

松南长岭地区坳陷层油气富集规律

沈武显^{1,2}, 樊太亮^{1,2}, 王宏语^{1,2}, 宫雪³, 侯伟^{1,2}, 王进财^{1,2}

- (1. 中国地质大学(北京) 能源学院, 北京, 100083;
2. 中国地质大学(北京) 海相储层演化与油气富集机理教育部重点实验室, 北京, 100083;
3. 中石化 东北石油局勘探开发研究院, 吉林 长春, 130062)

摘要:以构造、层序和沉积研究为基础,从“层序控砂”和“微相控储”的角度预测有利储层分布;结合油气成藏条件分析,探讨松南长岭地区坳陷层油气富集规律。研究表明:层序旋回控制油气富集部位,重点含油层位靠近成熟烃源岩;沉积相控制有利储层发育区带,主要含油区呈环带状分布于三角洲前缘与滨浅湖的交互区域,水下分流河道和河口坝微相中的油气显示较多,且含油气性较好,为有利储集相带;基底断裂带和有利油气聚集区紧密相联,含油气带主要受继承性发育的基底断裂控制与影响;油气富集与地层展布形态、圈闭类型密切相关,中部平缓区为低幅度构造圈闭发育带,东部构造反转区为反转上倾尖灭的岩性和构造-岩性复合型圈闭发育带,而西部斜坡区于西掉断层上升盘,可形成低幅度构造和构造-岩性油气藏。

关键词:松南长岭地区;坳陷层;有利储层;成藏条件;油气富集规律

中图分类号:TE121

文献标志码:A

文章编号:1672-7207(2010)02-0715-07

Hydrocarbon enrichment rules of depression period layer in Changling region of southern Songliao Basin

SHEN Wu-xian^{1,2}, FAN Tai-liang^{1,2}, WANG Hong-yu^{1,2}, GONG Xue³, HOU Wei^{1,2}, WANG Jin-cai^{1,2}

- (1. School of Energy Resource, China University of Geoscience, Beijing 100083, China;
2. Key Laboratory of Marine Reservoir Evolution and Hydrocarbon Accumulation Mechanism, Ministry of Education, China University of Geoscience, Beijing 100083, China;
3. Research Institute of Exploration and Development, Northeast Petroleum Bureau, China National Petrochemical Corporation, Changchun 130062, China)

Abstracts: Based on the research of structure, sequence and sediment, favorable reservoir was predicted from the point of “sequence controls sand” and “sedimentary microfacies control reservoir”. Combined with analysis of hydrocarbon accumulation condition, rules of depression layer hydrocarbon enrichment in Changling region of southern Songliao Basin were discussed. The results show that sequence cycle controls the place where hydrocarbon accumulates and valuable oil-bearing stratum are near the mature source rocks. Sedimentary facies control the place where favorable reservoir develops. The main oil-bearing areas distribute zonationally in delta front and shore lake crossover region. Underwater distributary channel and mouth bar are beneficial reservoir facies because there are more and better oil and gas. Basal fault zone is closely linked with favorable hydrocarbon accumulation areas. Oil-bearing areas are mainly controlled and influenced by the inherited basement fault. Hydrocarbon accumulation is closely related to strata distribution patterns and trap types. There are low-amplitude structural traps developed in the central flat area. Lithologic traps that are updip pinchout and structural lithologic traps are in the eastern inversion area. And there are low-amplitude structural traps and structural lithologic traps on the upthrow side of west faults in western slopes.

Key words: Changling region of southern Songliao Basin; depression layer; favorable reservoir; accumulation condition; rules of hydrocarbon enrichment

收稿日期:2009-07-23;修回日期:2009-09-29

基金项目:国家重点基础研究发展规划(“973”计划)项目(2005CB422103)

通信作者:沈武显(1981-),男,湖北武穴人,博士,从事层序地层与油气勘探研究;电话:13581832981;E-mail:shenwuxian@163.com

现已在松辽盆地南部的长岭地区断陷层和拗陷层发现工业油气流,目前,该区内可供钻探的构造圈闭很少。松辽盆地南部存在大量的岩性地层油气藏,因此,岩性地层圈闭已成为下一步重点的勘探目标。要准确寻找岩性地层圈闭,减少勘探风险,必须查明区域油气富集规律,优选有利勘探区带。目前于同沉积地幅度构造带、阶地和区域性砂岩上倾尖灭带中找到了一批由岩性构造复合型油气藏组成的大中型油气田。周荔青等^[1-6]在分析松南岩性油气藏形成条件的基础上,对已发现的岩性圈闭类型及分布特征进行总结,共发现 6 种岩性地层油气藏类型,并认为油气成藏主要受烃源岩、有利储集相带和运移通道条件 3 种因素控制;不同的构造岩相带具有不同的岩性油藏成藏组合模式,依据构造岩相控油因素,将松南长岭地区岩性油藏划分为 6 种成藏组合模式。

