

文章编号: 0253-9985(2006)06-0820-07

松辽盆地断陷层系大、中型油气田 形成条件及勘探方向

周荔青, 雷一心

(中国石油化工股份有限公司 华东分公司, 江苏 南京 210011)

摘要: 松辽盆地断陷层系大、中型油气田主要分布于贯穿松辽盆地中央区域的北北东向孙吴-双辽岩石圈断裂两侧的深断陷之中。这些深断陷具有良好的成油气地质条件: 1) 断陷持续快速沉降, 且周边断陷阻隔了盆缘大型物源, 使之发育继承性大型深水、半深水湖泊, 形成巨厚烃源岩系; 2) 在早-中燕山期的强烈走滑拉张时期, 发生强烈走滑拉分作用, 引发盆地火山活动及快速深陷, 发育深水、半深水湖相泥岩夹火山岩、碎屑岩建造, 由此形成火山岩、砂岩两类储集体; 3) 在断陷形成后, 仍继承性快速沉降, 披覆拗陷层系多套具有异常压力的巨厚湖相泥、页岩系, 使断陷烃源岩持续热演化生烃, 并使断陷具有良好的天然气封盖条件; 4) 后期稳定沉降, 未发生强烈抬升, 区域盖层保存良好, 从而具有良好的气藏保存条件; 5) 基底深断裂在晚白垩世活动性明显减弱, 对天然气藏的破坏明显减小。主要深断陷油气聚集规律研究表明, 大、中型油气田分布在箕状深断陷生烃中心周缘发育的缓坡坡折带、坡垒带及陡坡坡折带上的一批近东西向继承性鼻状隆起构造与地层超覆尖灭、岩性复合圈闭之中, 其中两个深断陷之间的隆起带是大油气田最有利的分布区域。

关键词: 断陷层系; 油气富集带; 大、中型油气田; 勘探方向; 松辽盆地

中图分类号: TE112.3 文献标识码: A

Formation conditions for middle and large oil/gas fields in rift sequences of Songliao basin and their future exploration targets

Zhou Liqing Lei Yixin

(East China Company, Sinopec Nanjing, Jiangsu 210011)

Abstract Middle and large oil/gas fields are largely distributed in the deep fault depressions along the two sides of NNE Sunwu-shuangliao lithosphere fault crossing the central part of Songliao basin. These fault depressions have favorable geological conditions for hydrocarbon reservoiring. First, very thick source rocks were deposited in the inherited large abyssal-hypabyssal lakes caused by constant and quick subsidence of the fault depression and the surrounding depressions' blockade of the large proveniences on basin edge. Secondly, two types of reservoir rocks-volcanics and sandstone-were formed when a severe strike slip extensional movement happened in early-middle Yanshan period and caused the development of lacustrine facies mudstone with volcanic rocks and detrital rocks interbedded. Thirdly, after the formation of fault depression, the continuous quick subsidence, together with the lacustrine facies mudstone and shale sequences with abnormal pressure in drape depression, forced the source rocks go through thermal evolution and hydrocarbon generation and shaped the cap rocks into favorable sealing material for natural gas in the depressions. Fourthly, as the depressions experienced stable subsidence with no severe lifting in the later period, well-preserved regional cap rocks provide favorable preservation condition for gas reservoirs. Finally, much less activities of basal deep faults in the Late Cretaceous induced less destruction

收稿日期: 2006-09-27

第一作者简介: 周荔青 (1964-), 男, 教授级高级工程师、博士, 含油气盆地分析及勘探规划部署

to the gas reservoirs. A study on the accumulation pattern in deep fault depressions shows that middle and large oil/gas fields are mainly distributed in the inherited latitudinally trending nose-like structure, stratigraphic overlapping pinch out traps and complex lithological traps, among them the uplift zone between two deep fault depressions is where the largest oil/gas fields are distributed.

Key words fault depressions; hydrocarbon enrichment zone; middle-and large-scale oil/gas fields; exploration target; Songliao basin

松辽盆地是一个中生代断拗叠合型盆地(图 1), 陆相中生界沉积岩最大厚度达到 8 000~10 000 m^[1]。其中断陷层系沉积建造的分布受“多凸多凹”的强分割性断陷构造格局控制, 接受了中-下侏罗统大庆群($J_{2-3}d$)和上侏罗统一下白垩统火石岭组(J_3x)、沙河子组(K_1sh)、营城组(K_{1yc})、登娄库组(K_1d)的沉积, 最大厚度达到 5 000~7 000 m, 以陆相碎屑岩、火山岩、火山碎屑岩为主; 其上披覆的拗陷层系最大厚度达到 3 000~4 000 m, 包括上白垩统的泉头组(K_2q)和青山口组(K_{2qm})、姚家组(K_2y)、嫩江组(K_2n)等, 以河湖相沉积建造为主。构成了松辽盆地断陷、拗陷层系两大超含油气系统^[1, 2]。

