

文章编号:1001-6112(2003)05-0445-07

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

周荔青^{1,2}, 张 淮^{1,2}

(1. 西北大学 地质系, 陕西 西安 710069; 2. 中国石化 华东分公司, 江苏 南京 210011)

摘要:松辽盆地南部乾安—长岭凹陷下白垩统发育了多套优质烃源岩和三角洲前缘相砂岩储集层, 形成了上、中、下3套成藏组合。在凹陷东部的华字井阶地, 具备形成大中型构造—岩性复合型圈闭的各种有利条件; 多期三角洲前缘相区纵横交错、相互叠加, 经常出现岩性横向相变和上倾尖灭; 以乾南潜伏古隆起带古地形为背景形成的继承性南北沉积微相分异; 后期构造运动造成盆地东部抬升, 使得东部砂体整体上倾尖灭; 后期构造运动形成一系列小断裂, 对砂体上倾方向产生遮挡; 大型斜向水流与区域构造格局的有机配置; 成岩作用造成储层致密化。岩性—构造复合圈闭形成于嫩江期及明水期, 与大规模油气运移期配置良好, 为形成华字井阶地一批大中型构造—岩性复合型油气田创造了条件。

关键词:岩性—构造复合型油气田; 乾安—长岭凹陷; 松辽盆地
中图分类号:TE122.3 **文献标识码:**A

松辽盆地是一个发育在古生代华力西褶皱带之上的中晚侏罗世—早白垩世断陷与早白垩世坳陷叠合型陆相含油气盆地^[1]。经过50多年的勘探, 在下白垩统发现了一批特大型、大型及中型构造油气田, 探明了数十亿吨油气资源。随着勘探程度的不断提高, 勘探技术迅速发展。近年来, 勘探目标已经逐渐转移至以岩性因素起主导作用的隐蔽油气藏^[2], 在同沉积低幅度构造带、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。其中, 最典型的就是松辽盆地中央坳陷区南部乾安—长岭凹陷华字井阶地的老英台、腰英台、两井、木头、情字井、大老爷府等几个千万吨—数千万吨级的岩性—构造复合型油气田(图1)。本文拟通过分析这一典型区带岩性—构造复合型油气藏的形成特征, 为深化成熟盆地的勘探提供借鉴经验。

1 良好的生储盖组合条件

青山口组和嫩江组沉积时期是盆地坳陷阶段湖盆的两次兴盛期, 发育多套烃源岩, 为油气生成提供了雄厚的物质基础。泉头组四段—嫩江组沉积期发

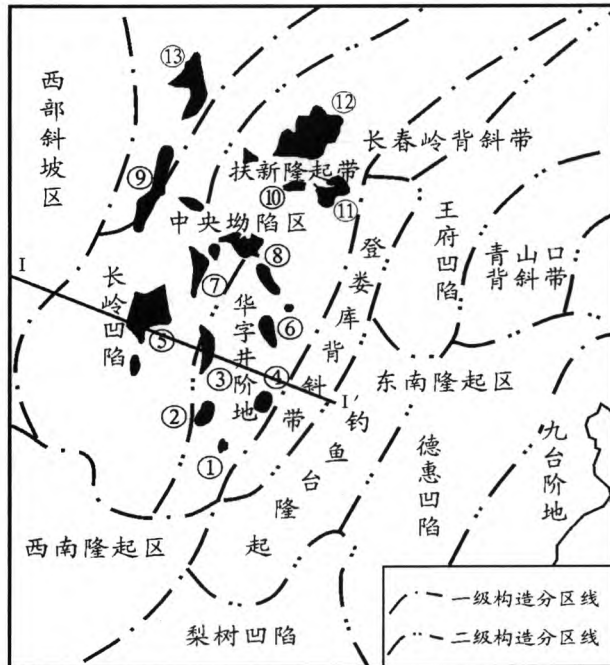


图1 松辽盆地乾安—长岭凹陷主要油气田位置图^[3]

1. 双坨子油气田; 2. 腰英台油田; 3. 老英台油田; 4. 大老爷府油田; 5. 情字井油田群; 6. 孤店油田群; 7. 两井油田;
8. 乾安、木头油田; 9. 海坨油田; 10. 新立、新店油田; 11. 扶余油田; 12. 新民、新北油田; 13. 大安、红岗、大安北油田

Fig. 1 Location map of major oil and gas fields in the Qian'an-Changling Depression of the Songliao Basin^[3]

收稿日期:2003-02-18; 修订日期:2003-06-27.

作者简介:周荔青(1964—),男(汉族),福建莆田人,教授、博士生,主要从事含油气盆地分析研究.