1 层序地层及沉积演化特征

长岭凹陷位于松辽盆地中央拗陷区南部,总面积约为 7 000 km²,东与东南隆起区相接,南与西南隆起区毗邻,西与西部斜坡区过渡,整体呈三面隆起向北延伸的“U”型凹陷。松南长岭凹陷的中央区由大情字至腰英台起伏隆起带将其进一步细分为乾安次凹、黑帝庙次凹,北部乾安次凹在青山口期至嫩江末期一直是沉降中心,南部黑帝庙次凹是受明水组末期构造运动影响形成的构造次凹^[7]。松南长岭凹陷构造演化史与松辽盆地有相似之处,又受派生局部应力场演化控制而具有自身的特点,其构造及演化特征总体表现为早期裂谷、中期拗陷和晚期褶皱等特点(图 1)。

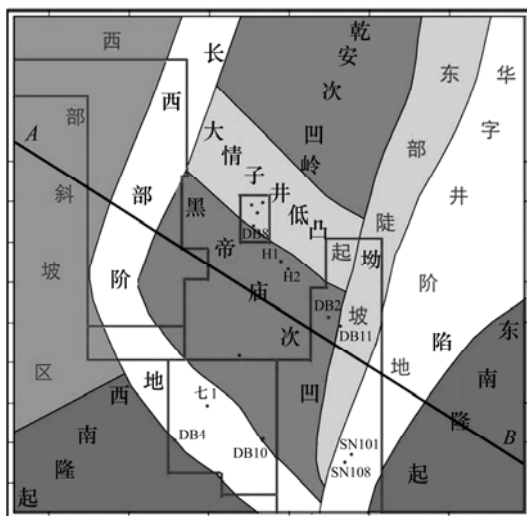


图 1 松南长岭地区构造单元划分图

Fig.1 Division of structural unit in Changling region of southern Songliao Basin

松南长岭地区地层层序中的三级层序识别主要是以松辽盆地全区的层序格架划分方案为基础^[4-10],进而利用钻/测井、岩芯和高分辨率三维地震资料进行四级层序的划分与对比,在松南长岭地区青山口组—姚家组中划分出 5 个三级层序,命名为 SQ1~SQ5,进一步细分出 8 个四级层序,命名为 SC1~SC8,以此建立了松南长岭地区高精度层序地层格架,且与砂层组有着良好的对应关系(图 2)。松南长岭地区各层序厚度整体上由东向西、由北向南呈逐渐减小的趋势,多数地区各层序发育齐全,而在西部和南部的局部边缘部位,三级层序 SQ2(青二段)部分被剥蚀。

松南长岭地区泉四段至嫩一段地层纵向上为多种沉积体系交互叠置,沉积相自下而上具有曲流河—三角洲—滨浅湖—三角洲—滨浅湖—半深湖的演化序列,反映出 2 次大的湖平面变化旋回。泉四段沉积期主要以曲流河沉积为主,沉积了较厚的粗砂岩和中砂岩。在青一段沉积期早期,随着基准面上升,湖盆开始扩张,河流相向三角洲相转变,松辽湖盆出现首次大湖侵;在青一段沉积期中期,主要为三角洲和滨浅湖沉积,此时,松南长岭地区西南部主要为三角洲前缘环境,东北部为三角洲前缘—浅湖环境;在青一段沉积期末期,基准面快速上升,使得松辽湖盆达到第 1 次鼎盛期;在青二段沉积期,基准面开始下降,湖退开始,西南部从三角洲前缘亚相渐变为三角洲平原亚相,东北部从湖泊相过渡到三角洲相;在青三段—姚家组沉积期,随着基准面缓慢上升,主要发育滨浅湖沉积,三角洲前缘退至西南部;在嫩一段沉积期,基准面加速上升,湖域面积扩大,沉积体系以半深湖相为主,局部有浅湖相,松辽湖盆第 2 次大范围湖侵开始。

