

文章编号: 1001-6112(2010)04-0326-04

松辽盆地南部断陷层油气勘探领域

秦伟军, 郭金瑞

(中国石油化工股份有限公司 石油勘探开发研究院, 北京 100083)

摘要: 松辽盆地南部地区发育多个富含油气的断陷和凹陷, 十屋断陷和长岭断(凹)陷是其中富含油气的地质单元, 已发现了一批中小型油气田。研究认为该区发育断陷层和拗陷层 2 套含油气系统, 断陷层油气藏包括火山岩油气藏、地层不整合油气藏、陡坡岩性油气藏和基岩潜山变质岩油气藏等, 主要受有效火山岩储层和有效低孔渗碎屑岩储层发育情况控制, 与构造复合分别形成火山岩储层构造油气藏和低渗透砂岩储层构造油气藏; 拗陷层油气藏受三角洲前缘相砂体层布控制, 在有利的构造背景下形成构造—岩性油气藏。研究认为, 松辽盆地南部断陷层勘探领域包括: ①火山岩油气藏, ②地层不整合油气藏, ③陡坡岩性油气藏, ④基岩潜山变质岩油气藏。

关键词: 勘探领域; 断陷层; 油气藏类型; 松辽盆地

中图分类号: TE122.3

文献标识码: A

OIL AND GAS EXPLORATION FIELD IN RIFT STRATUM IN THE SOUTH OF THE SONGLIAO BASIN

Qin Weijun, Guo Jinrui

(SINOPEC Exploration and Development Research Institute, Beijing 100083, China)

Abstract: There are many rifts and depressions with rich oil and gas in the south of the Songliao Basin. Shiwu Depression and Changling Rift (depression) are the geological units with rich oil and gas, and a number of small and medium oil-gas fields had been discovered. Research suggested that there are two types of rift stratum and depression stratum petroleum systems. Oil-gas reservoir of rift stratum is mainly controlled by the efficient volcanic reservoir and low porosity-permeability of the reservoir. Structural reservoir of volcanic rocks and low-permeability sandstone reservoirs were formed composite with structural. Depression reservoir was controlled by sand distribution of delta front, forming structure-lithology reservoir at a favorable context. Studies suggest that exploration fields of rift stratum include: volcanic rocks reservoir, stratigraphic unconformity reservoir, steep lithology reservoir and metamorphic rock reservoir of bedrock.

Key words: exploration field; rift stratum; reservoir types; Songliao Basin

1 盆地结构与地层沉积序列

1.1 盆地结构特征

松辽盆地是由 2 种不同类型的盆地叠加的复合型盆地。以 T_3 面(即登娄库组顶)为界, 以上为一大型拗陷型沉积盆地叠加在若干断陷型沉积盆地之上的复合型盆地。这就是常称所谓的“断拗型”叠加盆地。松南断陷型盆地群是由 16 个分割独立的断陷盆地组成, 总面积约 $5.36 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。拗陷型盆地总面积约 $10 \times 10^4 \text{ km}^2$, 是一个统一的大型拗陷沉积体, 但不同的区带沉积厚度不一。

盆地基底为吉黑加里东褶皱系和吉黑华力西

褶皱系拼接而成, 岩性以古生界浅变质岩和花岗岩为主。分布特征是“东西一致, 南北有别”, 大体以长春—通榆一线为界, 分南北两区。基底的构造表现为三隆(扶余—钓鱼台、安广—青山口、架马吐)、四拗(长岭、莺—杏、德惠和开鲁)的构造格局。

1.2 地层沉积序列

松辽盆地具有深浅层叠置的双重地质结构特征的成因机制, 属裂谷型盆地。断陷和拗陷分别是裂谷构造沉降和热沉降发育阶段的产物。松辽盆地的发育演化自三叠纪以来到新生代经历了 4 个演化阶段, 即隆起阶段(T_3-J_{1-2})、断陷阶段($K_1 h-d$)、拗陷阶段($K_2 q-K_2 n$)、盆地抬升萎缩阶段($K_2 m-Q$)。