经过三十余年的勘探, 在松辽盆地深部发育的三十多个断陷中, 已有十多个断陷获得了工业天然气突破^[1]。近年来, 随着勘探工艺技术的进步, 松辽盆地断陷层系天然气勘探取得了一系列重大进展, 继在徐家围子断陷发现兴城、升平、汪家屯等一批大、中型天然气田(天然气探明储量达到 $10 \times 10^{10} \text{ m}^3$)^[2, 3]之后, 在长岭断陷又发现了腰英台、长岭等预计地质储量达 $2 \times 10^{10} \sim 6 \times 10^{10} \text{ m}^3$ 的大、中型天然气田^[4]。显然, 深入研究这些大、中型油气田的成藏条件, 预测该区大、中型

油气田的形成和分布规律, 对加快该区油气的发现有着极为重要的意义。

1 中央区域深断陷的地质条件

1.1 深大断裂控制了中央区域深断陷的形成与分布

燕山早-中期, 古太平洋板块对中国东北地区强烈斜向俯冲, 使中国东北地区发生强烈的弧后走滑伸展构造作用, 在松辽地区发育了嫩江、孙吴-双辽、哈尔滨-四平、北北东向深断裂, 由这些深大断裂控制形成了西、中、东部 3 个断陷区(图 2)。其中, 贯穿于松辽盆地中央区域的孙吴-双辽岩石圈断裂构造活动性最强, 其周边发育了长岭、徐家围子、乾安、十屋、常家围子、古龙等深断陷。这些断陷规模大、沉降幅度大, 断陷沉积建造厚度达 4 000~7 000 m, 普遍发育水下扇-扇三角洲-深湖、半深湖相沉积体系, 深断陷区湖相泥岩十分发育。由于深大断裂的活动性强, 与其伴生的火山活动期次多、规模大、分布广, 火山岩石类型从基性岩到酸性岩类、从钙碱性系列到超碱性岩类^[5]。

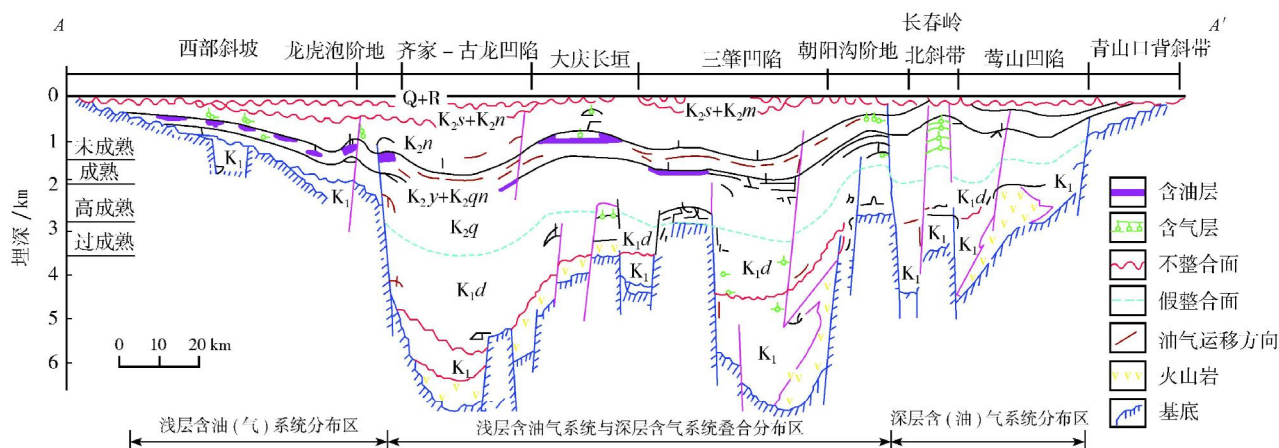


图 1 松辽盆地构造横剖面图^[1]

Fig. 1 Structural section of Songliao basin

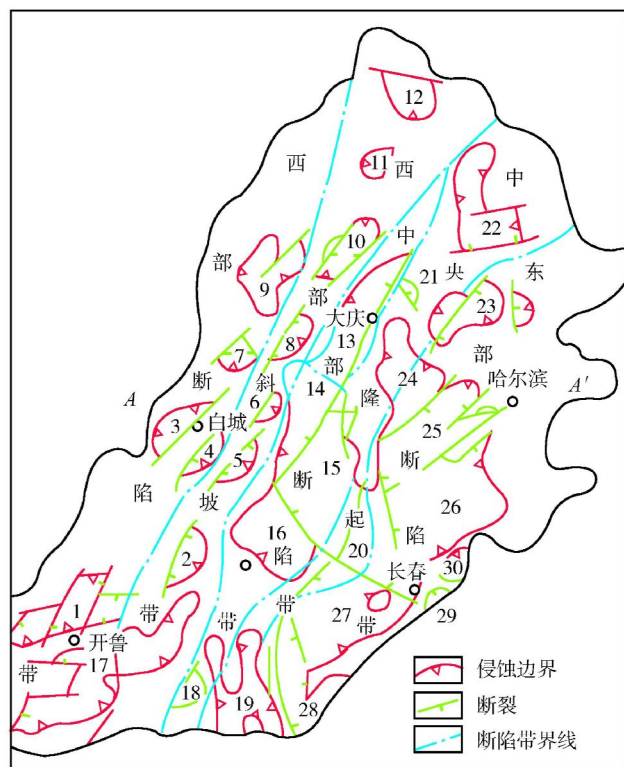


图 2 松辽盆地晚侏罗世—早白垩世断陷分布^[11]

