

文章编号: 1000-0550(2011)02-0277-09

松南长岭地区沉积层序演化与成藏要素特征研究^①

沈武显¹ 樊太亮² 宫雪³ 王宏语² 侯伟² 王进财²

(1. 西安石油大学油气资源学院 西安 710065; 2. 中国地质大学(北京)能源学院 北京 100083;

3. 中国石油化工股份有限公司东北石油局勘探开发研究院 长春 130062)

摘要 研究基准面升降和可容纳空间增减的变化,将长岭地区坳陷层泉四段—嫩一段地层划分为 5 个三级层序、8 个四级层序,建立高精度层序地层格架。其地层纵向上表现为两期三角洲与湖泊沉积体系交互叠置的演化序列,反映出两次大的湖平面旋回变化。在层序地层格架内分析成藏要素的发育特征及其与沉积层序演化的有机联系。将坳陷期地层划分为三套有成因联系的油气成藏组合,下部组合成藏条件匹配最佳,中部组合各成藏要素十分发育,关键在于储层与油源之间的运移通道。总结区域油气成藏地质规律,认为层序旋回控制油气聚集部位,主力含油层位靠近成熟烃源岩;沉积相带控制储层发育区域,三角洲前缘砂体油气显示多且含油气性好,为有利储集相带。由成藏要素分布特征与成藏组合条件的双重制约,预测长岭地区油气成藏有利部位呈环带状分布于坳陷东北部的三角洲前缘与滨浅湖的交互区域。

关键词 长岭地区 坳陷层 沉积层序 成藏要素 成藏组合

第一作者简介 沈武显 男 1981 年出生 讲师 博士 石油地质 E-mail: shenwuxian@163.com

中图分类号 TE121 **文献标识码** A

目前,松南长岭地区在断陷层和坳陷层都已发现工业油气流,整体勘探程度还较低,但区内可供钻探的构造圈闭几乎很少,岩性地层圈闭已成为主要勘探目标,是盆地新的勘探领域和储量接替区。而要想准确寻找岩性地层圈闭,减少勘探风险,需弄清区域油气成藏条件与成藏规律,优选有利勘探区带,因此,在分析沉积层序演化的过程中,研究层序地层格架内油气成藏要素的分布特征及其成藏组合特征,对探寻油气成藏规律,预测油气聚集有利区带,实现长岭地区油气藏勘探的突破具有重要的战略意义。

1 区域地质简况

长岭坳陷是位于松辽盆地中央坳陷南部的一个次级构造单元,面积约 7 000 km²,东为东部陡坡带,南为西南隆起区,西为西部斜坡区,呈三面隆起向北延伸的“U”型凹陷,中央凹陷区由大情字—腰英台低伏隆起带将其进一步划分为乾安次凹、黑帝庙次凹,北部的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的影响形成的构造次凹^[1]。长岭凹陷构造演化史与松辽盆地有着相似之处,又受派生局部应力场演化控制而

产生一些自身的特点,其构造及演化特征总体表现为早期裂谷、中期坳陷和晚期褶皱等特点(图 1)。

2 层序地层及其沉积演化分析

在此次长岭地区地层层序的划分中,三级层序识别主要是参考松辽盆地全区的层序格架划分方案^[2-5],以此为基础,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,在长岭地区泉四段—嫩一段中划分出 5 个三级层序,命名为 SQ1~SQ5,并进一步细分出 8 个四级层序,命名为 SC1~SC8,建立了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)。在横向上,长岭地区坳陷层各层序整体上呈现“南高北低、西高东低”及“由东向西、由北向南逐渐减薄”的展布形态。大部分地区各层序发育齐全,只有在西部和南部的边缘部位,三级层序 SQ2(青二段)部分遭受剥蚀。

长岭地区坳陷期泉四段—嫩一段伴随着基准面升降和可容纳空间增减的变化,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,反映出两次大的湖平面变化旋回(图 2)。

