

文章编号: 1009-3850(2003)02-0067-04

江陵凹陷成藏组合体与勘探思路

童小兰^{1,2}, 卢明国^{2,3}, 廖忠礼^{3,4}, 蒋晓红⁵

(1. 江汉石油学院 地球科学系, 湖北 荆州 434102; 2. 江汉油田分公司 研究院, 湖北 潜江 433124; 3. 中国地质大学 能源地质系, 北京 100083; 4. 成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082; 5. 中石化新星油气西南分公司 井下作业处研究所, 四川 德阳 618000)

摘要: 成藏组合体的研究是地质领域的一大热点, 笔者利用钻井、测井、地震及分析化验等资料, 以输导系统为重点, 通过对构成成藏组合体的地质要素、地质作用的时空配置研究, 将江陵凹陷划分为一个完整的成藏组合体, 指出该成藏组合体油气成藏发生于荆沙中期-荆河镇晚期(始新世中期—渐新世晚期), 具有不同层位同期成藏的特征。江陵凹陷具有多套勘探层系, 可以进行多层系立体勘探, 提高勘探效益。

关键词: 成藏组合体; 勘探思路; 江陵凹陷; 湖北

中图分类号: TE132.1

文献标识码: A

出现于上世纪 60 年代的含油气系统研究, 经过 40 年的发展, 经历复式含油气系统研究^[1~9], 而逐步演变成成为目前地质界研究的一大热点研究——成藏组合体^[10, 11]。

成藏组合体是由有效输导体系及其与之相关的成藏要素和成藏作用组成的地质实体^[11], 其核心在于利用系统论的方法, 围绕油气源、油气藏以及油气从源到藏的过程这个中心, 从油气成藏要素和成藏地质作用的时空配置角度, 分析盆地油气成藏特点与分布特征, 进而指导油气勘探。成藏组合体出发点为源, 归结点为油气藏, 联系点为输导系统。因此, 它是石油地质的一种新思维和研究方法, 是对石油地质研究方法的创新^[11, 12]。作为我国东部的富烃凹陷之一的江陵凹陷是江汉盆地最大的次级构造单元, 面积 6500km², 含有丰富的油气资源, 研究其成藏体系不仅为该理论提供了实例, 而且对指导该凹陷的勘探具有实际意义。

1 成藏组合体划分

陆相含油气盆地成藏组合体中, 有效烃源岩是物质基础, 油藏的空间展布形态是结果, 起到“桥梁”作用的是输导体系^[13], 因此, 笔者对成藏组合体的命名将以输导系统为基础进行。

江陵凹陷以上太古界至新元古界的变质岩和震旦系—侏罗系的沉积岩为基底。自白垩纪以来经历了断陷至坳陷的构造旋回, 沉积了厚度达万米的白垩系—新近系陆相碎屑岩, 自下而上分别为白垩系渔洋组(Ky)、古近系沙市组(Es)、新沟组(E_x)、荆沙组(E_j)、潜江组(E_q)、荆河镇组(E_{jh}), 新近系广华寺组(Ng)及第四系地层。纵向上发育一套烃源岩层, 即沙市组上段(E_s²)—新沟组组下段(E_x¹)成熟—高成熟烃源岩层。该烃源层在荆沙组沉积末期进入成熟阶段, 潜江组沉积末期处于高成熟阶段, 进入生油高峰期, 潜江组和荆河镇组沉积期为主要

排油期,其后生、排油过程基本结束。发育包括砂岩和火山岩储层在内的5套储层,自下而上分布于渔洋组、沙市组上段、新沟组下段、荆沙组中部和潜江组中部;发育3套区域盖层,即新沟组下段、荆沙组上部和潜江组上部;圈闭类型主要有断鼻、断块和背斜,主要发育期为荆沙组—潜江组沉积期,略早于油气大规模运移期。因此,在空间上组成一个以沙市组上段—新沟组下段为有效源岩体,古近系广泛发育的砂岩和玄武岩作为储集层,以砂层和断层为输导层,地域上涵盖整个江陵凹陷所构成的一个油气生成、运移、集聚、保存的有机整体——成藏体系(图1,2),即砂体-断裂型成藏组合体。