Fig. 2 Distribution of the Late Jurassic-Early Cretaceous fault depressions in Songliao basin

1 陆家堡; 2 通榆; 3 白城; 4 白城东; 5 平安镇; 6 安广; 7 秦东; 8 敖古拉; 9 齐齐哈尔; 10 乌裕尔—林甸; 11 依安北; 12 讷河东; 13 常家围子; 14 古龙; 15 乾安—两家子; 16 长岭; 17 哲中; 18 甘旗卡; 19 金宝屯—康平; 20 伏龙泉; 21 中和; 22 北安—拜泉; 23 绥化—青冈; 24 徐家围子; 25 莺山; 26 德惠—榆树; 27 梨树—十屋; 28 昌图; 29 羊草沟; 30 营城子

1.2 发育体积巨大的湖相烃源岩

1.2.1 深大断陷有利于形成品质较优的湖相烃源岩

松辽地区的早—中燕山期走滑拉分裂陷盆地具有“多凸多凹”的特点, 分割性强, 发育多物源系, 碎屑快速补偿, 只有在发生强烈拉张、沉降速率大、物源补偿速度低的区带才能形成较大范围的深水环境。由于处于拉张活动中心, 中央区域发育大量深大断陷, 面积达 $1\,500\text{ km}^2$ 以上的深断陷就有长岭、徐家围子、十屋、古龙、乾安等断陷, 具有发育大范围深水湖泊的有利条件^[6~8]。在大型深断陷中, 边缘地区粗碎屑建造较发育, 湖相暗色泥岩累计厚度只有 $50\sim 200\text{ m}$, 断陷中心区的深水湖泊仍可达到 $200\sim 600\text{ km}^2$, 其暗色泥岩累计厚度可达到 $500\sim 1\,500\text{ m}$ 。

1.2.2 盆地中部区域的低陆源补偿有利于发育湖相优质烃源岩

处于中部区域的断陷, 由于周边发育边缘断陷, 对盆地边缘高山峻岭上发育的物源起阻隔作用, 以发育盆地内部凸起带上的中、小型物源系为主, 陆源碎屑补偿速度明显低于盆地边缘断陷, 从而使得该区带深水、半深水欠补偿沉积比较发育, 发育较厚、分布稳定的湖相优质烃源岩。而边缘断陷的陆源碎屑充填速度明显高于中央区域, 这使其以过补偿粗碎屑建造为主, 半深水、深水湖相沉积建造分布范围小、厚度薄。

1.3 发育多套油气成藏组合

1.3.1 多旋回拉张构造作用下形成多个油气成藏组合

在多旋回拉张构造作用下, 深断陷中往往都形成了多旋回沉积组合。强烈拉张构造作用期, 发育高水位体系域巨厚湖相泥岩; 在拉张作用停滞期, 发育低水位体系域碎屑岩储集体。由此, 由多套厚层湖相泥岩分隔, 形成多个油气成藏组合。在每套厚层湖相泥岩之下, 都发育碎屑岩—火山岩疏导体系, 构成一个成藏系统。

1.3.2 发育多类储集体

松辽盆地发育裂缝性火山岩、碎屑岩、变质基岩等 3 类储层。断陷层系碎屑岩储集层普遍经历了强烈的成岩后生作用, 在 $2\,000\text{ m}$ 以下储层一般都达到了晚成岩作用 B 期, 以特低渗为主, 有效孔隙度仅 $5\%\sim 10\%$, 其主要储集空间包括原生孔隙、溶蚀孔隙及构造裂缝。火山岩储集体是断陷层系最重要、最好的储集层, 其储集空间包括孔隙、裂隙和孔隙—裂隙型^[9~12]。储集空间主要有以下成因: 1) 火山岩喷出与侵入期的热收缩作用形成多组垂直和水平收缩缝; 2) 走滑伸展构造作用下形成了构造成因裂缝系统; 3) 不同类型的原生、次生孔隙, 如火山岩气孔、晶间孔隙、溶蚀孔隙及火山凝灰岩的原生孔隙等。在各种类型的火山岩中, 以流纹岩及流纹质凝灰岩中原生、次生孔隙最为发育, 是最优质的孔隙型或双孔介质型储层^[10~11]。

白垩纪末期以来, 东北地区区域构造应力场

发生变化,在前陆反转构造作用下,松辽盆地发生较强的挤压和走滑构造作用,形成大量晚期的构造改造缝,构成了良好的裂缝网络系统。比较而言,火山岩的裂缝密度大、缝宽连通性好,其裂缝发育程度受早期裂缝、岩石力学性质差异、后期挤压及走滑构造作用强度的控制^[9-10];碎屑岩的成岩后生作用强,有效孔隙空间小,且由于岩石的挤压、抗剪强度高,使后期构造改造缝的密度小、缝窄、连通性差,储集性能较差。