2 油气藏成藏条件分析

2.1 烃源岩发育条件

松南长岭地区拗陷期源岩由青山口组、嫩江组暗色泥岩构成,嫩江组暗色泥岩全区分布稳定,青山口组暗色泥岩品质及生烃潜力由北往南逐步变弱。嫩江组暗色泥岩有机碳含量为 1.8%~3.5%,青一段和青二、三段有机碳含量分别为 1.16%~2.68%和 1.06%~1.84%。总体评价青一段、嫩一段为较好烃源岩,母源为浮游生物及菌藻类,有机质类型多为 I 型,成熟度处于生油窗范围,以生油为主;青二、三段和嫩江组二、三段生源为浮游生物、菌藻类和陆源高等植物的混合来源,有机质类型 I 型 ~ II 型均有分布,属于一般的烃源岩。

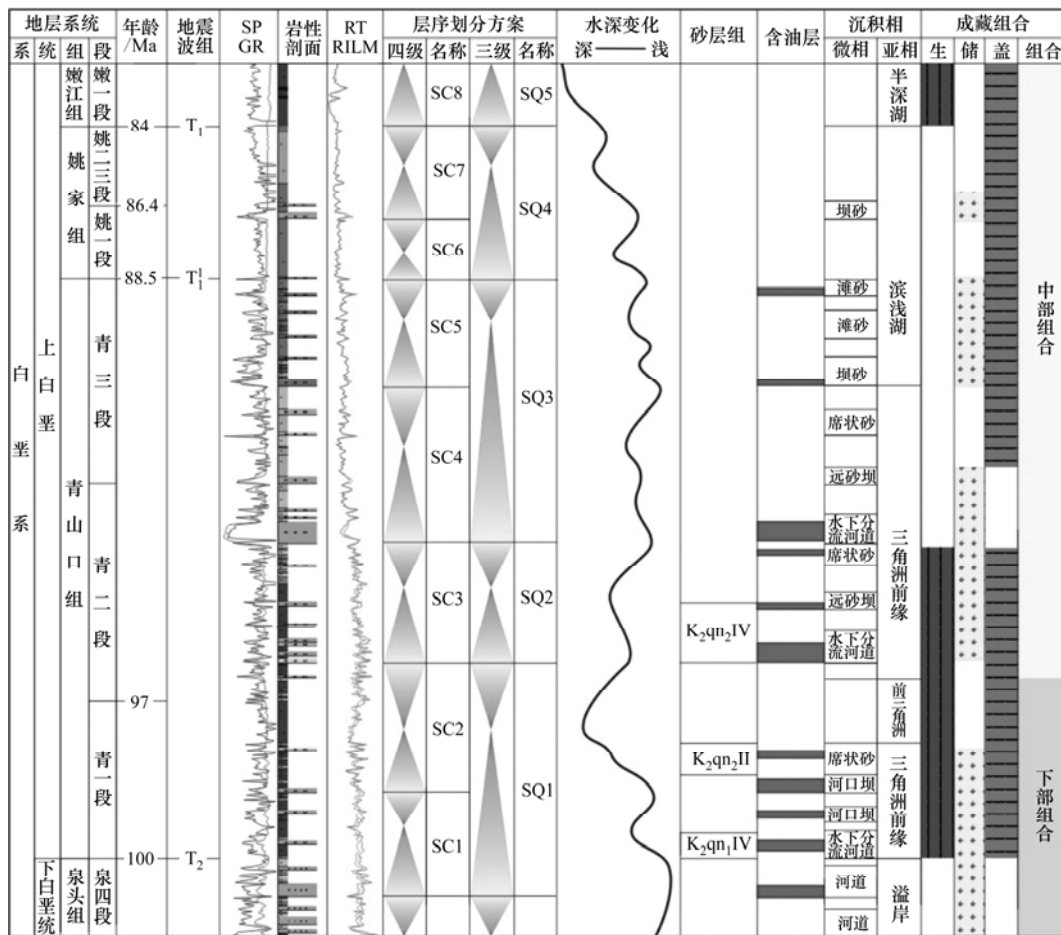


图 2 长岭地区拗陷层层序地层综合分析图

Fig.2 Combination analysis of depression period sequence stratigraphy in Changling Region

2.2 储集层条件

拗陷层内储集砂岩以不稳定的长石为主, 颗粒粒径较小, 总体分选磨圆较差, 结构成熟度和成分成熟度均较低, 处于早成岩阶段的晚期; 储层孔隙受压实、压溶等成岩作用影响较大。通过各沉积微相砂体的物性资料统计发现: 河口坝、水下分流河道及席状砂的物性较好, 为该区有利的储层类型, 砂岩孔隙度为 8.28%~15.78%, 渗透率为 $(0.26\sim 10.75) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$, 油层的含油饱和度中等, 为 37.38%~64.10%, 整体表现为孔隙度小、连通性较差的中低孔~特低孔储层特征。