收稿日期: 2009-07-14; 修订日期: 2010-06-18。

作者简介: 秦伟军(1964—), 男, 教授级高级工程师, 从事石油天然气地质与勘探战略规划研究。E-mail: qinwj@pepris.com。

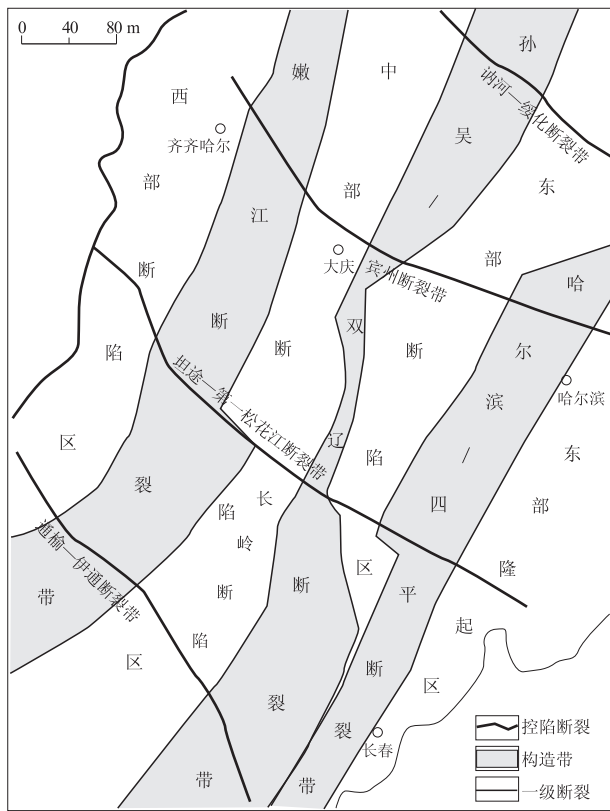


图1 松辽盆地断陷层构造

Fig.1 Tectonic features of rift stratum in the Songliao Basin

根据盆地演化特征及区域构造运动的标志,以 T_3 面(即登娄库组顶)为界,可划分为下部断陷构造层(图1)和上部拗陷构造层。下构造层序包括下白垩统火石岭组、沙河子组、营城组及登娄库组;上构造层序包括上白垩统泉头组、青山口组、姚家组、嫩江组、四方台组及明水组等。

松南断、拗2套地层发育和沉积充填相序,由于处于不同的构造背景,东南隆起区与中央拗陷区存在明显差异。如东南隆起区,由于受断陷构造特征控制,各断陷盆地内地层厚度及沉积相序变化较大;受嫩末构造运动影响,嫩江组剥蚀严重,有些地区青山口组亦被不同程度的剥蚀。而中央拗陷区,受构造运动影响较小,各断陷盆地内地层厚度及沉积相序变化不大,同时自下而上地层发育齐全。

2 油气地质条件

2.1 烃源岩

受断陷的构造样式和发育程度的控制,以东南隆起区为烃源岩的主要分布区,其次为中央拗陷区的长岭和乾安地区^[2]。在岩性上,主要为湖相暗色泥岩和沼泽相碳质泥岩和煤。此外,在东南隆起区的十屋和伏龙泉断陷及中央拗陷区,登娄库组中下

部的湖相暗色泥岩也具有一定的生油气能力。断陷盆地中的烃源岩具有沉积厚度大、有机质丰度高、演化程度高等特点。在各断陷盆地中,暗色泥岩厚度一般为200~600 m,最大可达3 500 m。有机碳含量为0.65%~2.4%,有机质类型为Ⅱ_B—Ⅲ型。由于有后续拗陷层叠置,断陷层烃源岩演化程度较高,除一些小型地堑式断陷外,大部分断陷层源岩均已进入成熟至高熟阶段。油气资源丰度一般为 $(5\sim 20)\times 10^4$ t/km²,属大型富油气盆地中一高资源丰度的断陷区。