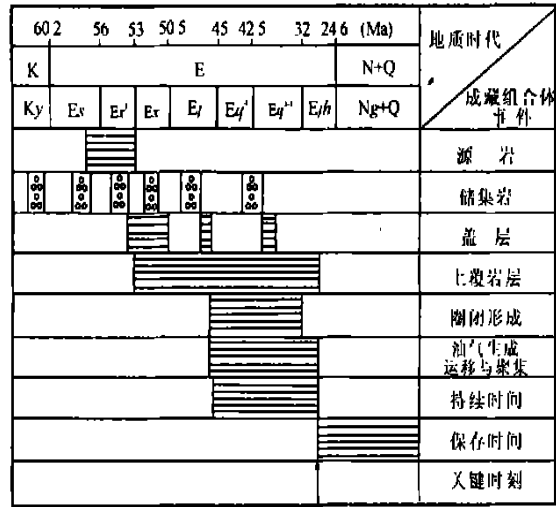


图1 江陵凹陷成藏组合体事件图

Fig. 1 The exploration plays in the Jiangling depression

2 输导体系特征

1. 分布广泛的薄砂层是油气侧向运移的重要通道

平面上,凹陷内主要勘探目的层系新沟组下段受北部物源控制,发育三角洲-湖泊沉积体系,具有生油条件“南好北差”、储集条件“北好南差”的特点,生储条件的平面配置较差。但研究表明,薄砂层是油气侧向运移的主要通道,如路9井新沟组下段薄砂层累积可达78m/65层,虎1井为50.5m/37层;金家场地区金6井薄砂层累积厚度占地层厚度的10.6%,共计49m/31层。砂层对比结果表明,上述薄砂层分布较为稳定,具有一定的连通性。物性分析表明,这些薄砂层孔隙度一般为12%~16%,渗透率为 $(5 \sim 15) \times 10^{-3} \mu m^2$,具有较好的连通性,如

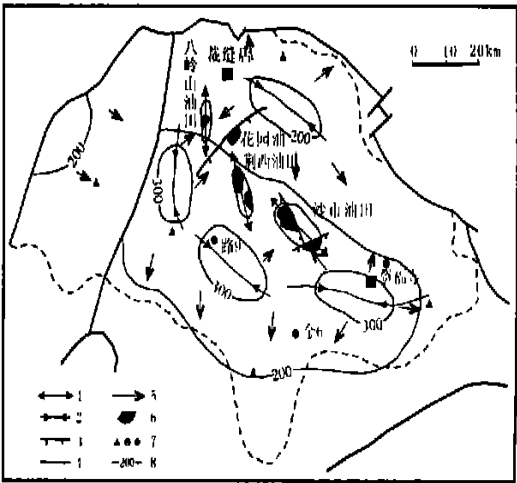


图2 江陵凹陷成藏组合体平面分布图

1. 背斜构造; 2. 向斜构造; 3. 断裂构造; 4. 生油窗顶; 5. 油气运移方向; 6. 油气田; 7. 油迹、油斑显示; 8. 生油岩厚度
Fig. 2 Planar distribution of the exploration plays in the Jiangling depression
1= anticline; 2= syncline; 3= fault; 4= oil-producing window; 5= oil and gas migration direction; 6= oil and gas field; 7= oil and gas shows; 8= source rock thickness

考虑油气运移期间的压实作用远小于其后的压实作用因素,这些薄砂层在油气运移期间的连通性应好于现今。

2. 大量发育的断层是油气纵、横向运移的通道

江陵凹陷构造活动十分强烈,相应形成了许多不同性质、不同规模的断裂构造。许多断裂构造延伸长度大,直插有利的生油区,并且具有多期或长时期活动的特点,是联系生油区和油、气聚集区的重要桥梁。如陵北、李埠、弥陀寺、复兴场、资北等断裂均为油气运移作出了贡献。一方面,上述断裂构造控制了圈闭的形成,为油气聚集提供了场所;另一方面,由于上述断裂的存在使得储油圈闭与油源区得以联系为一个有机的整体,油气能够顺断层运移并被储存起来,相应形成了受断裂构造控制的油气藏。

据现有资料分析表明,花园、荆西油田的形成,除具有少量本地油源外,大部分油气均来源于梅槐桥、弥陀寺等有利的生油洼陷。如上述油田均位于成熟生油岩分布区,但其原油普遍具有高成熟原油特征,原油密度低($<0.83g/cm^3$)、粘度低($<10mPa \cdot s$)、饱和烃含量高(76%)、轻重组分比高($>63\%$),运移效应十分明显。部分地区原油具有明显的成熟、高成熟油混源特征。油气运移研究表