育河流—三角洲沉积体系,形成了多套广泛分布的砂岩储集体,为油气聚集提供了良好的储集空间,并由此形成了多套油气成藏组合。

1.1 多套优质烃源岩是岩性—构造复合型油气藏形成的物质基础

1.1.1 主要烃源岩分布

乾安—长岭凹陷是该区带的主要生烃凹陷,处于松辽盆地中央坳陷区的南部边缘,烃源岩具有明显的湖盆过渡相区的特点,表现为:a)烃源岩厚度变化大,东北部持续深水一半深水湖相区烃源岩累计厚度达600~800m,其中,最重要的青山口组烃源岩厚度达400~500m,而西南部边缘相区烃源岩累计厚度仅300~400m,青山口组烃源岩厚度仅50~100m;b)由盆地相区到边缘相区,烃源岩的品质迅速变差,受此控制,华字井阶地的烃源岩条件也同样表现为东北部优于西南部。

青山口组、嫩江组是该区最重要的烃源岩,均为坳陷期整体下沉背景下湖盆强烈扩张和其后收缩条件下的沉积^[3]。从青一段到青二、三段沉积时期,湖盆面积不断缓慢缩小,暗色泥岩分布范围逐步缩小,青一段暗色泥岩厚度为50~80m,青二、三段暗色泥岩厚度为80~160m。从嫩一、二段到嫩三段沉积时期,湖盆面积亦不断缓慢缩小,暗色泥岩分布范围逐步缩小,嫩一、二段暗色泥岩厚度为120~160m,嫩三段暗色泥岩厚度约为70m。

1.1.2 烃源岩有机地球化学特征

青一段及青二、三段暗色泥岩发育半咸水、微咸水湖相优质烃源岩^[4],有机碳含量分别为1.16%~2.68%和1.06%~1.84%,氯仿沥青“A”含量分别为0.11%~0.39%和0.14%~0.88%,平均总烃含量分别为1300和950 $\mu\text{g/g}$ ^[3,5]。青一段以I型有机质为主,而青二、三段泥岩则为多种类型混杂。嫩一段和嫩二段发育微咸水湖相优质烃源岩,嫩三段发育淡水湖相中等烃源岩。嫩一段、嫩二段和嫩三段泥岩有机碳含量平均值分别为1.9%、1.57%和1.25%,氯仿沥青“A”含量平均值分别为0.29%、0.24%和0.15%,总烃含量平均值分别为1675.0、791.2和363.0 $\mu\text{g/g}$,热解 S_1+S_2 含量平均值分别为9.45~13.54、9.02~9.81和3.64 mg/g 。嫩一段泥岩以I型有机质为主,嫩二段为I—II型;嫩三段则为多种类型混杂。平面上烃源岩的品质变化与湖盆水体范围及沉积保存环境相关,表现为从西南向东北有机质丰度增高,优质烃源岩比例增高。

松辽盆地具有高地温梯度,平均大于4 $^{\circ}\text{C}/100\text{m}$,局部达7.87 $^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ^[6]。青一段平均地温梯

度最高,为8.19 $^{\circ}\text{C}/100\text{m}$;青二、青三段和嫩一、嫩二段平均地温梯度为5.87 $^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 和5.55 $^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 。因此,该区主要烃源岩具生烃门限浅(1050~1500m)、热演化迅速的特点。青山口组烃源岩整体埋深大于1600m,普遍处于成熟—高成熟演化阶段;而嫩江组烃源岩埋深一般为1200~1600m,普遍处于低成熟—成熟演化阶段。

乾安—长岭凹陷华字井阶地及其周邻地区平均生烃丰度约为 $1.5 \times 10^6 \sim 3.0 \times 10^6 \text{ t/km}^2$,小于松辽盆地中央坳陷区的平均值($3.5 \times 10^6 \sim 4.0 \times 10^6 \text{ t/km}^2$)^[6];生烃丰度高值区分布在盆地东北部青山口组各段暗色泥岩均发育区,低值区发育在盆地西南部。