2.3 盖层条件

松南长岭地区青一段泥质岩盖层主要形成于半深湖浅湖环境, 质较纯, 厚度大, 几乎分布于整个松辽盆地, 具有较强的封盖能力, 是下伏扶余油层和扬大城子油层最好的区域性盖层。嫩一、二段泥岩在松辽盆地南部地区广泛分布, 形成于半深湖环境, 质纯、厚度大, 以泥岩微孔结构分析属类盖层, 对区域性封盖姚家组的油气具有重要意义。滨浅湖、前三角洲亚相、三角洲平原和泛滥平原亚相等沉积环境, 由于

水体较浅, 水动力强, 沉积的泥岩纯度低, 分布范围小, 稳定性弱, 只能形成局部盖层, 青二、三段泥岩盖层就属于这种类型的局部盖层。

2.4 疏导运移条件

松南长岭地区拗陷层内油气的疏导运移通道主要为断层和砂体疏导。断层在开启时期是良好的垂向运移通道, 在明末挤压反转构造作用之后, 部分断层因闭合而形成封堵条件; 在区域不整合欠发育情况下, 砂体也为良好的横向运移通道。松南长岭地区拗陷层砂体呈现互层频率高、单层厚度小、横向连续性较好的特点, 在无构造圈闭和泥岩遮挡的情况下, 往往可以作为流体的输导通道。断层圈闭疏导主要为断层疏导, 岩性圈闭疏导主要为砂体疏导, 断层-岩性复合圈闭的疏导通道有砂体疏导、断层疏导或断层-砂体复合输导。

2.5 生储盖组合特征

松南长岭地区青山口组—嫩江组时期发育三角洲—湖泊沉积体系, 形成了多套广泛分布的砂岩储集体, 而青山口组和嫩江组沉积期是拗陷层 2 次大的水进

期,发育多套较厚的烃源岩,同时也是区域性盖层发育时期,2套区域性盖层将青山口组至嫩江组自然地划分为上、中、下3套有成因联系的油气成藏组合(图2)。

泉四段至青一段的SQ1层序为下部组合, SQ1层序水泛面附近(青一段)的大套黑色泥岩形成了良好的生油层和盖层; SQ1底部泉四段河道砂形成了上生下储的组合特征; 青一段三角洲前缘水下分流河道砂、河口坝砂体为较好的储集体, 在青一段形成了自生自储自盖的成藏组合特征。

中部成藏组合为青二段至姚家组, 包括SQ2~SQ4 3个三级层序, 在区域上为萨尔图和葡萄花油层以及部分高台子油层。生油层主要为下部青一段烃源岩, 盖层是互层的厚层泥岩和上覆嫩一段暗色泥岩; SQ2下部以三角洲前缘和平原沉积为特征, 发育水下分流河道和河口坝砂体, 砂体单层厚度较大, 为拗陷层优质储层集中发育段, 是典型的下生上储、互层泥岩或上覆泥岩为盖层的成藏组合特征; SQ3以三角洲前缘的水下分流河道砂体、河口坝为主; 层序SQ4则为废弃分流河道后经波浪改造而形成的滨湖砂坝砂体(如DB18井); 不同类型砂体与上部SQ5的烃源岩构成上生下储的组合特征。

上部成藏组合为嫩江组。嫩一、二段全盆地广布和稳定发育的大套厚层泥岩提供烃源和盖层, 可形成自生自储型成藏组合特征。

钻井与地震层序分析结果表明: 松南长岭地区成藏组合受区域沉积背景影响较大, 下部成藏组合条件最好, 中部组合封盖层条件好, 储层条件较好, 上部组合较差。结合圈闭构造特征, 在东部三维区内, 3个组合都可作为勘探目标, 在长岭中部和西部地区, 应以下部和中部组合为勘探重点。

3 油气藏富集规律分析

3.1 层序旋回控制油气富集部位

(1) 二级层序水泛面控制了烃源岩及区域盖层展布。青山口组一段和嫩江组一、二段为2次大的湖侵水泛面, 发育了厚层的暗色泥岩, 既可以作为烃源岩层, 又可作为良好盖层。根据“源控论”观点, 水泛面附近是油气聚集的有利场所, 尤其发育自生自储的岩性油气藏。青山口组一段顶部为二级层序的水泛面, 该水泛面之上的青二段和之下的青一段、泉四段顶部是本区的主要含油层位, 可形成下部成藏组合。