明,其最大运移距离可达10~15km。纵向上,其间虽有多套区域盖层相隔,但在新沟咀组上段、荆沙组、潜江组中,普遍存在来源于沙市组上段—新沟咀组下段烃源岩层的油气,并都获得工业油流,这些正是断层的输导作用所致。如位于沙市断背斜的沙26井,在新沟咀组下段、荆沙组和潜江组都发现油层,尽管油层埋深深者为1742m,浅者仅为763m,相差约1000m。但油砂和原油分析结果表明,它们同源(图3),属成熟-高成熟原油,而且自下而上从新沟咀组下段→荆沙组→潜江组发生分馏作用,碳同位素值 $\delta^{13}\text{C}$ 由 -28.15‰ → -28.45‰ → -28.80‰ 逐渐变轻,具有明显的运移特征,油岩对比分析证实油源来自沙市组上段—新沟咀组下段烃源岩。

砂体与断裂纵横交错,形成复合型输导网络,为油气运移提供了通道。综合分析烃源岩的生、排烃史和输导体系的油气运移史,不难得出江陵凹陷砂体-断裂型成藏组合体具有多层次同期成藏的特征,且成藏发生于荆沙中期—荆河镇晚期(始新世中期

—渐新世晚期)。

3 勘探思路

成藏组合体研究表明,受输导体系控制,江陵凹陷具有如下油气富集规律:平面上,油气运移距离短,有效烃源岩体周缘是油气相对富集区,已发现和落实的油气藏和油气显示均分布于有效烃源岩体周缘,油气运移距离仅8~10km,最大不超过15km;纵向上,油气分布层位多,新沟咀组下段烃源岩生成的油气可以运移到新沟咀组上段、荆沙组、潜江组聚集成藏。因此,江陵凹陷具有多套勘探层系,可以进行立体勘探。此前,以单一的新沟咀组下段为目的层系的勘探过程中发现的新沟咀组上段、荆沙组、潜江组油藏决不是个别事件,应加大原、次生油藏兼探的力度和步伐,扩大江陵凹陷的勘探成果,建议以生油主洼陷周缘的荆州背斜带和万城断裂构造带为重点勘探区带。