^①中国石油化工股份有限公司华东分公司勘探先导项目联合资助。
收稿日期: 2009-10-10; 收修改稿日期: 2010-01-04

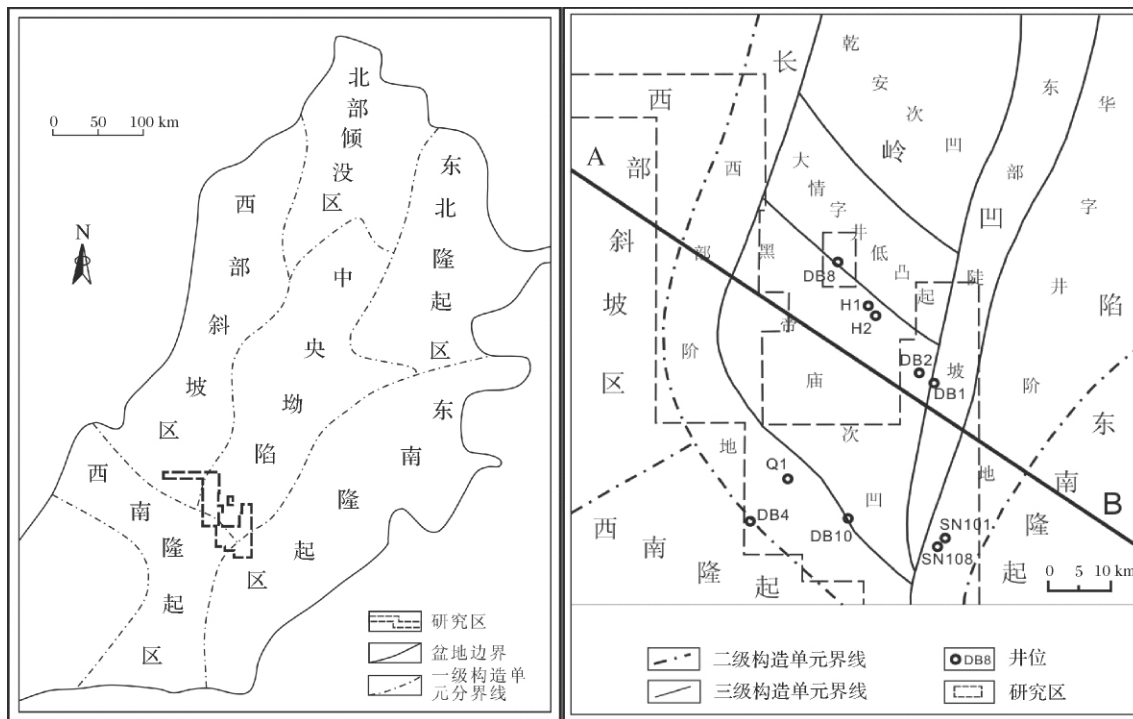


图1 松南长岭地区区域位置及构造单元划分图

Fig. 1 Location and division of tectonic units in Changling area in Songliao basin

泉四段沉积期,地层基准面较低,可容纳空间较小,主要以曲流河沉积体系为主,沉积了较厚的粗砂岩和中砂岩。层序SQ1大致相当于青山口组一段,其沉积早期,随着基准面上升,可容纳空间增大,湖盆开始扩张,河流相向三角洲相转变,长岭坳陷湖盆首次出现大范围湖侵;SQ1层序沉积期中期,主要为三角洲前缘和滨浅湖沉积,此时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—滨浅湖环境;SQ1层序(青一段)沉积期末期,基准面快速上升,湖域面积大幅度漫延,使得松辽湖盆达到了第一次鼎盛期,沉积了较厚的暗色泥岩,为油气成藏提供良好的烃源岩和盖层。

层序SQ2(青二段)沉积期,基准面缓慢下降,湖盆开始萎缩,此时沉积物源供给充足,西南部从三角洲前缘亚相渐变为三角洲平原亚相,东北部以三角洲前缘亚相为主,局部发育滨浅湖沉积。与SQ1相比,三角洲沉积范围有所增大,反映SQ2处于松南湖盆遭受第一次大规模湖侵后的湖退期。SQ3层序对应于青三段,其南部地区部分发育三角洲平原亚相,北部主要发育三角洲前缘亚相和滨浅湖亚相。SQ3与SQ2相比,其三角洲沉积向西南方向退积,滨浅湖沉积面积增大,表明该时期基准面又开始缓慢抬升,物

源发生萎缩。层序SQ4(大体相当于姚家组)沉积期,随着基准面进一步上升,水域面积拓宽,但此时由于保康物源体系水动力减弱,加之盆地东部、南部整体相对抬升,湖盆三角洲沉积退至西南部,而形成了一套浅水背景、弱氧化环境下的滨浅湖相沉积。SQ5层序对应于嫩一段地层,在其沉积时期,基准面加速上升,湖盆大范围扩张,三角洲沉积体系强烈退积,地层沉积以半深湖相为主,局部有浅湖相,发育大套厚层黑色泥岩夹油页岩,可作为烃源岩和区域盖层。此层序表明松南湖盆二次大规模区域性湖侵开始。

3 层序格架内成藏要素分布特征

层序地层学不仅可以建立更准确的年代地层对比框架,并确定沉积体系类型及其分布,而且为有效预测各成藏要素的有利分布及其空间组合提供了良好的概念模型。在研究基准面升降及可容纳空间增减的变化过程中,分析烃源岩、储集层、盖层等成藏要素与沉积层序演化的有机联系,为下一步总结油气成藏地质规律,预测油气勘探有利区带起到先导作用。