(2) 三级层序界面控制砂层组的发育。在层序发育初期, 湖盆水体较浅、携砂水流入湖的水动力较强,

是河道与河口坝砂体发育的强盛时期, 这一时期发育的储集砂体物性更好, 沿层序界面发育的砂层组对油气的运聚与储集起重要作用, 是油气聚集中的优质储集砂体。

(3) 四级层序控制砂体储集性能。四级层序中的上升半旋回的含油性优于下降半旋回的含油性(图2), 这是由于基准面上升和下降对砂体的成因影响较大。在基准面上升期, 易于发育水下分流河道及其侧缘沉积, 其砂体储集性较好, 而基准面下降期多为三角洲-湖泊沉积, 其砂体不够发育, 储集性不如前者好。

(4) 同一层序内不同砂体含油性不同。区域油气显示砂体含油多见于层序界面处, 但已探明地质储量的砂层组均位于层序水泛面附近(图2), 表明层序转换面处砂体岩体粒径最大、含油性差, 而在层序转换面向湖泛面过渡处, 岩体粒径较小且易于储油, 多为油气聚集区。

3.2 沉积相控制储层发育区带

3.2.1 沉积相控制储层砂体类型

在泉四段—姚家组沉积期, 物源主要来自盆地西部的通榆水系和西南部的保康水系。物源沉积体系以湖泊相、三角洲相为主, 而呈条带状分布的三角洲平原分流河道和三角洲前缘水下分流河道、河口坝、席状砂以及滨浅湖滩坝等砂体为主要的储集层。

3.2.2 沉积微相控制储层物性

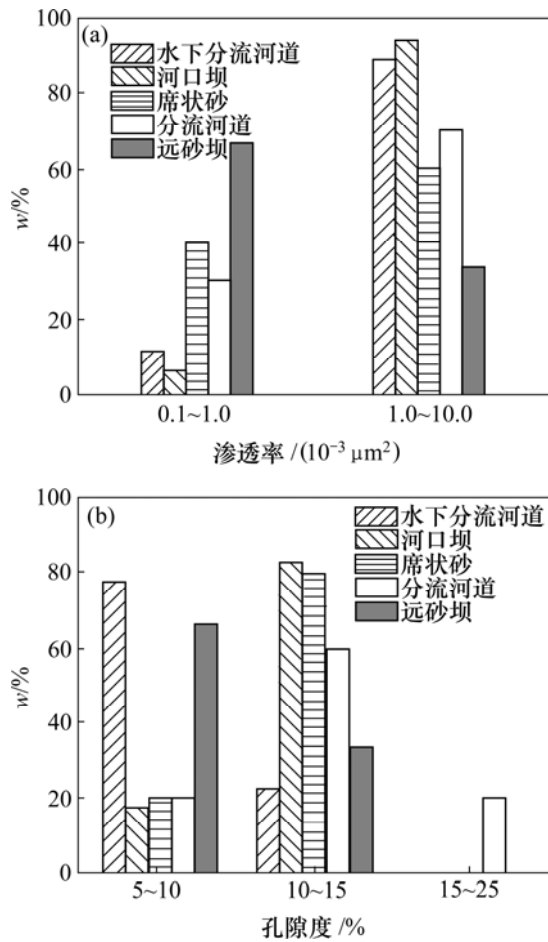
储层物性统计结果表明: 储层分选磨圆较差, 结构成熟度和成分成熟度均较低, 表现为孔隙度小、连通性较差的低孔~特低渗特征, 其中, 河口坝、分流河道、席状砂微相物性较好, 水下分流河道微相次之, 远砂坝物性最差(图3)。

3.2.3 沉积微相影响储层含油性

含油气性统计结果表明: 存在油气显示的沉积微相类型有分流河道、水下分流河道、河口坝、滩坝等砂体。经分析认为: 河口坝和滩坝微相油气显示最好, 为饱含油或油浸; 水下分流河道微相次之, 多为油浸, 少量为油斑和油迹; 席状砂微相虽物性较好, 但侧向封堵条件不够, 油气显示最差, 多数是油斑、油迹。

3.2.4 沉积相控制有利储集区带

经过分析各层序沉积微相的含油气性纵向和横向特征发现: 有利油气储集区呈环带状分布于三角洲前缘与滨浅湖的交互带。该区水下分流河道和河口坝微相中的油气显示较多, 且含油气性较好, 为有利储集相带; 而席状砂微相油气显示不多, 含油气性也较差; 滩坝微相虽含量小, 但含油气级别较高, 应予以重视。因此, 沉积相带控制有利储集区带, 间接控制油气富集部位。