1.1.3 主要油气层烃源对比

油源对比表明,该区以形成紧贴主力烃源岩的近源油气藏为主。泉头组扶扬油层、青一段高台子油层原油的烃源岩主要为青一段泥岩^[3]。该类原油具有较高含量的环萜烷及C₃₀重排藿烷,T_m明显小于T_s,C₂₉莫烷含量低^[7];具有较高的伽马蜡烷,伽马蜡烷/ $\alpha\beta 22\text{RC}_{30}$ 比值为0.8~1.6;含有较多的孕甾烷和升甾烷,重排甾烷、4—甲基— $\alpha\beta 20\text{RC}_{30}$ 甾烷和4—甲基— $\alpha\beta 20\text{SC}_{30}$ 甾烷丰富, $\alpha\beta 20\text{RC}_{27}$ 甾烷含量高。葡萄花油层原油的烃源岩主要为青山口组二、三段烃源岩。该类原油的C₂₇甾烷系列具有 $\alpha\alpha\alpha 20\text{SC}_{27} > \alpha\beta\beta 20\text{RC}_{27} > \alpha\beta\beta 20\text{SC}_{27}$ 的特点,升甾烷及孕甾烷含量低^[7],并有较多的C₃₀甲基甾烷;伽马蜡烷含量较高,伽马蜡烷/ $\alpha\beta 22\text{RC}_{30}$ 比值为0.5~1;C₂₉莫烷含量低,C₃₀莫烷/C₃₀藿烷比值为0.05~0.2。部分地区葡萄花油层与青一段泥岩有亲缘关系,表明在小断裂发育区青一段油气曾发生垂向运移。嫩江组黑帝庙油层主要源于嫩江组一、二段烃源岩,其C₃₀莫烷/C₃₀藿烷比值为0.2~0.4,伽马蜡烷含量较低,伽马蜡烷/ $\alpha\beta 22\text{RC}_{30}$ 比值为0.1~0.4。

1.2 广泛发育的三角洲前缘相砂体提供了巨大的储集空间

从泉头组到嫩江组的不同沉积时期,在长岭凹陷到乾安凹陷南部地区,发育西南部的保康沉积体系及南部的长春—怀德沉积体系,从宏观上控制了储层的分布格局^[3]。其中,保康水系是规模最大的沉积体系,横跨开鲁坳陷、西南隆起、西部斜坡和中央坳陷4个构造单元。砂体的总体轴向呈北东向,与盆地长轴斜交;砂体的物源来自保康一带,根部在西南部前七号—黑帝庙一带;三角洲砂体的前缘分布在东北部华字井阶地的乾安—情字井—大老爷府—双坨子一线(图2)。从泉头组至姚家组,分别

发育2~3个三角洲前缘朵叶体,形成2~3个砂体发育高值区。各时期的三角洲前缘相砂体都临近或伸入生烃凹陷与有利的构造背景配置,为油气聚集提供了良好的储集空间。储层类型以中孔低渗砂岩为主,砂岩孔隙度为10%~20%,渗透率为 $0.1 \times 10^{-3} \sim 6 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。

青山口组河流—三角洲砂体是该区最重要的储集层。青一段发育明显的水进序列,表现为纵向上发育水进微相序列^[8],平面上发育退积沉积体。砂岩累计厚度为30~50m,单层厚度为2~10m。平面上砂体由西南向东北方向逐渐减薄,于华字井阶地的乾110—乾113井一线尖灭,有3个砂岩发育高值区。青二、三段发育明显的水退层序,表现为纵向上发育水退微相序列,平面上发育进积沉积体系。随河流向盆推进,三角洲平原相带变宽,河水动能增强,河流及三角洲砂体不断向盆推进,发育高建设性三角洲。砂岩累计厚度为60~120m,单层厚度为2~8m。平面上砂体尖灭于华字井阶地两井至孤店、大老爷府一线以东,有2个砂体发育高值区,分别呈北东、东西向展布。

姚家组是该区重要的储集层之一。姚家组沉积时期,湖盆急剧萎缩,河流沉积较为发育。由于盆地东部、南部整体相对抬升,加之保康水系水动力减弱,形成了一套浅水背景下由陆上辫状河道延续到水下分流河道的砂岩体及前缘河口坝、远沙坝砂岩

体,砂体呈北东向串珠状展布。一般发育为5~6层砂岩,累计厚度为5~10m,单层厚度为2~6m。

泉四段是该区另一个重要的储集层,主要发育水进式低位浅水三角洲和扇三角洲。三角洲底积层是浅水标志明显的紫红色泥岩,三角洲前缘砂体以各类水下分支河道砂为主。多条分支河道砂的相互叠置,使砂体大面积连片分布。砂岩储层累计厚度为20~60m,单层厚度为2~15m。

1.3 有利的生储盖组合控制形成较高的资源丰度

1.3.1 发育多套成藏组合

由于发育多套烃源岩和多套储集体,该区坳陷层系发育上、中、下3套成藏组合。上部组合发育于嫩江组,具有下生上储的组合特征,其成藏机制是嫩江组一、二段烃源岩紧临嫩三、四段储层。烃源岩生烃后直接排运到邻近的砂体并进入适宜的圈闭聚集成藏。主要运移通道是砂层或断层,以垂向运移为主,侧向次之,运移距离较短。中部组合指发育于青山口组、姚家组的萨尔图、葡萄花、高台子油组,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。断层可作为垂向运移通道,并沟通烃源岩与储层,侧向上3套储油层砂体可作为输导层。萨尔图和高台子油层储层累计厚度大,储层连通性好,为油气侧向运移提供了良好的条件。下部组合发育于泉头组上部,以上生下储组合为特征。在上覆既