1.3.3 两种成藏组合类型的特征

松辽盆地断陷层系发育火山岩-泥岩与砂岩-泥岩两类成藏组合,两类成藏组合的气藏存在明显的差别。火山岩-泥岩成藏组合内一般发育主力大气藏,气藏规模较大,气柱高度可达 300 m,气层厚度一般可达 100~300 m。该类气藏大多呈块状,具有比较活跃的底水;储层的岩石类型有流纹岩、安山岩、玄武岩以及相应的火山角砾岩、火山凝灰岩及侵入岩体,流纹岩及流纹质凝灰岩为最好的储层。该类气藏一般都具有较高的自然产能;储集空间类型一般以裂缝及裂缝-气孔、溶蚀孔、重结晶孔为主。由于火山岩岩石类型及岩相带的差异及多期次挤压、剪切构造作用的差异性,使得火山岩储集体内储集空间发育程度存在明显差异,既有以裂缝-孔隙为主要储集空间的优质双孔介质型火山岩储集体,又有以裂缝为主要储集空间的裂隙性火山岩。

砂岩-泥岩成藏组合一般分布于主力大气藏上方或边缘,在远离主力大气藏的部位不发育,一般与主力大气藏之间有小断裂沟通。该类气藏规模较小,厚度较薄,一般仅 5~20 m;储集空间以孔隙-微裂隙为主;产能较低,一般为次要气藏。

1.4 具有有利的油气保存条件

1.4.1 生烃中心持续生烃有利于形成大、中型油气田

盆地中部区域深断陷的沉积建造厚度一般达到 3 000~6 000 m。主力烃源岩沙河子组二段、营城组二段在登娄库组沉积时,埋深一般达到 1 500~3 000 m,进入低成熟-成熟演化阶段,仅局部深断陷进入高成熟演化期。在接受泉头组-嫩江组沉积后,披盖层系达到 3 000~4 000 m,主力烃源岩

埋深普遍达到 3 500~6 000 m,进入高成熟演化期,生成物以干气为主。由于中部区域处于持续深埋状态,因此烃源岩不断进入更高的热演化状态,使生烃中心持续供给油气,天然气供给量远远大于气藏扩散量,保证了天然气藏气源供给与扩散、渗滤损耗的动态平衡。同时,在深断陷区形成物以天然气为主,大大增强了烃类物质的运移活性。

1.4.2 后期巨厚的细粒沉积建造能够有效地阻止天然气的扩散、渗滤

燕山早-中期的松辽断陷群,在燕山晚期演化为坳陷型盆地,广泛发育大型河流-三角洲-半深湖、深湖沉积体系。盆地中部区域较长时期发育半深水、深水湖泊,发育泉头组二段、四段、青山口组、姚家组二、三段和嫩江组等多套厚层泥岩盖层,单层厚度大于 100 m 的泥岩就有 10 套以上,且普遍具有较高的异常压力。而盆地的边缘区带,发育大型河流-三角洲沉积体系,发育巨厚的砂泥岩频繁互层,单层厚度达 50~150 m 的泥岩很少,尤其是直接封盖在断陷层系之上的登娄库组和泉头组。在盆地边缘区带以粗碎屑建造为主,泥岩极不发育,砂泥比达 1:1~2:1,砂岩、砂砾岩占绝对优势,对深部天然气藏的封盖能力很差。

1.4.3 后期走滑断裂系一般未切破气藏盖层

在松辽盆地,自晚白垩世进入坳陷演化期以来,仅发育断距 20~200 m 的小断层。盆地中部地区的上白垩统披盖层的断层断距仅 20~50 m,个别达到 100 m,且主要发育盖层断裂,断裂一般未切入断陷层系;而盆地边缘地区上白垩统披盖层的断距一般达 20~200 m,有许多断层规模达到 100~150 m。由于区域盖层厚度及后期断层规模的差异,使各区气藏遭受断裂破坏的程度存在明显差异,中部区域断陷的天然气保存条件明显优于边缘断陷区。

1.4.4 区域盖层保存完整阻止了天然气的严重逸散

由于天然气具有极强的运移活性,因此区域盖层条件对天然气藏的保存起至关重要的控制作用。松辽盆地经历过比较复杂的构造演化历史,

各区带构造演化历史的不同使各区带天然气保存条件存在显著差异。松辽盆地中、西部区域处于继承性沉降区,晚白垩世后期的反转挤压隆升作用较弱,上覆沉积建造基本未遭受剥蚀,而且还接受了明水组、四方台组、大安组、依安组等沉积建造;而盆地东部广大地区则在晚白垩世末期以来遭受强烈的挤压隆升构造作用,上覆披盖层系隆升剥蚀量达到 1 000~2 000 m,部分地区泉头组已被剥蚀殆尽。这种构造演化史差异使得各地区的天然气保存条件存在明显差异,中部地区断陷的天然气保存条件明显优于东部断陷区。