(a) 渗透率; (b) 孔隙度

图 3 各沉积微相储层孔隙度-渗透率分布直方图

Fig.3 Sagporosity-permeability distribution of sedimentary microfacies reservoir

3.3 断裂带和有利油气聚集区紧密相联

断裂在油气藏形成过程中起着至关重要的作用, 开启的断层可作为良好的油气运移通道, 以沟通烃源岩和储层; 构造挤压反转后封闭的断层可作为良好的封堵条件, 形成断层或断层-岩性复合圈闭。松南长岭地区拗陷层断裂带可分为 3 类(图 4): 第 1 类为继承性发育的基底断裂, 在拗陷层断距小, 断面倾角大, 但延伸距离长; 第 2 类是发育于拗陷层内部且贯穿青山口组—嫩江组的断裂, 其大部分为断距小、倾角大的正断层, 但在东部地区, 由于构造反转作用, 部分断层变成逆断层; 第 3 类为发育于青山口组—嫩江组内部的微小断层, 断距小, 延伸距离短。第 1 类和第 2 类断裂对油气输导运移、圈闭形成与分布有着重大意义, 其中, 第 1 类断裂不仅控制了深部断陷层构造格局、浅部拗陷层沉积体系的发育与展布以及盖层的构造变形, 而且对盆地油气的运移、聚集和保存发挥着更加重要的作用, 因此, 继承性发育的断裂带周围是利油气的聚集区带。第 3 类断层对砂体横向连通性影响较大, 而对油气成藏的影响较小。

3.4 油气富集与地层形态和圈闭类型的关系

松南长岭地区拗陷层各层序整体上呈现“南高北低、西高东低”和“北厚南薄、东厚西薄”的展布形态。油气富集与地层展布形态、圈闭发育类型关系密切, 不同构造区带具有不同的油气成藏模式(图 4)。

西部斜坡与断阶带地区靠近物源, 以三角洲平原分流河道砂和三角洲前缘水下分流河道砂为主, 砂泥互层频率小, 但砂体单层厚度较大, 连通性好, 既是好的储层, 又是良好的油气运移通道。砂体以下倾尖

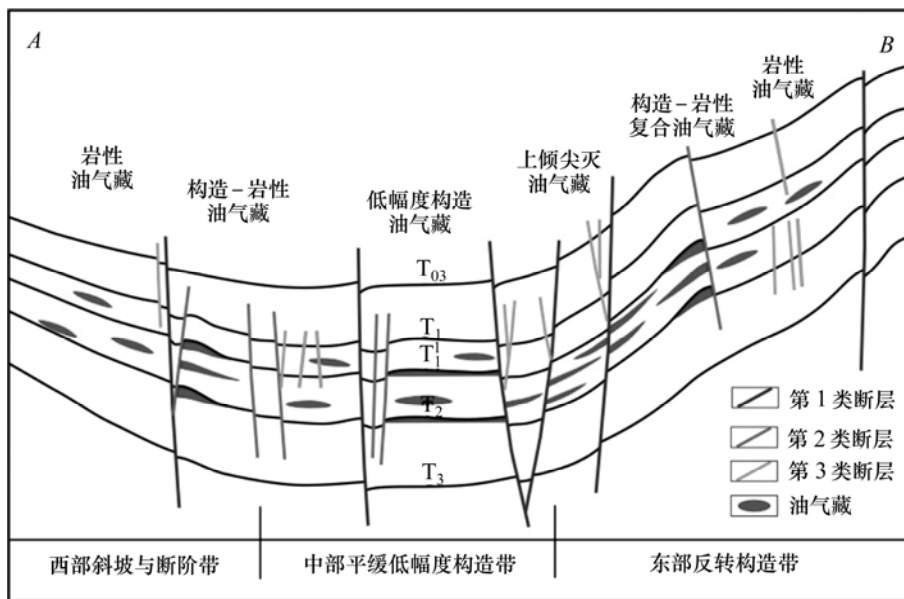


图 4 松南长岭地区拗陷层地层展布形态与油气聚集关系模式图(AB 位置见图 1)

Fig.4 Strata form and hydrocarbon accumulation model of depression period in Changling region of southern Songliao Basin

灭为主,向西南的上倾方向连通性较好,顺向断层不易形成油气聚集带,但于西掉断层上升盘,若存在低幅度构造圈闭,则可形成构造型油气藏;若该断裂延伸较深,则也可形成构造-岩性油气藏。在西部斜坡断裂带欠发育区,仍有形成分流河道透镜状岩性油气藏的可能,有待加密地震资料检测,进行沉积微相及岩性圈闭预测。