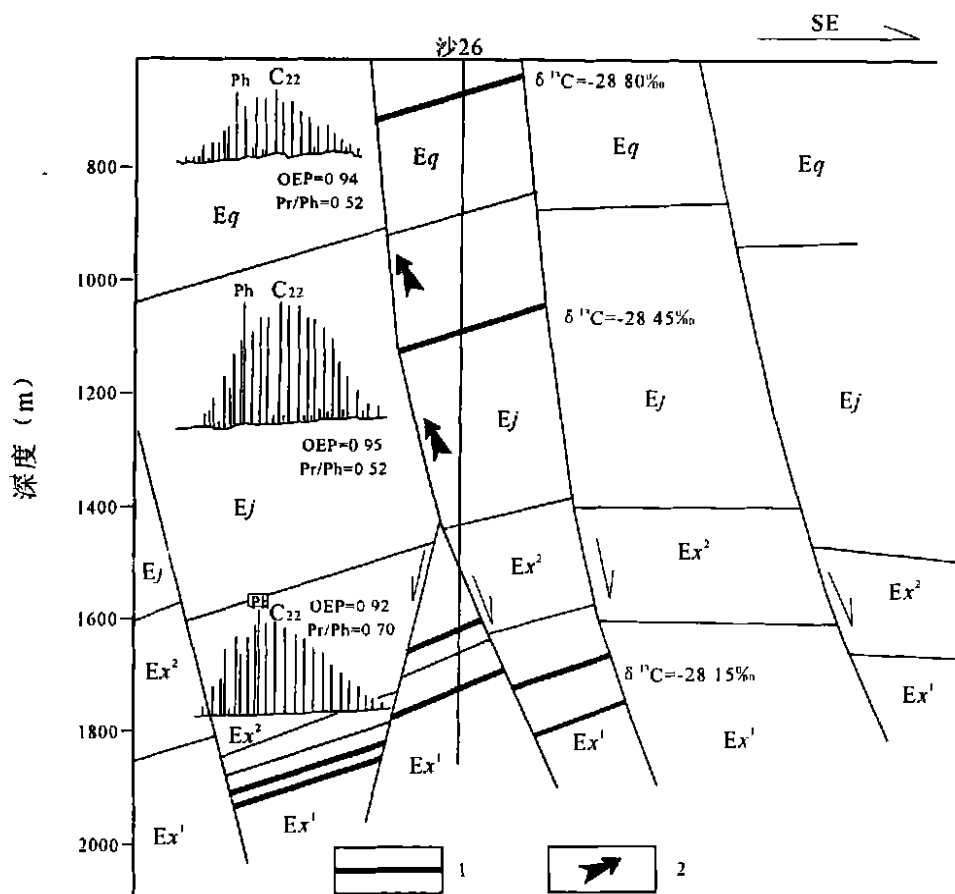


图3 江陵凹陷沙26井区油藏油源对比剖面图

1. 油层; 2. 油气运移方向

Fig. 3 Sections showing the correlation of oil sources in the Sha-26 well field of the Jiangling depression

1= source bed; 2= oil and gas migration direction

4 结 论

含油气盆地成藏组合体理论目前仍处于探索阶段,笔者在研究过程中,探索性地以含油气系统理论方法为基础,以输导体系为核心,进行了成藏组合体研究。将江陵凹陷划分为一个完整的砂体-断裂型成藏组合体,油气具有多层位同期成藏的特征,结合勘探实际,指出该凹陷具有多套勘探层系,可以进行立体勘探。

参考文献:

[1] MAGOON L B, DOW W G. The petroleum system—from source to trap [J]. AAPG Memoir, 1994, 60(1): 3—22.

[2] MAGOON L B. 含油气系统——研究现状和方法[M]. 北京:地质出版社, 1992, 1—20.

[3] 胡朝元. 生油区控制油气田分布——中国东部陆相盆地进行

区域勘探的有效理论[J]. 石油学报, 1982, 3(2): 9—13.

[4] 汪时成, 周庆凡. 含油气系统概念的由来及内涵[J]. 石油与天然气地质, 2000, 21(3): 279—282.

[5] 赵文智, 何登发, 范士芝. 含油气系统术语、研究流程与核心内容之我见[J]. 石油勘探与开发, 2002, 29(2): 1—7.

[6] 赵文智, 何登发. 中国复合含油气系统的概念及其意义[J]. 勘探家, 2000, 5(3): 1—11.

[7] 赵文智, 何登发, 瞿辉, 等. 复合含油气系统中油气运移流向研究的意义[J]. 石油学报, 2001, 22(4): 7—12.

[8] 徐怀民, 任怀强. 用系统论研究含油气系统[J]. 石油勘探与开发, 1997, 24(4): 1—3.

[9] 陈建渝, 熊书权, 毕研鹏, 等. 断陷盆地中含油气系统的特征[J]. 石油学报, 2000, 21(2): 36—41.

[10] 宋国奇. 含油气盆地成藏组合体理论初步探讨[J]. 油气地质与采收率, 2002, 9(5): 4—7.

[11] 卓勤功. 关于“石油系统研究的本土化问题”一文的商榷[J]. 油气地质与采收率, 2002, 9(5): 76—79.

[12] 姜建群, 胡建武. 含油气系统中流体输导体系的研究[J]. 新疆石油地质, 2000, 21(3): 193—196.

The exploration plays and proposals for the Jiangling depression, Hubei

TONG Xiao-lan^{1,2}, LU Ming-guo^{2,3}, LIAO Zhong-li^{3,4}, JIANG Xiao-hong⁵
(1. Jiangnan College of Petroleum, Jingzhou 434102, Hubei, China; 2. Jiangnan Oil Field Branch, Qianjiang 433124, Hubei, China; 3. Department of Energy Geology, China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 4. Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China; 5. The Institute of Downhole Operation Bureau in Xinxing Southwest Corporation, Deyang 618000, Sichuan, China)

Abstract: The term play is in common use in oil exploration. An exploration play is a family of hydrocarbon pools and prospects within a specified area which share a common geological history and have a commonality of trapping mechanisms, whether determined by structure or facies. The exploration plays in the Jiangling depression are examined herein on the basis of spatio-temporal arrangement of geological elements and processes in combination with cores, well logs, seismic and chemical analytical data. The hydrocarbon accumulation occurred mostly in the middle part of the Jingsha Formation and the upper part of the Jinghezhen Formation (middle Eocene to late Pleistocene) as multiple exploration horizons, and thus may be explored with the aid of three-dimensional exploration strategy in order to improve the exploration efficiency.

Key words: exploration play; exploration proposal; Jiangling depression; Hubei