

文章编号: 1001-6112(2010)03-0205-06

中国东北地区断裂系统及其控藏特征

罗 群

(中国石油大学(北京)盆地与油藏研究中心, 北京 102249)

摘要: 由于所处大地构造单元、应力条件的不同, 中国东北地区存在西部、中部和东部 3 个特征不同的断裂系统, 导致其成盆、成烃和成藏的巨大差异, 控制了西部海一塔盆地、中部松辽盆地、东部佳一伊地堑及周边盆地油气藏的形成与分布。通过剖析和比较海一塔盆地、松辽盆地和佳一伊地堑油气藏分布与断裂关系、断裂活动与油气藏成藏特征, 指出了不同地区油气成藏与富集差异的原因是断裂系统及其控制作用不同, 并提出东北地区下一步油气勘探的部署建议。

关键词: 断裂系统; 油气成藏; 断裂控藏; 东北地区; 中国

中图分类号: TE121.2

文献标识码: A

FAULT SYSTEMS AND CHARACTERISTICS OF THEIR CONTROLLING RESERVOIR FORMATION IN THE NORTHEAST CHINA

Luo Qun

(State Key Laboratory for Basin and Reservoir, China University of Petroleum, Beijing, 102249, China)

Abstract: There are three fault systems with different features; the west, middle and east fault system in the Northeast China according to different tectonic settings and stress fields. This causes a great difference in the basin forming, hydrocarbon accumulating and reservoir forming in different regions. These fault systems control petroleum distribution in different regions of the west, middle and east fault system. By studying and contrasting the relationship between the petroleum accumulation distribution and fault action, this paper points out that different reasons for the petroleum accumulation are caused by fault system characteristics and these controlling factors. This paper also gives us the exploration proposes of Northeast China according to the synthesis analysis.

Key words: fault system; reservoir formation; fault controlling reservoir formation; Northeast China

中国东北地区指阜新以北, 大地构造上包括华北板块以北的额尔古纳—中蒙古地块、松辽地块、布亚列—佳木斯地块和兴凯地块^[1-2], 面积约 $90 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

东北地区是我国重要的石油生产基地, 著名的大庆油田就位于松辽地块的松辽盆地之中, 近年来, 在额尔古纳—中蒙古地块的海拉尔—塔木察格盆地(简称海一塔盆地)油气勘探取得重大突破, 发现了一批油气藏, 成为东北地区继大庆、吉林油田之后重要的接替区; 位于布亚列—佳木斯地块的佳—依地堑中的汤源断陷、方正断陷和岔路河断陷, 已发现吉祥屯、互助村、长春、莫里青等一系列油气藏(田), 表明了佳—依地堑良好的油气勘探前景。另外, 在三江盆地、虎林盆地等其他一些中小

型盆地中也见到丰富的油气显示。以上现象表明, 东北地区油气资源十分丰富, 且与大断裂的展布有密切的关系(图 1), 但不同地区差异很大, 研究其分布和富集规律, 寻找其主控地质因素, 对于进一步深化东北地区油气成藏规律的认识和打开勘探局面有重要意义。

1 东北地区断裂系统特征

1.1 东北地区断裂体系的形成

东北地区断裂体系由西向东包括德尔布干断裂和伊利克德断裂控制的海一塔盆地断裂系统、嫩江断裂和佳依断裂控制的松辽盆地断裂系统和佳—依断裂带与敦密断裂控制的东北东部断裂系统组成, 这 3 个断裂系统是在统一的滨太平洋构造