3.1 层序格架内烃源岩分布特征

随着地层基准面的旋回变化,可容纳空间的增减,烃源岩在区域上的分布也随之发生演化变迁。长

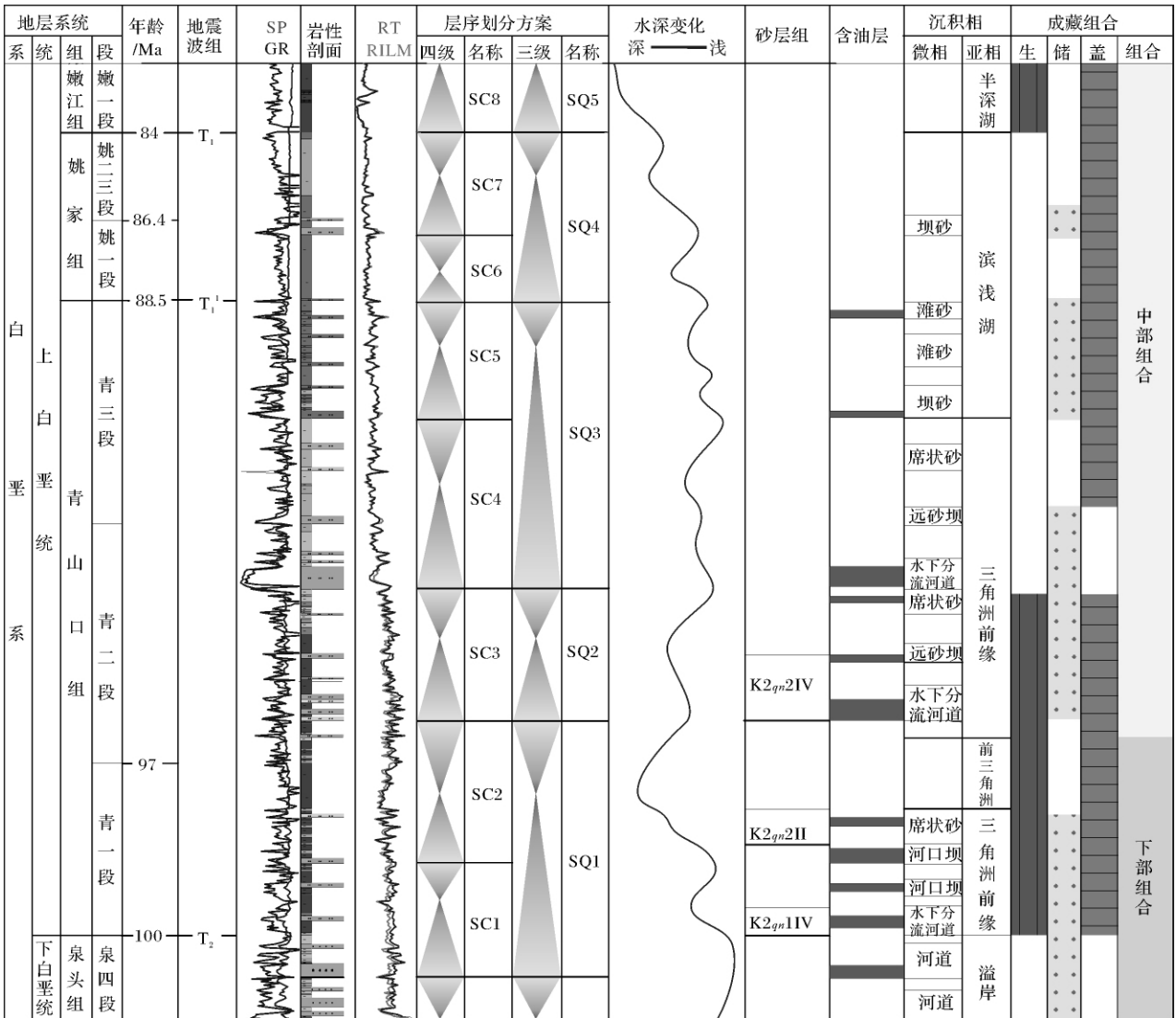


图 2 长岭地区坳陷层序地层综合分析图

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

岭地区坳陷期,湖盆范围在青山口初期和嫩江组初期最大,烃源岩由青山口组、嫩江组暗色泥岩构成,以层序 SQ1(青一段)和 SQ5(嫩一段)分布最广。

由于基准面快速上升,可容纳空间急剧增大,在青山口组初期,湖盆范围第一次达到最大。SQ1 层序沉积了大套暗色泥岩,于松辽盆地南部广泛分布,主要发育在中央坳陷区(图 3a),其暗色泥岩厚度一般在 50 m 以上,长岭凹陷最大厚度达 80 m,暗色泥岩厚度与地层厚度比值达 90%,局部为 100%,总体上暗色泥岩与地层比呈西低东高,南低北高的趋势。SQ1 层序干酪根类型以 I 型为主,有机碳含量为 1.16%~2.68%,氯仿沥青“A”为 0.11%~0.39%。总体评价青一段为长岭地区较好且主要的烃源岩,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,主要为生油型。

SQ2 和 SQ3 层序时期,基准面开始下降,可容纳空间减小,湖域面积随之退缩,沉积中心也开始北移,位于乾安北部一带(图 3b),分布范围明显变小。青二、三段泥质纯度与青一段相比较差,暗色泥岩厚度约 10~80 m,暗地比为 6%~34%,平面上暗地比由坳陷中央向边部逐渐减少。SQ2、SQ3 层序有机碳含量分别为 1.16%~2.68%、1.06%~1.84%,氯仿沥青“A”分别为 0.11%~0.39%、0.14%~0.88%,其生烃源为浮游生物、菌藻类和陆源高等植物的混合来源,有机质类型 I—III 型均有分布,属于一般烃源岩。