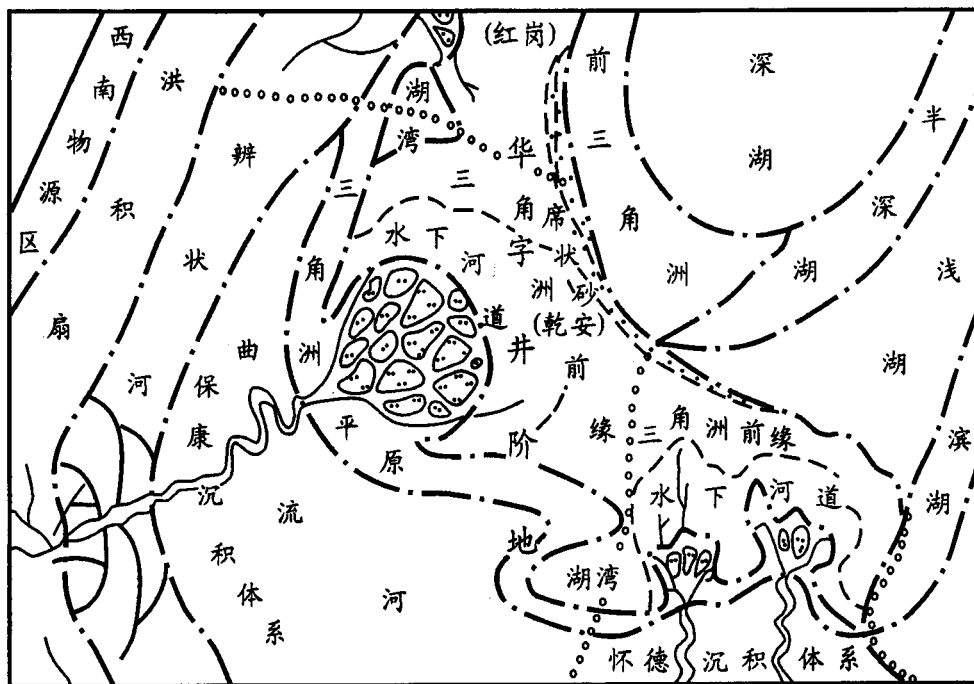


图2 松辽盆地乾安—长岭凹陷青一段沉积体系分布模式图

Fig. 2 Distribution pattern of sedimentary systems in the Qing-1 Member of the Qian'an-Changling Depression in the Songliao Basin

作盖层又作烃源岩的青一段暗色泥岩的超压作用下,油气垂向“倒灌”式运移至泉头组储层中,又经过断裂作用沟通后侧向运移聚集成藏。

1.3.2 三角洲前缘相区发育高效排液组合

华字井阶地青山口组三角洲前缘相带储层与优质半深湖—浅湖相烃源岩构成不等厚—略等厚互层,砂泥比约为1:1~1:3,单个暗色泥岩烃源岩厚度仅为10~20m,这些暗色泥岩中的油气高效率地排入邻近的储集层。三角洲前缘相带烃源岩与储层的配置关系可以归纳为侧变式、叠合式和封闭式^[1]。不同配置类型的三角洲前缘相砂体与烃源岩形成面接触、体接触,也使暗色泥岩中的油气能高效率地排入邻近的储集层。

高效排液组合提高了华字井阶地的油气资源丰度。大量的油气勘探成果及研究表明,华字井阶地坳陷层系的平均油气资源丰度约为 $15 \times 10^4 \sim 20 \times 10^4 \text{ t/km}^2$,略低于松辽盆地中央坳陷区主体部位的平均油气资源丰度($35 \times 10^4 \text{ t/km}^2$)^[9]。

2 岩性—构造复合型圈闭的形成特征

松辽盆地乾安—长岭凹陷东部华字井阶地存在多种类型的岩性圈闭及岩性—构造复合圈闭,与该区构造、沉积体系的演化及古构造背景有直接关系。

2.1 反转构造作用对形成岩性圈闭的重要作用

松辽盆地属于弧后裂谷盆地,经历了晚侏罗世—早白垩世早期拉张裂谷、早白垩世中晚期裂谷后热衰减拗陷、白垩世晚期至新生代挤压抬升褶皱3个演化阶段。晚白垩世燕山运动第IV、V幕运动,使区域构造应力场由拉张转为水平压扭,盆地萎缩,东北及东南部隆起迅速抬起,沉积中心明显西移。此次反转构造作用对形成岩性—构造复合型圈闭起到了极重要的作用。

泉头组—嫩江组沉积期,长岭凹陷呈西高东低的构造格局(图3)。由此,西部保康物源系入湖,形成河流—三角洲—湖泊沉积体系,砂体由西向东尖灭。嫩末及明水末期燕山IV、V幕的挤压构造作用造成东部整体抬升,改变了砂体前缘的倾向,使华字井阶地乾124—乾125—查13井—线砂体前缘由下倾转为上倾,为形成砂岩上倾尖灭油藏创造了良好的条件^[3]。