中部平缓地带一般由断层组合形成的较小断块和低幅度穹隆构造油气藏,在所字井地区带已得到证实;岩性油气藏主要以透镜状分布,小而散,主要分布在三角洲前缘外端的河口坝、远砂坝以及浅湖砂坝等微相环境中,需对地震测网加密。

东部地区距离物源较远,砂岩粒径较小,单砂体厚度小,砂泥互层频率高,向东北方向形成了一系列岩性尖灭带。由于构造反转作用,一方面使得原本下倾尖灭砂岩转而上倾尖灭,形成数量众多、厚度较小、面积较小的岩性油气藏带;另一方面,造成东掉断层上升盘的构造圈闭幅度增大,砂体被断层切割形成遮挡与构造圈闭匹配形成构造-岩性复合油气藏,这类油气藏在腰英台地区已得到证实。

4 结论

(1) 松南长岭地区青山口组—姚家组划分为 5 个三级层序、8 个四级层序,建立了区内高精度层序地层格架,且与砂层组具有良好的对应关系。其地层纵向上表现为两期正常三角洲与湖泊沉积体系交互叠置的演化序列,反映出 2 次大的湖平面变化旋回。

(2) 将松南长岭地区泉四段—嫩江组沉积期 2 次大的湖侵将拗陷层划分为上、中、下 3 套有成因联系的油气成藏条件组合,成藏组合在纵向上受三级层序影响程度较大。泉四段—青二段的下部组合具上生下储、自生自储、下生上储等组合类型,成藏条件最好;青三段至姚家组的中部组合关键在于储层与油源之间的通道;嫩江组的上部组合相对较差。结合圈闭构造特征,在东部三维区内,3 个组合都可作为勘探目标,而中、西部地区应以下、中部组合为勘探重点。

(3) 松南长岭地区拗陷层油气富集规律为:层序旋回控制油气富集部位,主力含油层位靠近成熟烃源岩;沉积相控制储层发育区带,三角洲前缘与滨浅湖交互带的水下分流河道和河口坝微相其物性较好,油气显示较多,含油气性也较好,为有利储集相带;基底断裂带和有利油气聚集区紧密相联,含油气带主要受继承性发育的基底断裂控制与影响;油气富集与地

层展布形态、圈闭类型密切相关,西部斜坡区在西掉断层的上升盘,可形成低幅度构造和构造-岩性油气藏,中部平缓区发育低幅度构造圈闭,东部构造反转区发育三角洲前缘砂岩反转上倾尖灭的岩性和构造-岩性复合型圈闭。

参考文献:

- [1] 周荔青,张淮. 松辽盆地乾安长岭凹陷大中型岩性-构造复合型油气田形成特征[J]. 石油实验地质, 2003, 25(5): 445-451.
ZHOU Li-qing, ZHANG Huai. Formation characteristics of large-middle lithologic structural composite oil and gas fields in the Qian'an-Changling depression of the Songliao Basin[J]. Petroleum Geology & Experiment, 2003, 25(5): 445-451.
- [2] 吴亚东,赵文智,邹才能,等. 松辽盆地南部岩性-地层油气藏成藏规律[J]. 新疆石油地质, 2006, 27(1): 19-22.
WU Ya-dong, ZHAO Wen-zhi, ZOU Cai-neng, et al. Study on hydrocarbon accumulation of litho-stratigraphic traps in Southern Songliao Basin[J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2006, 27(1): 19-22.
- [3] 毛超林,赵占银,马玉天,等. 松辽盆地南部岩性油藏特征及勘探潜力[J]. 中国石油勘探, 2005, 25(6): 1-5.
MAO Chao-lin, ZHAO Zhan-yin, MA Yu-tian, et al. Features and exploration potential of lithologic oil reservoirs in southern Songliao Basin[J]. China Petroleum Exploration, 2005, 25(6): 1-5.
- [4] 郭巍,刘招君,董惠民,等. 松辽盆地层序地层特征及油气聚集规律[J]. 吉林大学学报:地球科学版, 2004, 34(2): 216-221.
GUO Wei, LIU Zhao-jun, DONG Hui-min, et al. The sequence stratigraphic features and hydrocarbon accumulation of Songliao Basin[J]. Journal of Jilin University: Earth Science Edition, 2004, 34(2): 216-221.
- [5] 邹才能,薛叔浩,赵文智. 松辽盆地南部白垩系泉头组—嫩江组沉积层序特征与地层-岩性油气藏形成条件[J]. 石油勘探与开发, 2004, 31(2): 14-17.
ZOU Cai-neng, XUE Shu-hao, ZHAO Wen-zhi. Depositional sequences and forming conditions of the Cretaceous stratigraphic lithologic reservoirs in the Quantou-Nengjiang Formations, South Songliao Basin[J]. Petroleum Exploration and Development, 2004, 31(2): 14-17.
- [6] 刘鸿友,沈安江,王艳清,等. 松辽盆地南部泉头组—嫩江组层序地层与油气藏成因成藏组合[J]. 吉林大学学报:地球科学版, 2003, 33(4): 469-473.
LIU Hong-you, SHEN An-jiang, WANG Yan-qing, et al. Study on sequence stratigraphy and genesis assemblages forming oil and gas from Quantou—Nengjiang Formations, southern Songliao Basin[J]. Journal of Jilin University: Earth Science Edition, 2003, 33(4): 469-473.
- [7] 王永春. 松辽盆地南部岩性油藏的形成和分布[M]. 北京:石