层序 SQ4 时期,基准面开始小幅度上升,可容纳

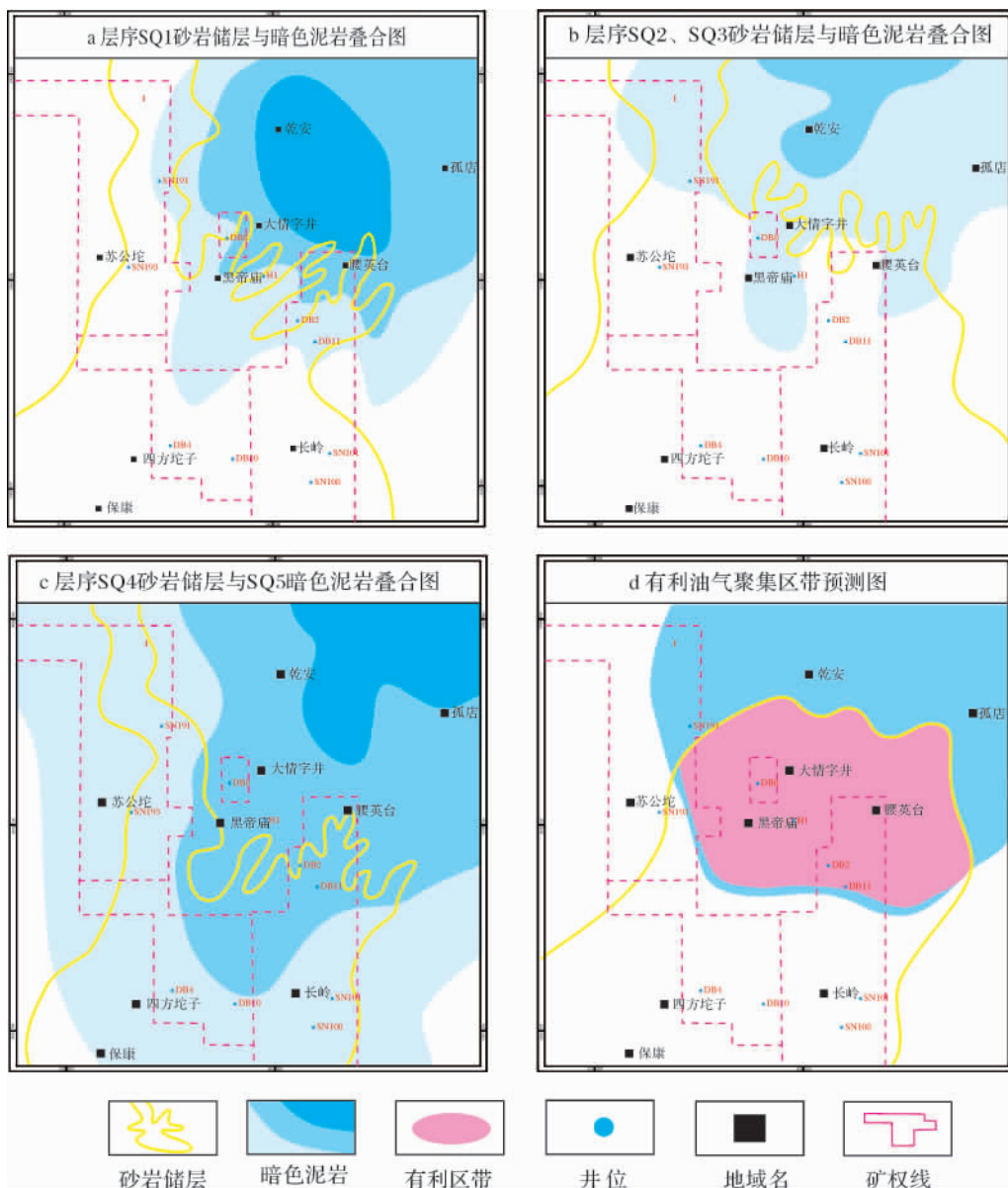


图 3 长岭地区各层序沉积储层与暗色泥岩叠合图

Fig. 3 Overlapped map of sedimentary reservoirs and dark mudstone in each sequence of Changling area

空间变化不大,此时盆地东南部相对抬升,整体处于浅水、弱氧化环境的滨浅湖相,沉积大部分为棕红色泥岩,能作为烃源的暗色泥岩较为不发育。

长岭地区嫩江组初期,基准面又一次大幅度上升,可容纳空间不断加大,松南湖盆第二次大规模湖侵到达鼎盛期,全区沉积了稳定分布的大套暗色泥岩。层序 SQ5 此时沉积中心位于乾安北部一带,暗色泥岩主要分布在苏公坨以东(图 3c),覆盖面积广泛,泥质较纯,暗色泥岩厚度为 150 ~ 250 m,暗地比高达 80% 以上;嫩江组一段顶部发育一套优质油页岩层,暗色泥岩有机碳含量为 1.8% ~ 3.5%,沥青

“A”含量大于 0.2%,属于较好的烃源岩^[6-9]。

3.2 层序格架内储层发育特征

长岭地区从泉四段到嫩一段的不同沉积时期,主要发育西南部的永康物源沉积体系,从宏观上控制了储层的分布格局,三角洲砂体前缘分布于东北部华字井阶地的乾安—大情字井—腰英台一线。各层序发育的三角洲相和滨浅湖相砂体都临近或伸入生烃凹陷,为有利的油气聚集提供了良好的储集空间。泉四段—青山口组的河流—三角洲沉积砂体是长岭地区最重要的储集层。

泉四段顶部为层序 SQ1 的低位部分,主要发育

河流相沉积,砂体以河道砂为主。随着基准面的快速上升,层序SQ1主要为水进体系的三角洲前缘相沉积,整体表现为纵向上发育水进微相沉积序列,横向上发育退积型三角洲。区内水下分流河道、河口坝和席状砂砂体较为发育,是有利的含油气储集岩。平面上砂体由西南向东北方向逐渐减薄,于华字井阶地一线尖灭(图3a)。砂岩累计厚度为30~50 m,单层厚度为2~10 m,其成分成熟度较低,石英含量为10%~20%,长石含量为55%~70%,岩屑含量为15%~40%,砂岩分选性中等—好,磨圆度为次棱角状—次圆状,颗粒较细,以粉、细砂岩为主。