2.2 古隆起背景对形成岩性—构造复合型圈闭的控制作用

乾安—长岭凹陷总的构造背景是东高西低(T_2)、东陡西缓,南北分别为乾安次凹及黑帝庙次凹,两个次凹之间为北西西走向宽约20km、长约130km的情字井至老英台潜伏古隆起(简称乾南古隆起)^[3]。古隆起的东部由北至南依次发育着乾安

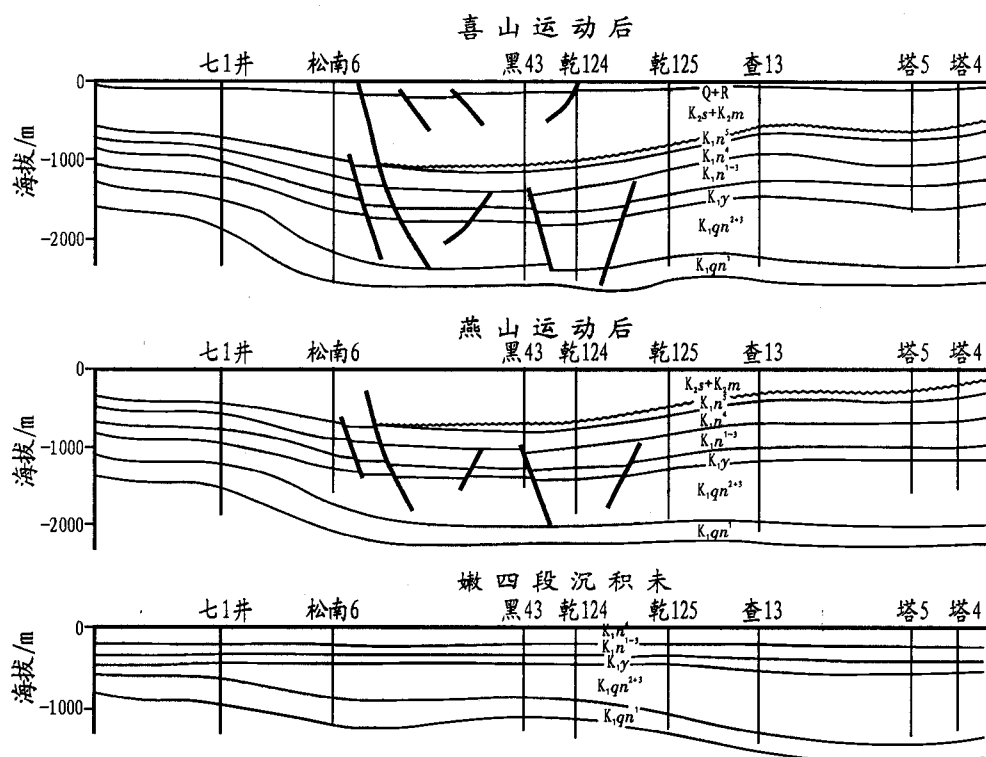


图3 长岭凹陷构造演化史剖面(图1中I—I'剖面)

Fig. 3 Profile of structural evolutionary history for the Changling Depression (see Fig. 1 for the I—I' profile)

构造、大老爷府构造及双坨子构造。乾南古隆起受基底断裂控制,从早白垩世到第三纪一直存在,具有长期发育的特征。而构造幅度自下而上迅速减小,表明拗陷期以发育披覆构造为主。

由于乾南古隆起属基底隆起,形成早,继承性强,对形成大规模岩性—构造复合圈闭产生了重要作用,具体表现为:a)古隆起产生的地形起伏控制了三角洲前缘分支河流道的展布,对沉积微相分区起重要控制作用,表现为古隆起上往往发育分支河道砂岩,砂岩的物性相对变好,向两侧相变为分支间湾;b)在晚燕山期张扭性构造作用期,古隆起的上覆层是张性小断层发育的部位,以发育呈雁行状排列的一系列北北西向的张性正断层为主,由于北北西向断层的切割作用,古隆起上便发育一系列呈多层叠合的小幅度断鼻构造。

由于古隆起上小断层发育,微幅度构造发育,加之其对三角洲分支河流微相变化的控制作用,使之以对油气富集起到重要控制作用。大型的复合型油气藏主要发育在宽缓的鼻状隆起带上,其次,古隆起带上的油气聚集丰度高于其它部位。