1.4.5 后期继承性沉降阻止了该区储层的严重致密化

区块的后期构造演化对储层的成岩后生作用也产生重要影响。松辽盆地中、西部区域的断陷,后期继承性沉降,储层成岩后生胶结尽管较严重,但因成岩流体环境变化较小,砂岩孔隙度仍保持在 7%~10%,一般都保持有正常压力系统或呈略超压,如长岭凹陷腰深 1 井揭示的营城组上部火山岩气藏地层压力系数达到 1.06~1.20。而在后

期强烈隆升剥蚀区,储层成岩流体环境发生重大改变,储层严重致密化,砂岩基质孔隙度平均仅 5%~10%,且由于天然气的扩散、渗滤损耗量大,油气源补给不充分,常发育低压油气藏。

2 大、中型油气田的形成和分布特征

2.1 基本特征

经过多年的勘探,已在断陷层系发现 9 个大于 $1\,000 \times 10^4$ t 级的大、中型油气田(表 1),主要分布于沿孙吴-双辽深大断裂展布的徐家围子、长岭及十屋断陷等深断陷之中。其中大于 500×10^8 m³ 的气田两个,分别为兴城气田和腰英台深层气田;其余均为规模在 $1\,000 \sim 2\,000 \times 10^4$ t 当量的油气田。

2.2 形成和分布规律

受区域性张扭应力场控制,在松辽盆地的各个深断陷之中,大、中型油气田的分布既受北北东向走滑断裂控制的断陷构造带控制,又受呈北东东-近东西向展布的走滑挤压隆起构造带控

表 1 松辽盆地断陷层系主要大、中型油气田要素

Table 1 Statistics of the major middle and large oilfields in the fault depressions in Songliao basin

断陷	(油)气田	区带位置	气藏层位	已探明+控制 叠合盆地含油 气面积/km ²	已探明+控制储量 (截止 2005 年底)/ (10 ⁸ m ³)
徐家围子断陷	兴城气田	徐中断隆带 徐家围子与安达断陷间 宋站隆起带倾没端	K ₁ yc ¹ , K ₁ yc ⁴	96.26	774.00
	升平气田	中央断隆带 徐家围子与安达断陷间 宋站隆起带	K ₁ yc ³ , J ₃ h	39.25	190.67
	汪家屯气田	徐中断隆带 徐家围子与安达断陷间 宋站隆起带	K ₁ q ¹ , K ₁ d, K ₁ yc ³	37.77	106.27
	昌五气田	陡坡坡折带 大型鼻状隆起带	K ₁ d, K ₁ yc	烃类气: 101.57 CO ₂ : 13.60	151.39 65.18
十屋断陷	孤-后-八气田	缓坡坡垒带、背斜构造带	K ₁ q, K ₁ d, K ₁ yc	23.70	105.00
	四一家油气田	缓坡外缘坡垒带 中央背斜构造带	K ₁ q, K ₁ d, K ₁ yc ¹⁺²	油: 10.20 气: 10.60	1 271.00(10 ⁴ t) 25.33
	秦家屯油气田	缓坡外缘坡垒带 西南部背斜构造带	K ₁ q ¹⁺² , K ₁ d	油: 6.40 气: 2.10	957(10 ⁴ t) 24.63
长岭断陷	腰英台深层气田	缓坡坡垒带 长岭与乾安断陷之间 老英台隆起带	K ₁ q, K ₁ d, K ₁ yc	59.00	620.00
	长岭油气田	缓坡坡折带 长岭断陷南部大型鼻状隆起带	K ₁ q, K ₁ yc ³ , J ₃ h	油: 17.70 气: 8.30	613.00(10 ⁴ t) 61.68

制^[13]。由于走滑断裂构造活动的不均衡性,区内以发育箕状断陷为主,受二、三级基底断裂控制其内划分为走滑断裂带、深凹带、坡垒带或坡折带、凸起带。呈北东东-近东西向展布的走滑挤压隆起构造带,按照其处于箕状断陷的部位而分为断陷间隆起带和断陷内部隆起带,前者规模远大于后者。勘探实践证明,紧邻深凹的坡垒带和缓坡坡折带、陡坡坡折带上的洼陷间隆起和断陷内部大型继承性鼻状隆起构造是主要油气富集带。

3 勘探方向

由于油气成藏条件较复杂,纵向上多层系及油气藏类型的非常规性,加之埋藏较深,对勘探技术要求高。但勘探工作起步较晚,对油气田的认知还有较大的差距。预计随着开展针对性的勘探工作,还将发现一批大、中型气田,已发现的一批油气田的规模及油气资源丰度也将明显增加。因此,勘探工作应重点围绕以下大、中型油气田形成的有利区带展开。

3.1 深断陷间隆起带上的火成岩-断鼻构造复合圈闭

两个深断陷之间的隆起带长期捕获两个深凹的油气,同时普遍沿基底断裂发育较厚的火山岩储层,并发育一批火山岩与鼻状隆起复合圈闭,具有形成大、中型气田的有利条件。近年来,徐家围子断陷与安达断陷之间的宋站隆起带上的升平、汪家屯气田不断发现新的含气断块,气田储量不断增加。