2.2 储集层

断陷层发育火山岩和碎屑岩2种储集岩类型^[1],其中营城组、火石岭组主要为火山岩储集体,登娄库组则以碎屑岩为主。重磁资料、地震属性分析资料和钻探资料均反映火山岩呈带状展布。火山岩厚达数百米(如DB11井营城组钻遇600 m火山岩未穿),储层主要包括中、酸性安山岩、流纹岩及凝灰岩等,其次为少量的火山碎屑岩,孔隙度2%~15%,渗透率 $(0.55\sim 122.0)\times 10^{-3}$ μm²。储集空间按成因可划分为原生孔隙、次生孔隙和裂隙3种类型,它们单独或组合成裂隙型和孔隙—裂隙型储集类型。碎屑岩储集体岩性有砂砾岩、含砾中—粗砂岩、中—细砂岩,由于埋藏深、地温高、成岩作用强,导致储层物性普遍较差,属于低孔—低渗储层,且非均质性强。

2.3 成藏组合与油气藏类型

断陷层油气成藏系统在纵向上主要发育自生自储成藏组合和下生上储成藏组合。其中自生自储成藏组合主要发育于火石岭组、沙河子组和营城组,以原生油气藏为主。下生上储成藏组合主要发育于登娄库组和泉头组地层中,为次生油气藏。油气藏类型主要为同沉积背斜油气藏、火山岩油气藏、地层岩性油气藏,以及后期构造作用叠加形成的构造—岩性复合油气藏,并以构造—火山岩、构造—岩性复合油气藏为主,其规模和丰度受构造、岩性双重控制。同一构造背景控制下一系列相似的油气藏纵向叠置、横向连片,构成的复式油气聚集带成为大中型油气田的勘探目标^[3-8]。

3 勘探领域

3.1 火山岩油气藏

火山岩在断陷层广泛分布,主要发育在营城组、火石岭组,带状展布^[9]。松南断陷层发育营城组、沙河子组2套烃源岩。暗色泥岩厚度600~800 m,有机碳含量为0.65%~2.8%,平均为1.13%,类型为

II_B—III 型。烃源岩热演化程度达到过成熟—高成熟阶段,处于大量生气时期^[10]。火山岩圈闭成藏的资源背景好。

火山岩储集体岩性^[11-12]主要为中、酸性安山岩、流纹岩及凝灰岩等,其次为少量的火山碎屑岩,孔隙度 2%~15%,渗透率 $(0.55 \sim 122) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。储集空间按成因可划分为原生孔隙、次生孔隙和裂隙 3 种类型,它们单独或组合成裂隙型和孔隙—裂隙型储集类型。区域盖层发育,主要有泉头组一、二段及青山组暗色泥岩,可有效封盖断陷层油气藏;同时,登娄库组泥岩、营城组暗色泥岩可作为直接盖层,形成较好的封盖条件。另外,断陷层发育的断层,在后期大部分已停止活动,对天然气形成较好的封堵。火山岩圈闭油气保存条件较好。从生储盖组合特征看,多由营城组储层(以火山岩储层为主)与暗色泥岩(烃源岩、盖层)构成的自生自储成藏组合。

成藏有利的火山岩体在三维地震剖面上呈现类似漏斗状外形和杂乱反射特征,为靠近火山口附近的溢流—爆发相反射特征^[13-15](图 2),相干体分析表明其裂缝发育,推测此类火山岩储集体物性较好。火山岩体多与古隆起复合,在构造背景上形成复合圈闭。圈闭的形成时间一般早于或等于生气高峰时期,具有较好的时间匹配关系,可有效捕获天然气成藏。火山岩油气藏成为目前最重要的勘探领域之一。

3.2 地层不整合油气藏

断—坳转换期,在基底古斜坡背景上地层逐层超覆尖灭形成地层不整合圈闭。断—坳转换期烃源岩较差,生储盖组合主要为侧向运移的下生上储成藏组合(图 3)。断陷层营城组、沙河子组为深湖—半深湖—浅湖相沉积,泥岩发育,地层逐层超

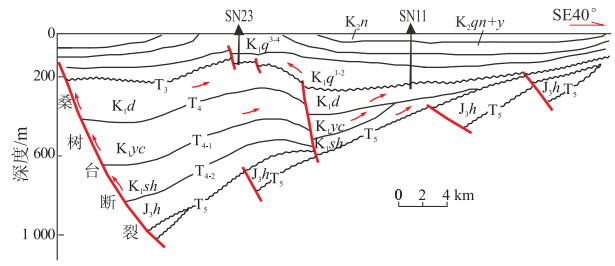


图 3 松辽盆地南部十屋断陷侧向运移成藏组合
Fig. 3 Reservoir combination on the lateral migration in Shiwu Rift of the Songliao Basin