- 油工业出版社, 2001.
WANG Yong-chun. Information and distribution of lithologic reservoirs in Southern Songliao Basin[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2001.
- [8] 刘招君, 董清水, 王嗣敏, 等. 陆相层序地层学导论与应用[M]. 北京:石油工业出版社, 2002.
LIU Zhao-jun, DONG Qing-shui, WANG Si-min, et al. Introduction to continental sequence stratigraphy and application[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2002.
- [9] 孙钰, 钟建华, 姜在兴, 等. 松辽盆地南部坳陷期层序地层研究[J]. 中国石油大学学报: 自然科学版, 2006, 30(5): 1-7.
SUN Yu, ZHONG Jian-hua, JIANG Zai-xing, et al. Study of sequence stratigraphy of depression period in southern Songliao Basin[J]. Journal of China University of Petroleum, 2006, 30(5): 1-7.
- [10] 王嗣敏, 刘招君, 董清水, 等. 陆相盆地层序地层形成机制分析—以松辽盆地为例[J]. 长春科技大学学报, 2000, 30(2): 139-144.
WANG Si-min, LIU Zhao-jun, DONG Qing-shui, et al. The mechanism of formation analysis of continental sequence stratigraphy[J]. Journal of the Changchun University of Science and Technology, 2000, 30(2): 139-144.
- [11] 赵文智, 李建忠. 基底断裂对松辽南部油气聚集的控制作用[J]. 石油学报, 2004, 25(4): 18-20.
ZHAO Wen-zhi, LI Jian-zhong. Control of basement faults on hydrocarbon accumulation in Southern Songliao Basin[J]. Acta Petrolei Sinica, 2004, 25(4): 18-20.
- [12] 顾家裕. 陆相盆地层序地层学格架概念及模式[J]. 石油勘探与开发, 1995, 22(4): 6-10.
GU Jia-yu. Mode and conception of sequence stratigraphy in Songliao Basin[J]. Petroleum Exploration and Development, 1995, 22(4): 6-10.
- [13] Posamentier H W, Weimer P. Siliclastic sequence stratigraphy and petroleum geology: Where to from here?[J]. AAPG Bulletin, 1993, 77(5): 731-742.
- [14] Galloway W E. Genetic stratigraphic sequences in basin analysis : Architecture and genesis of flooding-surface bounded depositional units[J]. AAPG Bulletin, 1989, 73(2): 125-142, 143-154.
- [15] 李群. 松辽盆地长岭凹陷隐蔽油气藏勘探研究[J]. 地球科学: 中国地质大学学报, 2002, 27(6): 770-774.
LI Qun. Study of subtle oil/gas reservoirs exploration in Changling Sag of Songliao Basin[J]. Earth Science: Journal of China University of Geosciences, 2002, 27(6): 770-774.
- [16] 沈武显, 樊太亮, 郭刚, 等. 吐鲁番坳陷中下侏罗统层序地层格架内有利储集砂体分布规律[J]. 中南大学学报: 自然科学版, 2009, 40(6): 1672-1678.
SHEN Wu-xian, FAN Tai-liang, GUO Gang, et al. Development of favorable reservoir sandbody in sequence stratigraphic framework of Middle-lower Jurassic in Turpan Sag[J]. Journal of Central South University: Science and Technology, 2009, 40(6): 1672-1678.

(编辑 陈灿华)