SQ2、SQ3层序伴随基准面的下降而形成明显的水退层序,湖域面积开始缩小,河水动力增强,物源砂体不断向湖盆推进,发育建设性三角洲。整体上以进积型三角洲平原亚相为主,沉积的分流河道、水下分流河道、河口坝等砂体为有利油气储层。区域上砂体分布面积较为广泛,大致尖灭于华字井阶地至孤店一线以东(图3b)。砂岩累计厚度为60~120 m,单层厚度为2~8 m,成份成熟度较低,石英含量为10%~20%,长石含量为43%~80%,岩屑含量为10%~42%,砂岩分选性中—好,磨圆度为次棱角—棱角状。

层序SQ4沉积期,基准面缓慢上升,盆地抬升而形成浅水背景的滨浅湖相砂体发育,部分废弃分流河道后期经由波浪改造,形成滨湖砂坝(如DB18井)可作为有利储集层。砂体在平面上主要分布于西南局部,向东北方向有减薄的趋势,大致延续到华字井阶地一线(图3c)。砂体一般发育为2~5层砂岩层,累计厚度为5~10 m,单层厚度为1~3 m。

拗陷层内储集砂岩总体上以不稳定的长石岩屑为主,颗粒较细,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表明(图4),分流河道、河口坝及席状砂的物性相对较好,水下分流河道微相次之,为该区域有利的储层类型,砂岩孔隙度在8.28%~15.78%,渗透率在0.26%~1.75%,油层的含油饱和度中等,在37.38%~64.10%。整体表现为孔隙度小、连通性较差的中低孔—特低渗储层特征。

3.3 层序格架内盖层形成特征

长岭地区盖层条件十分优越,地层基准面在层序SQ1和SQ5时期两次大幅度上升,造成大规模湖侵到达鼎盛,形成两套稳定分布的厚层泥岩可作区域性

盖层,SQ2、SQ3层序发育局部盖层。层序SQ1泥质岩盖层主要形成于浅湖—半深湖环境,厚度大且泥质较纯,几乎遍布于整个松辽盆地,据微孔隙结构分析表明,其突破压力普遍大于15 MPa,具有较强的封盖能力,是下伏扶余油层和杨大城子油层最好的区域性盖层。在基准面旋回升降变化、湖域扩缩过程中,随着三角洲砂体频繁的进积、退积,泥质沉积在砂岩之间有一定的发育,沉积的泥岩分布范围局限且纯度较低,只能形成局部盖层,SQ2、SQ3层序的泥岩盖层就属于此类型。层序SQ5泥岩在松南地区广泛分布,形成于半深湖—深湖环境,泥质纯厚度大,经泥岩微孔结构分析,其突破压力为16.17 MPa,属I类盖层,对区域性封盖姚家组油气具有重要意义。

3.4 层序格架内疏导运移特征

长岭地区拗陷层内油气的疏导运移通道主要为断层、层序界面及其附近的砂体疏导。断裂在油气藏形成过程中起着至关重要的作用,断裂在开启时期是良好的垂向运移通道,以沟通烃源岩和储层;明水组末期挤压构造反转作用之后,部分断层因闭合而形成封堵条件。长岭地区拗陷层断裂带可分为三类(图5):第一类为继承性发育的基底断裂,在拗陷层断距小,断面倾角陡,但延伸距离长;第二类是发育于拗陷层内部且贯穿青山口组—嫩江组拗陷层的断裂,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性质;第三类为发育于青山口组—嫩江组层序内部的微小断层,断距小、延伸距离短。第一类、二类断裂对油气输导运移发挥着重要作用,第三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弱。在区域不整合欠发育情况下,层序界面及其附近的砂体也为良好的横向运移通道,长岭地区拗陷层砂体呈现互层频率高、单层厚度小、横向连续性较好等特点,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。断层圈闭疏导通道主要为断层疏导,岩性圈闭主要为砂体疏导,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—砂体复合疏导。

3.5 层序格架内成藏组合特征

沉积层序演化的规律性与旋回性控制了烃源岩、储集层与盖层发育的位置及其组合方式。层序格架内成藏组合特征主要分析层序各架内的生储盖组合方式、地层含油气性特征和层序旋回与成藏要素之间的有机联系。

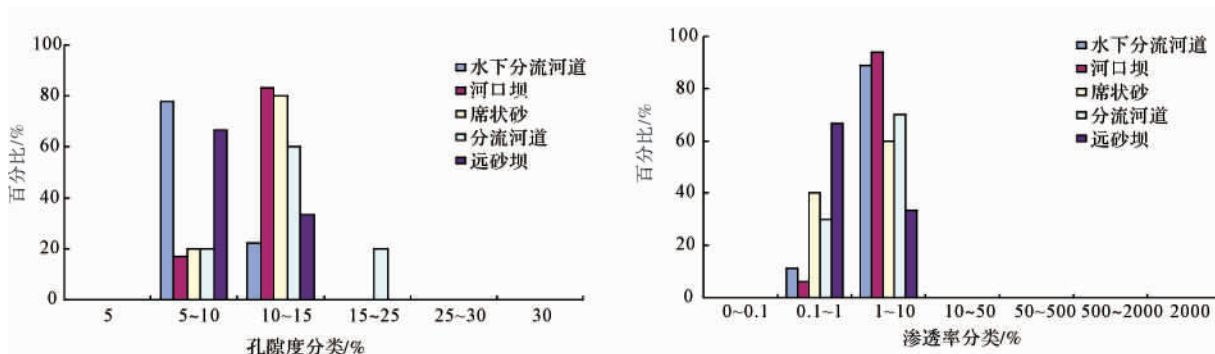


图4 各沉积微相储层孔隙度—渗透率分布直方图

Fig. 4 Histogram porosity-permeability distribution of sedimentary microfacies reservoir