覆尖灭。上部为以泉头组二、三段河流相、浅水湖相砂岩为储层。砂岩成分成熟度低,结构成熟度中等—较高。由于埋藏浅,物性好,孔隙度一般均大于 10%,渗透率变化较大,为 $(1 \sim 1\ 000) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,为较好储层,并且平面分布稳定。盖层有 2 种,一种是以青山口组湖相、滨浅湖相泥岩构成的区域盖层,全区广泛分布,层位稳定;另一种为局部直接盖层,由泉二、三段浅湖相红色泥岩构成。

斜坡区地层超覆尖灭圈闭,近源,为油气长期运聚指向区,是有利的油气聚集带之一。十屋断陷北部发育该类圈闭。王家地区钻探的 SN144 井,泉头组储层以砂岩为主,物性孔隙度 7.0%~28%;渗透率 $(0.07 \sim 47.3) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,砂岩厚度较大,储集性能好。营城组砂岩厚度小,储集性能中等。登娄库组、沙河子组砂岩厚度小,储集性能较差。SN144 井揭示的泥岩单层厚度较大,最厚达 17.5 m,质纯,平面分布稳定,对油气运移和聚集可起到很好的保护作用,盖层条件良好。

3.3 断陷层陡坡带岩性油气藏

深层发育诸多断陷,控盆断层控制了断陷的形成。在各个断陷靠近断裂一侧,基底强烈下沉,形成了一系列水下扇和扇三角洲。单个水下扇平面上

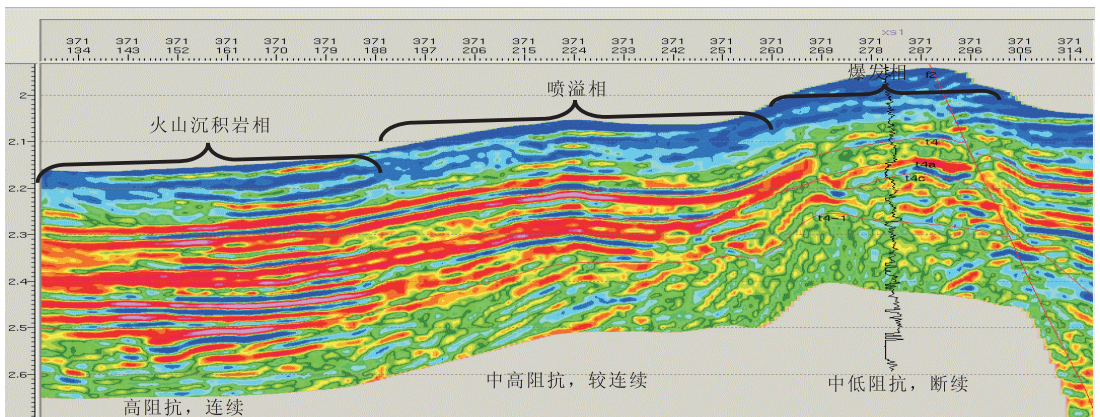


图 2 松辽盆地火山岩体波阻抗反演剖面

Fig. 2 Impedance inversion profile of the volcanic rock body in the Songliao Basin

呈扇状,以粗碎屑沉积为主,由于沉积混杂,地层成层性差,地震剖面上波阻连续性较差。同时由于控盆断层活动时间长,洼陷持续沉降,沉积巨厚,控盆断层一般未发生强烈反转,因此,在邻近控盆断层区多不发育滚动背斜,构造圈闭不发育。下扇和扇三角洲砂体多沿长轴方向呈楔形伸入湖盆内,与烃源岩区直接接触,具有油气富集的良好条件。

如十屋断陷,在西部控盆断层附近发育较大型的扇体有马家窑、桑树台、孤家子、西丁家等水下扇。其中西丁家构造在扇体之上针对泉头组已实施探井1口(SN230井),中浅层泉头组已见到良好的气测异常显示,预示着深部水下扇体可能存在大型的天然气聚集。

