新下段烃源岩生成油气初次排替到同层指状交错的三角洲前缘砂体,侧向运移至沙市背斜带新下段圈闭中原生成藏,经后期盐底辟、反转构造影响,新下段早先聚集的油气顺断层及上倾砂体联合垂向运移到新上段、荆沙组中的闭合构造内次生成藏。

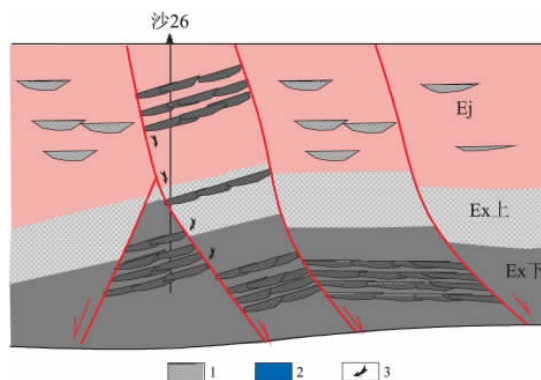


图5 沙26井次生油气成藏模式(图例见图4)

Fig. 5 Model for secondary hydrocarbon accumulation through the Sha-26 well (symbols as in Fig. 4)

(3) 油气藏类型

可能发育的侧向运移成藏模式: 主要指古近系新沟咀组下段烃源岩生成的油气穿断层运移到荆沙组中成藏。油气运移通道主要为垂向断层面 + 侧向骨架砂体。油气首先穿过断层面进入侧向对接的骨架砂体, 再沿砂体上倾方向侧向运移, 进入就近构造圈闭成藏(图6)。

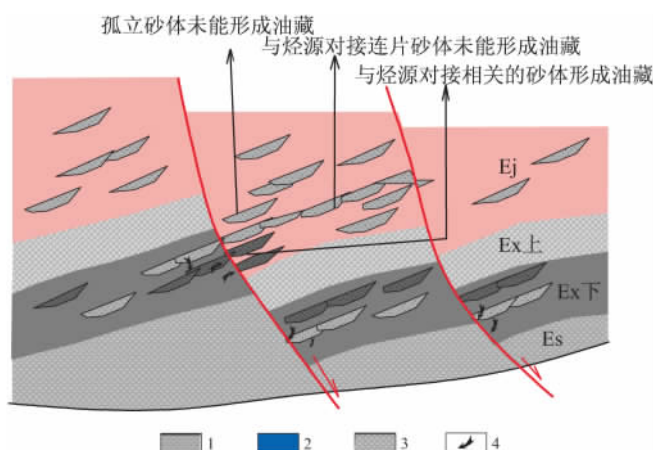


图6 荆沙组可能油气成藏模式

1. 河道砂体; 2. 湖相泥岩; 3. 干盐湖; 4. 油气运移方向

Fig. 6 Potential Model for hydrocarbon accumulation in the Jingsha Formation

1 = channel sandstone; 2 = lacustrine mudstone; 3 = playa; 4 = direction of hydrocarbon migration

3 有利勘探区预测

盐隆构造、深大断裂构造。主断层附近、主断层派生小断层附近是油气的主要聚集部位。长期活动的大断层可以作为油源断层把新沟咀组生油岩和荆沙组储层沟通起来形成断层、储层有机配置, 多层系含油奠定了基础, 是油气勘探的有利目标之一。

4 结论

(1) 江陵凹陷白垩纪—第三纪区域构造具有继承性发育的特点, 荆沙组与新沟咀组区域构造特征相似; 荆沙组沉积期强烈的断裂活动, 为次生油气藏的形成提供了条件。

(2) 荆沙组为一套紫红色的砂泥岩互层, 本身不具备生油条件。

(3) 油藏都集中分布在控油断层的附近, 说明油气的运移条件对于油气成藏是至关重要的。

(4) 建立了荆沙组油气藏的成藏模式: 认为可能发育两种成藏模式: 一是垂向运移成藏模式, 即断层沟通了浅层荆沙组储层与下覆烃源岩或原生油气藏, 油气通过断层纵向上运移至荆沙组地层中聚集成藏; 二是侧向运移成藏模式, 断层下降盘的荆沙组与断层上升盘的烃源岩层对接成藏。

(5) 指出盐隆构造、深大断裂构造是发育垂向油藏的有利区带。

Hydrocarbon accumulation in the Jingsha Formation, Jiangling depression, Hubei

CHEN Jin-rong

(Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Jiangnan Oil Field Company, Qianjiang 433124, Hubei, China)

Abstract: The hydrocarbon accumulation is explored in the light of the geology of the Jingsha Formation. The prerequisites for the hydrocarbon accumulation include long-term inherited structures, close association with oil-generating depression and later structural destruction in the Jingsha Formation. The key factor includes the matching of favourable traps, faults and reservoir sandstones. The models for the hydrocarbon accumulation are presented in this study, including vertical and lateral hydrocarbon accumulation. The salt-dome structures and deep-seated fault structures may be considered as the favourable areas for the vertical hydrocarbon accumulation.

Key words: Jiangling depression; Jingsha Formation; hydrocarbon accumulation; model for the hydrocarbon accumulation; favourable exploration area