2.3 多期三角洲前缘相区的纵横交错与叠加

从泉头组到嫩江组的不同沉积时期,随着湖盆水域扩张和收缩的周期性变化,保乾砂体以北东向为主,砂体呈舌状向湖区内推进,各时期的三角洲前缘相砂体前缘均分布在东北部华字井阶地的乾安—情字井—大老爷府—双坨子一线。多期三角洲前缘相区砂体纵横交错、相互叠加,经常出现岩性横向相变和上倾尖灭。多个三角洲前缘砂岩朵叶体呈不规则鸟足状尖灭于湖相暗色泥岩中,为形成大规模岩性—构造复合型油气藏奠定了基础。

2.4 次级断裂对油气成藏的作用

次级断裂对断层—岩性复合型圈闭的形成产生重要作用。该区以发育北北西向次级断裂为主,主要形成于燕山Ⅳ、Ⅴ幕构造运动。这些断层断距约为10~50m,由于三角洲前缘相砂岩与泥岩呈频繁互层状,砂泥比约为1:1~1:3,砂岩单层厚度仅2~10m。断层的切错使得下倾的层状砂岩能够得到上倾方向的泥岩或致密砂岩的侧向封堵,因此,这些断裂一般均构成了构造—岩性复合型圈闭的上倾遮挡断裂边界。断层的形成期也就是大部分断层—岩性复合型圈闭形成的重要时期,次级断裂的规模、断距、稳定性、倾向等控制了断层—岩性复合型圈闭的规模与形态。

次级断裂对油气的垂向导油作用,具体表现为:a)离烃源岩较远的姚家组砂体的成藏,主

要依靠次级断层的垂向导油作用,因此,姚家组油藏一般紧贴次级断层分布。b)即使是靠近烃源岩的青山口组储层中也因为次级断裂作用,油气发生垂向导油,如青二、三段储层中常发现与青一段烃源有关的油气层;次级断裂对油气的侧向导油换层也产生重要作用,最典型的是当发育一系列同倾断层时,青山口组的油气通过同倾断层换层运移,从而在上倾方向发育泉四段油气藏。

2.5 成岩后生作用对形成大中型岩性—构造复合型油气藏的影响

松辽盆地燕山、喜山期经历了由高地温异常逐渐冷却的热演化史,主要储集层普遍经历了较强的成岩后生作用,导致储层严重致密化,对形成大面积构造—岩性复合型圈闭产生了重要影响。

一方面,成岩作用造成处于分支流间湾的薄层粉细砂岩进一步致密化,成为阻挡油气进一步运移的重要因素。保乾砂体为河流、三角洲砂岩体,由于其沉积物搬运距离远,其前缘至前三角洲沉积物颗粒较细、碳酸盐含量较高、储层埋藏较深、成岩作用强,致使储层孔渗性变差。中薄层中低孔、低渗储层的存在,在一定程度上增加了岩性圈闭存在的机会,有时砂体侧向相变为特低渗透的粉砂岩,有时尖灭相变为非渗透性泥岩,从而形成岩性圈闭。

另一方面,成岩作用使三角洲相的泥岩夹砂岩段中的薄砂层致密化,而成为重要的侧向遮挡层。在次级断裂的下倾方向带形成多个油层组叠合的油气富集带,其重要原因是,下倾方向的砂体被上倾方向更为致密的砂体及泥岩所侧向遮挡,形成受断层两盘排替压力差控制的油气藏。

2.6 构造格局与三角洲前缘砂体之间的良好配合

自泉四段晚期至姚家组时期,呈北东向展布的大型斜向水流——保乾沉积体系控制了长岭凹陷的沉积格局。三角洲前缘沉积体系与区域地层产状的良好配置关系,为形成大规模岩性—构造复合型油气藏奠定了基础。呈北东向展布的三角洲前缘沉积体系与呈北北西走向的地层、呈北北西走向的断裂近于垂直,使得呈北东向展布的三角洲前缘点砂坝、分支流河间砂的南、北两翼被呈北东向展布的分流间湾泥岩、前三角洲泥岩所遮挡,东侧上倾方向被断裂或上倾尖灭带遮挡,从而形成断层—岩性复合型圈闭(图4a)。