3.4 基岩潜山变质岩领域

松辽盆地基底是晚古生代末期至早中生代初期所固结的大陆地壳。盆地南部基底岩性主要是石炭—二叠系浅变质岩及同期岩浆岩。十屋断陷发育中央构造带潜山圈闭,紧邻最有利的烃源区,油源供给充分,是有利的油气聚集带之一。2006—2007年兼探基底潜山含油气性钻探了2口井,均获少量油气发现。SN55井完钻井深1 920 m,完钻层位基底。在1 450 m进入基底变质岩,岩性为花岗岩、花岗闪长岩、绢云母绿泥石化片岩,在变质岩中录井见9层裂隙含油显示,测井解释为裂隙油层和含油层,对变质岩井段(1 465~1 540 m)常规测试获少量原油。SN64井在2 314.3 m进入基底,钻遇泥晶灰岩223 m(未穿),录井获5层气显示,测井解释为含气致密层—差气层,常规试油获得少量天然气流,压裂后获轻质原油。基底潜山获得上述发现,展示了潜山领域良好的勘探前景,是未来勘探的又一新目标。

4 结论

1)松辽盆地南部地区发育多个富油气断陷和凹陷,发育断陷层和坳陷层2套含油气系统。

2)断陷层油气地质条件好。油气藏主要受有

效火山岩储层和有效低孔渗碎屑岩储层发育情况控制,与构造复合分别形成火山岩储层构造油气藏和低渗透砂岩储层构造油气藏。

3)断陷层勘探新领域包括:盆内火山岩油气藏、边坡地层不整合油气藏、陡坡岩性体油气藏、基底潜山变质岩油气藏。

参考文献:

- [1] 秦伟军,刘超英,谈风其,等. 松辽盆地长岭断陷火山岩相与天然气成藏关系[J]. 石油实验地质,2008,30(4):328—331.
- [2] 周卓明,王再锋,伍泓. 松辽盆地长岭断陷层烃源岩地球化学特征研究[J]. 石油实验地质,2009,31(6):608—612.
- [3] 周荔青,金之钧. 松辽盆地无机成因气藏形成分布特征及勘探方向[J]. 石油实验地质,2009,31(1):12—18.
- [4] 周荔青,雷一心. 松辽盆地断陷层系大、中型油气田形成条件及勘探方向[J]. 石油与天然气地质,2006,27(6):820—826,840.
- [5] 吴群,周荔青. 松辽盆地长岭断陷东部大中型火山岩(油)气田形成分布特征[J]. 石油实验地质,2009,31(1):12—18.
- [6] 张玉明,李明,李瑞磊. 松辽盆地南部深层系天然气成藏规律[J]. 石油与天然气地质,2006,27(6):841—848.
- [7] 李春光. 试论松辽盆地深层油气藏分布与形成[J]. 油气地质与采收率,2004,11(3):31—33.
- [8] 刘成林,金惠,高嘉玉,等. 松辽盆地深层天然气成藏研究[J]. 油气地质与采收率,2009,16(1):1—4.
- [9] 邓玉胜,王蕴,朱桂生,等. 松辽盆地南部长岭断陷火成岩特征及其对油气藏的控制[J]. 中国石油勘探,2003,8(3):31—37.
- [10] 王启军,陈建渝. 油气地球化学[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1988:179—199.
- [11] 綦敦科,齐景顺,王革. 徐家围子地区火山岩储层特征研究[J]. 特种油气藏,2002,9(4):30—45.
- [12] 陆建林,张玉明,徐宏节,等. 松辽盆地长岭断陷火山岩储层形成特征研究[J]. 石油实验地质,2009,31(5):441—448.
- [13] 王璞珺,陈树民,刘万洙,等. 松辽盆地火山岩相与火山岩储层的关系[J]. 石油与天然气地质,2003,24(1):18—27.
- [14] 邵正奎,孟宪禄,王洪艳,等. 松辽盆地火山岩地震反射特征及其分布规律[J]. 长春科技大学学报,1999,29(1):33—36.
- [15] 邱春光,王璞珺,门广田,等. 松辽盆地徐家围子断陷火山岩亚相和亚相的测井识别[J]. 吉林大学学报(地球科学版),2003,33(专辑V):123—127.

(编辑 黄娟)