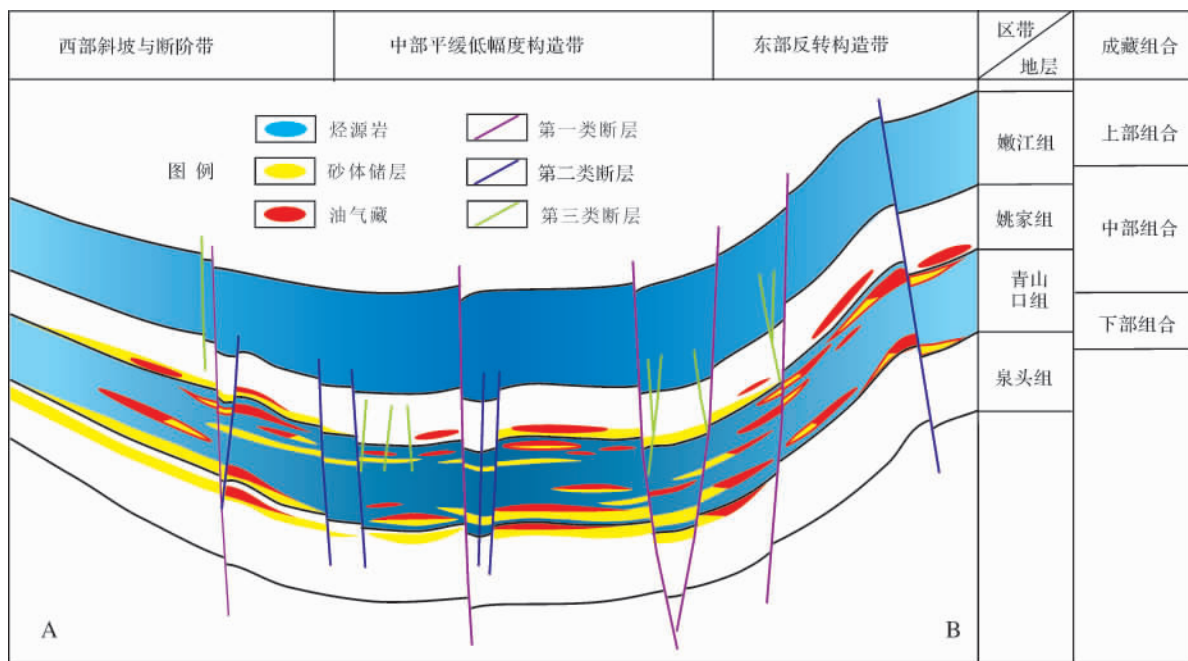


图5 长岭地区坳陷层地震层序划分剖面图(AB 位置见图1)

Fig. 5 Section of earthquake sequence division in depression layers of Changling area

长岭地区泉头组四段—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坳陷层地层格架中两次大的水进期,发育多套较厚烃源岩,同时也是区域性盖层发育时期,两套区域性盖层将泉头组四段—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、5)。

泉四段至青一段的下部组合为SQ1层序。基准面低位期,对应于SQ1层序低位体系域的泉四段河道砂为良好储层,随着基准面快速上升,可容纳空间迅猛增大,SQ1层序松辽湖盆首次大规模湖侵到达鼎盛期,最大水泛面附近的大套黑色泥岩可为全区最好

的生油层和盖层,生成的油气直接运移下部储层聚集成藏,形成了典型的上生下储的组合特征;而SQ1层序水进体系域的三角洲前缘水下分流河道砂、河口坝砂体为较好的储集体,配合青一段水进期沉积的大段黑色泥岩可构成自生自储自盖的组合特征。此套组合为全区最佳的成藏组合。

青二段至姚家组的中部成藏组合,在区域上为萨尔图和葡萄花油层以及部分高台子油层,包括SQ2、SQ3和SQ4三个层序。生油层主要是下部青一段黑色烃源岩,盖层为互层的厚层泥岩和上覆嫩一段暗色泥岩。伴随基准面下降,可容纳空间减小,层序SQ2(青二段)下部沉积主要以三角洲平原相为特征,发

育分流河道、水下分流河道、河口坝等砂体。砂体单层厚度较大,为拗陷层优质储层集中发育段,在青一段较好生油层的配置下,是典型的以互层泥岩或上覆泥岩为盖层的下生上储成藏组合特征。之后基准面小范围内升降波动,SQ3层序继承SQ2的发育特征,以分流河道、河口坝等砂体为储层,以滨浅湖等泥岩互层沉积为局部盖层,与下部层序SQ1生成的烃源岩构成下生上储的组合特征。SQ4层序的姚家组沉积储层为浅水背景下的滨浅湖滩坝砂体,嫩一二段深湖泥岩可提供烃源岩和区域性盖层,整体构成上生下储的成藏组合特征。