长岭与乾安深断陷之间的老英台隆起带、徐家围子与安达断陷之间的宋站隆起带都是近期该类型天然气藏的主要扩储阵地。在该区带的勘探中,要重点识别出受基底断裂控制的火山岩-断鼻和登娄库组、营城组超覆尖灭复合圈闭体,全层系开展立体勘探。

3.2 深断陷缓坡坡垒带

3.2.1 缓坡坡垒带的沙河子组、火石岭组深部原生油气组合

在许多深断陷的缓坡坡垒带上,由于断陷原生实体埋深很大,以往勘探工作主要局限于浅层,

因此还有很大的勘探潜力。以十屋断陷缓坡内侧坡垒带的孤-后-八气田为例,尽管已打了百余口勘探开发井,但目前仅有 1~2 口探井评价到火石岭组、沙河子组深部组合。该区带由于发育沙河子组巨厚泥岩段,形成了深部的流体封存系统,可以有效阻止晚期抬升剥蚀。对气藏的破坏,十分有利于形成深部原生含油气组合。且该带处于沙河子组、火石岭组有利相带,发育大量岩性上倾尖灭油气藏,因此是寻找深层大、中型油气田的十分有利区带。近期钻探的梨深 1 井,在 4 000 余米之下的沙河子组、火石岭组发现了大套碎屑岩气层,含气井段达 1 000 多米,含气层厚度达 200 多米,且气藏的压力系数可达到 1.3~1.4,充分展示了该区带深部组合的良好前景。同样,在长岭及徐家围子断陷也都发育有缓坡断垒带的深部原生油气组合,都具有良好的勘探前景。

3.2.2 缓坡坡垒带的火山岩-鼻状隆起复合圈闭

在深断陷缓坡坡垒带,以徐家围子断陷徐中断隆带及长岭断陷达尔罕断垒带大、中型气田成藏模式为指导,进一步展开勘探,有望发现更多大、中型油气田。近年来,大庆油田在徐中断隆带不断探索新的构造-火山岩-地层超覆尖灭复合圈闭,不断发现新的含油气断块。长岭断陷东侧的达尔罕断垒带也具有相似的成藏条件,在近期已发现腰英台深层气田的基础上,尽快探索该断垒带上其他的构造-火山岩复合圈闭,如腰南、达尔罕等构造-火山岩复合圈闭,有望不断取得新发现。同时,长岭、徐家围子等断陷还发育有其他近烃源的、火山岩十分发育的缓坡断垒构造带,均具有良好的油气勘探前景。

3.2.3 中央断垒带边缘的火山侵入岩体侧向遮挡大型圈闭

在中央断垒带常发育规模巨大的柱状侵入岩体。由于在许多部分侵入岩体具有良好的封堵性,侵入岩体刺穿后作为侧向封堵层,形成沙河子组、营城组、火石岭组侵入岩体遮挡圈闭。这部分圈闭一方面靠近生烃中心,有充裕的烃源条件,另一方面作为侵入岩体通道的断裂作用也使之能获得良好的侧向封堵条件,从而形成有利的天然气聚集带。因此,在近源的缓坡断垒带中应识别此类圈闭进行勘探评价。

3.3 深断陷陡坡坡折带上的鼻状隆起—地层超覆尖灭构造圈闭

徐家围子断陷的徐西陡坡坡折带已发现的昌德气田属此类的典型代表,近年来围绕该区带勘探上不断取得新发现,昌德气田储量也明显增长。长岭断陷西斜坡陡坡折带的苏公坨、北镇等鼻状隆起构造具有与昌德气田相似的成藏条件,东侧的长岭深凹向该带有较大的汇烃单元,烃源汇聚条件好,整个构造带的火石岭组、沙河子组通过盆倾断层与侧向的基底接触,从而整体具有良好的侧向封堵条件。按照昌德气田的勘探经验,在该区带要注意勘探地层超覆尖灭、火山岩岩体及基岩型气藏。同时,要注意搞好浅、中、深层系的立体勘探。

3.4 深断陷缓坡坡折带上的大型鼻状构造—地层超覆尖灭—火山岩复合圈闭

长岭断陷东部的东岭鼻状隆起构造已发现多个断块,其气藏层位跨度大,经进一步勘探有望形成不同层系、不同断块大范围叠合连片的气田。长岭东部斜坡坡折带的前进—流水—双坨子鼻状隆起构造带也是长岭断陷最具大、中型油气田潜力的目标之一,有可能形成浅、中、深多种类型大面积叠合连片的气田。其浅部发育的次生气藏预示了其深部原生油气藏的勘探潜力。同时,徐家围子断陷、十屋断陷的东部斜坡带均发育有缓坡坡折带,也应是今后注意的勘探目标。