2.7 主要的圈闭型式

在上述诸要素的综合控制下,乾安—长岭凹陷东部的华字井阶地以发育上倾尖灭砂体和相变砂体同低幅度构造群、断层封堵相配置的7种岩性、岩性

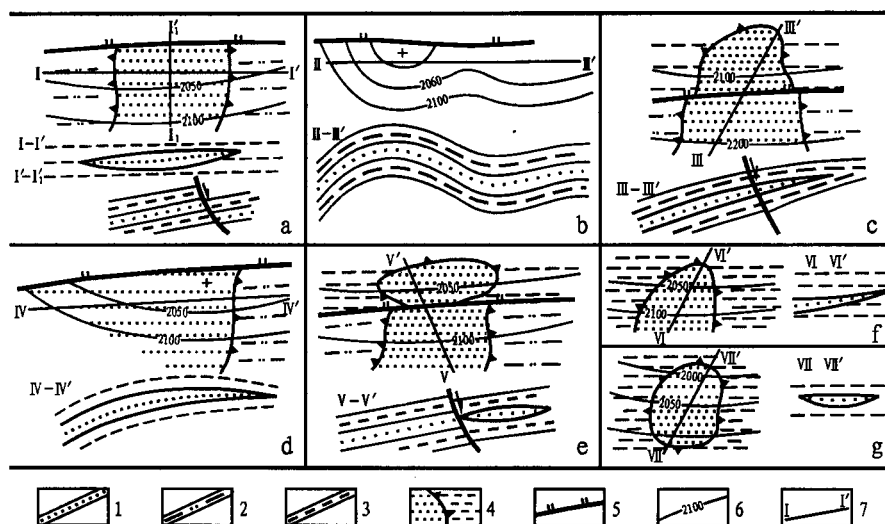


图4 乾安—长岭凹陷东部华字井阶地岩性—构造复合圈闭类型模式

1. 分支河道砂岩; 2. 分支间湾粉砂质泥岩; 3. 前三角洲泥岩; 4. 沉积微相分界线; 5. 断层; 6. 地层等深线(m); 7. 剖面线

Fig. 4 Types of lithologic-structural composite traps in the Huazijing Terrace of the East Qian'an-Changling Depression

一构造复合型圈闭为主, 包括断层—岩性复合圈闭(图4a)、低幅度断鼻构造圈闭(图4b)、断层—岩性与砂岩上倾尖灭复合圈闭(图4c)、断层—岩性与砂岩透镜体复合圈闭(图4d)、低幅度构造—断层—岩性复合圈闭(图4e)、砂岩上倾尖灭圈闭(图4f)及砂岩透镜体圈闭(图4g)。

3 圈闭形成期与烃源岩成熟期的适时配置

3.1 存在着两期油气充注

从主力烃源岩生排烃史条件及构造运动特征分析, 在嫩江期末、明水期末及喜山运动期间发生两次大规模油气运移。包裹体分析亦证实本区存在早晚两期流体充注^[3], 存在两个重要成藏期。第一期流体包裹体分布在矿物边缘和石英次生加大边上, 流体包裹体均一温度为110~120℃, 气态烃包裹体比例较低, 对应的地质时间为嫩江期末。第二期流体包裹体主要分布在石英裂隙及胶结物中, 气态烃包裹体比例较高, 包裹体均一温度为90~100℃, 比第一期的均一温度低, 反映松辽盆地后期地温降低幅度较大, 对应的地质时代是明水期末—第三纪。

3.2 岩性—构造复合圈闭形成早于油气大规模运移期

松辽盆地坳陷层岩性—构造复合圈闭的定形期分别在嫩江期末及明水期—第三纪末, 而青山口组和嫩江组烃源岩的生、排油期和大规模油气运聚期为嫩江组末期及明水期末—第三纪末。构造—岩性

复合圈闭定形期略早于或同步于大规模的油气运聚期, 形成了良好的匹配关系, 油气就近运移至各类构造—岩性复合圈闭中聚集成藏。

4 岩性—构造复合型油气藏地质特征

华字井阶地大中型岩性—构造复合型油气田群具有以下油藏地质特征:

a) 沿次级断裂形成一系列油气藏, 靠近断裂一侧油藏数量多、资源丰度高, 远离断层一侧油藏数量少、资源丰度低;

b) 以发育复式油气聚集带为特征, 由不同类型油气藏的复合形成大中型油气田, 油气藏的复合包括圈闭类型上的复合、储层类型上的复合和原生与次生油气藏的复合;

c) 油气富集带受古隆起背景上的局部构造高点控制, 局部构造高点处油藏数量多、资源丰度高;

d) 三角洲前缘相区砂体纵横交错、相互叠加, 纵向延伸长, 但横向减薄快, 使油气藏层位的侧向变化大, 同一油藏组内油气水关系复杂;

e) 以层状弱边水驱动油气藏为主, 受低孔渗储层与砂岩上倾尖灭控制, 同一岩性油气藏油气水分布关系呈规律性变化, 由上倾尖灭端向下倾方向依次发育顶部残存水与油混合带、中部纯油带、下部油水过渡带, 油水过渡带一般较宽;

f) 油气藏层位明显受断块构造格局控制, 在下倾方向发育正断层时, 上倾方向的主力含油层位以泉头组及青一、二段为主, 在下倾方向发育反向正断

层时,上倾方向含油层位以青一段上部、青二、三段油气藏为主;

g)以中低渗储层为主,具有极强的横向非均质性,油藏之间横向连续性差;