上部成藏组合为嫩江组。嫩江组沉积时期,基准面又一次大幅度的迅速上升,可容纳空间也随之增加,于基准面上升期,SQ5层序发育稳定广布的大套厚层暗色泥岩,覆盖全区,为上部成藏组合提供了烃源和盖层条件,可形成自生自储型的成藏组合特征。在上部组合中,储层条件较好,但封盖条件相对较差,并且和烃源岩之间的输导通道距离较长,在三个成藏条件组合中相对较差。

井震对比研究表明,纵向上的成藏条件组合在地震剖面上可以和波组的反射关系相对应。下部组合的SQ1层序下部的储层发育段,由于砂岩含量高,砂体空间叠置规律复杂;从而形成了较为紊乱的中等—弱反射;SQ1烃源岩在区内表现为中等振幅、低频、中等—较好连续性的地震反射。中部组合SQ2、SQ3和SQ4层序主要为厚度泥岩夹薄层的砂层,由于内部波阻抗界面间隔厚度小,并且与上覆嫩一段泥岩阻抗差过大而造成部分能量屏蔽,形成了弱振幅、中—高频、弱—中等连续的反射特征。层序SQ5大套泥岩除在底部和下伏砂岩形成强波阻抗差而为高振幅、中等频率、强连续性反射外,在其内部由于砂岩少而缺少阻抗差界面,形成了弱反射波组。

4 成藏规律分析及有利区带预测

4.1 油气成藏地质规律分析

(1) 层序旋回控制油气聚集部位: a. 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、二段为两次大的湖侵水泛面,发育了厚层的暗色泥岩,即可以作为烃源岩层又可作为良好盖层。青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、泉四段顶部都是本区的主要含油层位(图2),印证了“源控论”的水泛面附近是油气聚集有利场所的观点。 b. 三级层序界面控制

砂层组的发育: 层序发育初期,湖盆水体都相对较浅、携砂水流入湖的水动力条件较强,是河道及其分支、河口坝等砂体发育的强盛期,这一时期沉积的储集砂体物性相对更好,沿层序界面发育的砂层组对油气的运聚与储集起着重要作用,为油气聚集的优质储集砂体。 c. 四级层序控制砂体储集性能: 研究发现四级层序中的上升半旋回的含油性优于下降半旋回(图2),这是由于基准面上升、下降对砂体的成因影响较大,基准面上升期,易于发育河道、三角洲及其侧缘沉积,其砂体储集性较好,而基准面下降期多为湖泊沉积,其砂体不够发育,储集性不如前者。 d. 层序内不同部位砂体含油性不同: 区域油气显示多见于层序界面处,但已探明地质储量的砂层组均位于层序水泛面附近(图2),表明基准面上升体系中砂体与层序界面处砂体相比岩性较细,物性较好,且易于储油,多为油气聚集区。

(2) 沉积相带控制储层发育区域: a. 沉积相控制储层砂体类型: 泉四段—嫩江组沉积期,物源主要来自盆地西南部的永康水系,其沉积体系以湖泊、三角洲相为主,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。 b. 沉积微相控制储层物性: 储层物性统计表明,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、席状砂微相物性相对较好,水下分流河道微相次之,远砂坝最差(图4)。 c. 沉积微相影响储层含油气性: 通过含油气性统计表明,见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。分析认为,河口坝和滩坝微相油气显示最好,为饱和油或油浸;水下分流河道微相次之,多为油浸;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,多是油斑、油迹。 d. 沉积微相控制有利储集区带: 经过各层序沉积微相的含油气性纵横向特征分析发现,有利油气储集区呈环带状分布于三角洲前缘与滨浅湖的相互沉积区。该区水下分流河道和河口坝微相中油气显示较多,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;滩坝微相虽数量少,但含油气级别较高,应予以重视。沉积相带控制有利储集区域,间接控制油气富集部位。

4.2 有利油气勘探区带预测

结合钻井与地震沉积层序演化综合分析,认为长岭地区成藏组合受基准面旋回变化和区域沉积背景

影响较大。下部成藏组合条件最好,为典型的上生下储组合特征。中部组合为发育于青山口组一姚家组的萨尔图、葡萄花、高台子油层,具有下生上储、自生自储、上生下储3种组合方式。由于其介于青山口组和嫩江组两套烃源岩之间,油气供给充足,封盖层条件好;青山口组三角洲砂体较为发育,储层条件较好;而断层可作为垂向运移通道,沟通烃源岩与储层,侧向上3套储油层砂体累计厚度大,储层横向连通性好,可作为输导层,为油气侧向运移提供条件,因而中部成藏组合为前景良好的有利油气勘探部位,上部成藏组合则相对较差。受平面上烃源及储层展布和纵向上成藏组合条件的双重制约,长岭地区油气成藏有利部位呈环带状分布于拗陷东北部的三角洲前缘与滨浅湖的交互区域(图3d),其水下分流河道和河口坝微相中油气显示较多且含油气性较好,为最有利的储集相带;而由层序旋回对油气聚集控制的规律表明层序转换面向湖泛面过渡处砂体多为油气富集部位。

5 结论

(1) 长岭地区泉四段一嫩一段划分为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,且与砂层组有着良好的对应关系。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,反映出两次大的湖平面变化旋回。