参 考 文 献

- 高瑞祺,蔡希源. 松辽盆地油气田形成条件与分布规律 [M]. 北京:石油工业出版社, 1997. 20~ 32, 74~ 88
Gao Ruiqi Cai Xiyuan The regularity of distribution and formation of the oil & gas fields in Songliao basin [M]. Beijing Petroleum Industrial Publication, 1997. 20~ 32, 74~ 88
- 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~ 34
Li Chunguang Discussion on the distribution and formation of the deep seated oil gas reservoir in Songliao basin [J]. Petroleum Geology and Recovery Efficiency, 2004, 11(3): 31~ 34
- 王璞珺, 陈树民. 松辽盆地断陷期层序地层特征与含油气性——以徐家围子断陷为例 [A]. 见: 蔡希源, 郑和荣, 编. 陆相盆地高精度层序地层学——隐蔽油气藏勘探基础、方法与实践 [C]. 北京:地质出版社, 2004. 225~ 236
Wang Pujun Chen Shumin Sequence stratigraphic characteristics in faulting periods and its oil & gas prospects in Songliao basin taking Xujiaweizi fault sag for example [A]. In Cai Xiyuan Zheng Herong eds Terrestrial high-resolution sequence stratigraphy—the exploration basins methods and practice of subtle reservoirs [C]. Beijing Geological Publishing House, 2004. 225~ 236
- 任延广, 朱德丰, 万传彪, 等. 松辽盆地北部深层地质特征与天然气勘探方向 [J]. 中国石油勘探, 2004, 9(4): 12~ 23
Ren Yanguang Zhu Defeng Wan Chuanbiao et al Geological characteristics of deep layers in northern part of Songliao basin and orientation for natural gas exploration [J]. China Petroleum Exploration, 2004, 9(4): 12~ 23
- 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
Deng Yusheng Wang Yun Zhu Guisheng et al The feature of igneous rock and its controlling on reservoir in the Changling fault depression of the south of Songliao basin [J]. China Petroleum Exploration, 2003, 8(3): 31~ 37
- 殷进垠, 刘和甫, 迟海江. 松辽盆地徐家围子断陷构造演化 [J]. 石油学报, 2002, 23(2): 26~ 30
Yin Jinyin Liu Hefu Chi Haijiang Evolution and gas accumulation of Xujiaweizi depression in Songliao basin [J]. Acta Petrolei Sinica, 2002, 23(2): 26~ 30
- 田春志, 辛仁臣, 李慧勇. 松辽盆地北部西部断陷沙河子组沉积特征 [J]. 大庆石油学院学报, 2002, 26(2): 1~ 5
Tian Chunzhi Xin Renchen Li Huiyong Research on depositional characteristics of Shahezi formation in Western Fault Depression of North Songliao basin [J]. Journal of Daqing Petroleum Institute, 2002, 26(2): 1~ 5
- 何兴华. 松南下白垩统天然气成藏主控因素与成藏规律 [J]. 石油与天然气地质, 2004, 25(1): 75~ 80
He Xinghua An analysis of main control factors and accumulation patterns of gas reservoirs in Lower Cretaceous in southern Songliao basin [J]. Oil & Gas Geology, 2004, 25(1): 75~ 80
- 程日辉, 王璞珺, 刘万洙, 等. 徐家围子断陷火山岩充填的层序地层学 [J]. 吉林大学学报 (地球科学版), 2005, 35(4): 469~ 474
Cheng Rihui Wang Pujun Liu Wanzhu et al Sequence stratigraphy with fills of volcanic rocks in Xujiaweizi faulted depression of Songliao basin, Northeast China [J]. Journal of Jilin University (Earth Science Edition), 2005, 35(4): 469~ 474
- 刘为付. 松辽盆地徐家围子断陷深层火山岩储层特征及有利区预测 [J]. 石油与天然气地质, 2004, 25(1): 115~ 119
Liu Weifu Reservoir characteristics of deep volcanic rocks and prediction of favorable areas in Xujiaweizi fault depression in Songliao basin [J]. Oil & Gas Geology, 2004, 25(1): 115~ 119
- 刘为付, 朱筱敏. 松辽盆地徐家围子断陷营城组火山岩储集空间演化 [J]. 石油实验地质, 2005, 27(1): 44~ 50
Liu Weifu Zhu Xiaomin Reservoir space evolution of volcanic rocks in the Yingcheng formation of the Xujiaweizi fault depression, the Songliao basin [J]. Petroleum Geology & Experiment, 2005, 27(1): 44~ 50

(下转第 840 页)