h)对于断层—岩性及断鼻—岩性复合油气藏,部分油气藏依靠断层两侧砂岩储层的排替压力进行封闭,封闭条件较差,使得这部分油气藏仅发育油水混合区,且油藏的宽度(指垂直于断层的油藏半径)较窄,一般仅数百米至1km,而依靠泥岩侧向封堵的油藏或上倾尖灭油藏一般均发育纯油区,油藏的宽度可达2~3km;

i)在燕山IV、V幕及喜山运动挤压构造作用下,中低渗砂岩油气层的微裂缝极发育。

5 结论

根据上述分析,得到以下主要结论。

a)松辽盆地南部乾安—长岭凹陷华字井阶地下白垩统发育多套优质烃源岩和三角洲前缘相砂岩储集层,形成了上、中、下3套成藏组合。

b)在凹陷东部的华字井阶地,具备形成大中型构造—岩性复合圈闭的有利条件:多期三角洲前缘相区砂体纵横交错、相互叠加,经常出现岩性横向相变和上倾尖灭;以乾南潜伏古隆起带古地形为背景形成的继承性南北沉积微相分异和横向相变;后期构造运动造成盆地东部抬升,使得东部砂体整体上倾尖灭;后期构造运动形成一系列小断裂对砂体上

倾方向的遮挡;大型斜向水流与区域构造格局形成有机配置;成岩作用造成储层致密化。

c)岩性—构造复合圈闭形成于嫩江期及明水期,与大规模油气运移期有机配置,为形成华字井阶地一批大中型构造—岩性复合型油气田创造了条件。

d)特殊的油气成藏条件决定了该区具有独特的油气藏地质特征。

参考文献:

- [1] 刘翠荣,等.裂谷盆地的理论模拟——以松辽盆地为例[J].石油实验地质,1996,18(3):274—280.
- [2] 安作相.松辽白垩纪湖盆湖水环流与隐蔽油藏勘探[J].石油实验地质,1985,7(2):107—114.
- [3] 王永春.松辽盆地南部岩性油气藏的形成和分布[M].北京:石油工业出版社,2001.2—24,100—204.
- [4] 萧德铭,黄福堂,迟元林,等.松辽及外围盆地未熟—低熟油地球化学[M].北京:石油工业出版社,2000.14—83.
- [5] 何志高.松辽及其他陆相盆地生油岩地球化学的基本特征[J].石油实验地质,1981,3(3):197—203.
- [6] 张文昭.中国陆相大油田[A].高瑞琪,蔡希源,徐宏,等.松辽盆地大油田的形成特征与分布规律[C].北京:石油工业出版社,2000.104—119.
- [7] 石国平,等.试论松辽盆地湖盆三角洲沉积类型[J].石油实验地质,1984,6(4):279—282.
- [8] 蔺毓秀,等.试论松辽大型陆相湖盆水进三角洲沉积相[J].石油实验地质,1983,5(4):265—270.
- [9] 周荔青,雷一心.中国主要陆相含油气盆地形成规模特征[J].中国石油勘探,2001,6(2):8—15.

FORMATION CHARACTERISTICS OF LARGE-MIDDLE LITHOLOGIC-STRUCTURAL COMPOSITE OIL AND GAS FIELDS IN THE QIAN'AN-CHANGLING DEPRESSION OF THE SONGLIAO BASIN

ZHOU Li-qing^{1,2}, ZHANG Huai^{1,2}

(1. Department of Geology, Northwest University, Xi'an, Shaanxi 710069, China;

2. East China Branch, SINOPEC, Nanjing, Jiangsu 210011, China)

Abstract: Many sets of high-quality source rocks and delta-front-facies sandstone reservoirs were developed in the Lower Cretaceous of the Qian'an-Changling Depression in the southern part of the Songliao Basin. And upper, middle and lower three sets of pool-forming assemblages were formed. The Huazijing Terrace in the eastern part of the Depression possessed various advantageous conditions to form large-middle structural-lithologic composite traps; a) multiphase delta-front-facies areas were intersecting and superimposing each other, and the lateral facies changes and updip thinning-out of lithology often occurred; b) the diffe-

(to be continued on page 463)

(continued from page 451)

rentiation of south and north inherited sedimentary microfacies generated on the background of paleotopography—the buried paleouplift zone in Qiannan area; c) paulopost tectonic movement resulted in the elevation of the East Songliao Basin, and made the eastern sandbodies mass updip thinning out; d) paulopost tectonic movement resulted in a series of minor faults, screening off the updip direction of sandbodies; e) large scale of oblique water current formed organic allocation with regional structural patterns; and f) diagenesis resulted in the compaction of reservoirs. Lithologic-structural composite traps formed in the Nenjiang and Mingshui periods, and matched well with large scale of hydrocarbon migration periods. This provided good conditions to form a group of large-middle structural-lithologic composite oil and gas fields in the Huazijing Terrace.

Key words: lithologic-structural composite oil and gas field; the Qian'an-Changling Depression; the Songliao Basin