(2) 青山口一嫩江组沉积期的两次大的湖侵将拗陷层划分为上、中、下三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。泉四段一青一段的下部组合中,具上生下储、自生自储等组合类型,成藏条件最好;青二段至姚家组的中部组合介于两套烃源岩之间,油气供给充足,封盖条件好,三角洲砂体沉积发育,储层条件较好,关键在于储层与油源之间的疏导通道;嫩江组上部组合相对较差。

(3) 总结区域油气成藏地质规律,认为层序旋回控制油气聚集部位,主力含油层位靠近成熟烃源岩;沉积相带控制储层发育区域,有利储集区分布于三角洲前缘与滨浅湖的交互带。由各成藏要素分布和成藏组合条件的综合影响,长岭地区油气成藏有利部位呈环带状分布于拗陷东北部的三角洲前缘与滨浅湖的交互区域,其水下分流河道和河口坝微相中油气显示较多且含油气性较好,为最有利的储集相带。在油气勘探时要重视层序地层的精细划分,注意层序转换面向湖泛面过渡处的砂体,其多为油气富集层段。

参考文献 (References)

- 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: 5-56 [Wang Yongchun. Information and Distribution of Lithologic Reservoirs in Southern Songliao Basin [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2001: 5-56]
- 杨玉峰,王占国,张维琴. 松辽盆地湖相泥岩地层有机碳分布特征及层序分析[J]. 沉积学报, 2003, 21(2): 340-344 [Yang Yufeng, Wang Zhanguo, Zhang Weiqin. The pattern of total organic carbon and sequences with in mudstone formation, Songliao Basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2003, 21(2): 340-344]
- 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: 10-60 [Liu Zhaojun, Dong Qingshui, Wang Simin, et al. Introduction to Continental Sequence Stratigraphy and Application [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2002: 10-60]
- 孙钰,钟建华,姜在兴,等. 松辽盆地南部拗陷期层序地层研究[J]. 中国石油大学学报:自然科学版,2006, 30(5): 1-7 [Sun Yu, Zhong Jianhua, Jiang Zaixing, et al. Study of sequence stratigraphy of depression period in the southern Songliao Basin [J]. Journal of China University of Petroleum, 2006, 30(5): 1-7]
- 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 Zhaojun, Dong Huimin, et al. The sequence stratigraphic features and hydrocarbon accumulation of Songliao Basin [J]. Journal of Jilin University: Earth Science Editon, 2004, 34(2): 216-221]
- 刘鸿友,沈安江,王艳清,等. 松辽盆地南部泉头组一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 Hongyou, Shen Anjiang, Wang Yanqing, et al. Study on sequence stratigraphy and genesis assemblages forming oil and gas from Quantou-Nengjiang Formations, South Songliao Basin [J]. Journal of Jilin University: Earth Science Editon, 2003, 33(4): 469-473]
- 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 Wenzhi, Li Jianzhong. Control of basement faults on hydrocarbon accumulation in Southern Songliao Basin [J]. Acta Petrolei Sinica, 2004, 25(4): 18-20]
- 周荔青,张淮. 松辽盆地乾安长岭凹陷大中型岩性一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 Liqing, 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]
- 邹才能,薛叔浩,赵文智. 松辽盆地南部白垩系泉头组一嫩江组沉积层序特征与地层一岩性油气藏形成条件[J]. 石油勘探与开发,2004, 31(2): 14-17 [Zou Caineng, Xue Shuhao, Zhao Wenzhi. 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]
- 王永春,黄志龙,刘保柱. 松辽盆地南部油气系统特征[J]. 石油

勘探与开发, 2001, 28(6): 16-19 [Wang Yongchun, Huang Zhilong, Liu Baozhu. Petroleum system in the south of Songliao Basin [J]. Pe-

troleum Exploration and Development, 2001, 28(6): 16-19]

Sedimentary Sequence Evolution and Reservoir Characteristics in the Changling Area, Songliao Basin

SHEN Wu-xian¹ FAN Tai-liang² GONG Xue³ WANG Hong-yu²
HOU Wei² WANG Jin-cai²

(1. Oil Resources Faculty, Xian Petroleum University, Xian 710065;

2. School of Energy Resource, China University of Geoscience, Beijing 100083;

3. Research Institute of Exploration and Development, Northeast Petroleum Bureau, SINOPEC, Changchun 130062)

Abstract By studying how base level and accommodation space change the strata between the forth member of Quantou Group and the first member of Nenjiang Group in Changling Depression Basin. The sequence stratigraphy has been divided into five third sequences and eight forth sequences, and high resolution sequence formation framework has been built up. Double delta sediments and lake sediments superimposed vertically because of two-stage cycles of lake level. By analysing the relationship between elements of reservoir and development of sedimentary sequence in the sequence framework, the formation in depression contained three sets of allied reservoir plays. The lower play had good genetic conditions and the middle one's conditions were also good if migration pathway were unblocked. The rule of reservoir formed in this area has been concluded as follows. Firstly, sequence and cycle controlled where petrol accumulate and the main reservoirs lay near hydrocarbon rocks. Secondly, sedimentation zone controlled the distribution of reservoir, delta front sand bodies which contained more and better oil and gas were good reservoirs. In accordance with restriction of reservoir factors' combination and distribution, it is predicted that good reservoir of Changling area distributed in delta front and shore-near crossover region.

Key words Changling region; depression period layer; sedimentary sequence; reservoir element; reservoir play