- ence Northern Jiangsu [J]. Geological Journal of China Universities 2001, 7(4): 408–418
- 5 陈安定. 苏北第三系盆地、断裂、圈闭形成的力学机制 [J]. 小型油气藏, 2003, 8(1): 1–5
Chen Anding Mechanism of the basin, fracture and trap formation of Tertiary in Subei basin [J]. Small Hydrocarbon Reservoirs 2003, 8(1): 1–5
- 6 陈安定. 苏北盆地第三系烃源岩排烃范围及油气运移边界 [J]. 石油与天然气地质, 2006, 27(5): 630–636
Chen Anding Range of hydrocarbon expulsion from the Tertiary source rocks and hydrocarbon migration boundary in Subei basin [J]. Oil & Gas Geology, 2006, 27(5): 630–636
- 7 张喜林, 朱筱敏, 钟大康, 等. 苏北盆地高邮凹陷第三系—上白垩统层序地层格架特征 [J]. 沉积学报, 2004, 22(3): 393–399
Zhang Xilin, Zhu Xiaomin, Zhong Dakang et al The character of sequence framework of Tertiary and Upper Cretaceous in Gaoyou sag Subei basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica 2004, 22(3): 393–399
- 8 陈安定. 苏北第三系成熟演化指标与深度关系的 3 种模式 [J]. 石油实验地质, 2003, 25(1): 58–63
Chen Anding Three models of relationship between the maturity indexes and the depth in the northern Jiangsu Tertiary basin [J]. Petroleum Geology & Experiment 2003, 25(1): 58–63
- 9 张金亮, 刘宝琚, 毛凤鸣, 等. 苏北盆地高邮凹陷北斜坡阜宁组成岩作用及储层特征 [J]. 石油学报, 2003, 24(2): 43–49
Zhang Jinliang Liu Baoju Mao Fengning et al Clastic diagenesis and reservoir characteristics of Funing formation, north slope of Gaoyou depression, Subei basin [J]. Acta Petrolei Sinica 2003, 24(2): 43–49
- 10 刘世丽, 陈平. 金湖凹陷西斜坡油气运移特征及成藏模式 [J]. 小型油气藏, 2001, 6(1): 13–15
Liu Shili, Cheng Ping Oil and gas migration characteristics and reservoir formation mode in west slope of Jinghu sag [J]. Small Hydrocarbon Reservoir 2001, 6(1): 13–15
- 11 邱旭明. 苏北盆地断块圈闭分类及油气成藏特征 [J]. 石油与天然气地质, 2003, 24(4): 371–374
Qiu Xuming Classification of fault-block traps and characteristics of petroleum reservoiring in Subei basin [J]. Oil & Gas Geology, 2003, 24(4): 371–374
- 12 邱旭明. 扭动作用在苏北盆地构造体系中的表现及其意义 [J]. 江汉石油学院学报, 2002, 24(2): 5–7
Qiu Xuming Representation of torsional action in tectonic system of Subei basin and its significance [J]. Journal of Jianghan Petroleum Institute 2002, 24(2): 5–7
- 13 毛凤鸣, 戴靖. 复杂小断块石油勘探开发技术 [M]. 北京: 中国石化出版社, 2005, 194–380
Mao Fengning Dai Jing Oil exploration techniques of complex small fault block [M]. Beijing: China Petrochemical Press, 2005, 194–380

(编辑 李 军)

(上接第 819 页)

- 10 Gersztenkom Adam, Marfaut K J Eigenstructure-based coherence computations as an aid to 3-D structural and stratigraphic mapping [J]. Geophysics 1999, 64(5): 1468–1479
- 11 秦伟军, 林社卿, 程哲, 等. 南襄盆地泌阳凹陷油气成藏作用及成藏模式 [J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(5): 136–141
Qin Weijun Lin Sheqing Cheng Zhe et al Hydrocarbon accumulation and reservoiring pattern in Biyang depression, Nanxiang basin [J]. Oil & Gas Geology, 2005, 26(5): 136–141
- 12 于翠玲, 曾溅辉. 断层幕式活动期和间歇期流体运移与油气成藏特征 [J]. 石油实验地质, 2005, 27(2): 129–133
Yu Cuiling Zeng Jianhui Features of fluid migration and hydrocarbon accumulation in the active and intermittent stages of fault episodic activities [J]. Petroleum Geology & Experiment 2005, 27(2): 129–133
- 13 钱基. 关于中国油气资源潜力的几个问题 [J]. 石油与天然气地质, 2004, 25(4): 13–19
Qian Ji Some issues on China's petroleum resource potential [J]. Oil & Gas Geology, 2004, 25(4): 13–19
- 14 周庆凡. 关于油气资源探明程度的探讨 [J]. 石油与天然气地质, 2003, 24(4): 9–13
Zhou Qingfan Discussion on discovery degree of petroleum resources [J]. Oil & Gas Geology, 2003, 24(4): 9–13

(编辑 武新民)

(上接第 826 页)

- 12 程日辉, 王璞琚, 刘万洙, 等. 徐家围子断陷带对火山岩体和沉积相带的控制 [J]. 石油与天然气地质, 2003, 24(2): 126–130
Cheng Rihui Wang Pujun Liu Wanzhu et al Volcanic massif and sedimentary facies belts controlled by Xujiaweizi fault terrace belt in Songliao basin [J]. Oil & Gas Geology, 2003, 24(2): 126–130
- 13 任延广, 朱德丰, 万传彪. 松辽盆地徐家围子断陷天然气聚集规律与下步勘探方向 [J]. 大庆石油地质与开发, 2004, 23(5): 26–29
Ren Yanguang Zhu Defeng Wan Chuanbiao Natural gas accumulation rule of Xujiaweizi depression in Songliao basin and future exploration target [J]. Petroleum Geology & Oilfield Development in Daqing 2004, 23(5): 26–29

(编辑 李 军)