收稿日期: 2009-11-23; 修订日期: 2010-03-30。

作者简介: 罗 群(1963—), 男, 博士, 副教授, 主要从事盆地构造分析与油气成藏机理研究。E-mail: luoqun2002@263.net。

基金项目: 国家科技重大专项“大陆边缘盆地地球物理勘探关键技术”(2008ZX05030-04-03)资助。

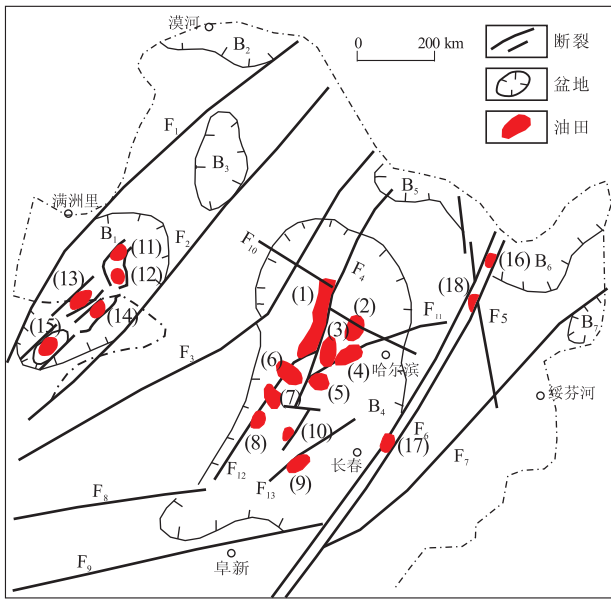


图 1 中国东北地区深断裂与主要盆地及油田(藏)分布

- (1)大庆长垣油田;(2)榆树林油田;(3)荣芳屯油田;(4)朝阳沟油田;(5)扶余油田;(6)新立油田;(7)乾安油田;(8)黑帝庙油田;(9)四家子油田;(10)双坨子油田;(11)苏仁诺尔油田;(12)乌南油田;(13)贝中油田;(14)南贝尔油田;(15)塔南油田;(16)互助村油气藏;(17)长春油气田;(18)方正气藏
- F₁. 德尔布干断裂(Pz—Mz); F₂. 伊利克德断裂(Pz—Mz); F₃. 嫩江断裂(Pz—Mz); F₄. 孙吴—阜新断裂(Pz—Mz); F₅. 牡丹江断裂(Mz—K); F₆. 佳伊断裂(Mz—K); F₇. 敦密断裂(Mz—K); F₈. 西拉木伦断裂; F₉. 华北克拉通北缘断裂; F₁₀. 滨州断裂; F₁₁. 哈尔滨—长春岭断裂; F₁₂. 黑鱼泡—头台断裂; F₁₃. 龙安—四家子断裂
- B₁. 海—塔盆地; B₂. 漠河盆地; B₃. 根河盆地; B₄. 松辽盆地; B₅. 暖琿盆地; B₆. 三江盆地; B₇. 虎林盆地

Fig. 1 Distribution of deep faults and main basins as well as oil fields in the Northeast China

域的构造应力场作用下同时形成的。据譙汉生、方朝亮^[2],中侏罗世晚期—早白垩世,中国东部陆缘火山活动强烈,额尔布干断裂和伊利克德断裂控制的海塔盆地断裂系统形成;中白垩世,太平洋板块向 NNW 向加速俯冲,在中国东部形成左旋压扭应力场,且激发了深部地幔物质活动,引起热扩张叠加,同时使松辽盆地断裂系统形成并加强,形成大陆裂谷,在中白垩世转化为陆内断陷—凹陷盆地;晚白垩世晚期,太平洋中生代板块向 NWW 与正西方向运动,形成对东亚大陆俯冲和挤压碰撞,陆缘盆地普遍形成构造反转,沉积拗陷向西迁移^[2],佳依断裂带与敦密断裂控制的东北东部断裂系统形成。图 2 详细反映了东北地区 3 大断裂系统的形成和演化及对盆地的控制作用,清楚地反映了东北地区中生代盆地演化经历早—中侏罗世开始断陷,晚侏罗世—早白垩世进一步裂陷形成断陷盆地,中白垩世持续沉降,晚白垩世—第三纪构造反转 4 个阶段。断裂系统的形成与活动导致了东北

地区经历了 2 次断陷构造幕和一次反转挤压构造幕,从而导致了西部、中部和东部 3 大断裂系统的形成。

1.2 西部海—塔盆地断裂系统

分布于东北地区西部的德尔布干断裂与伊利克德断裂及其之间断裂构成了西部断裂系统,它们主要包括海—塔盆地各次级断陷的控陷断裂及其派生的各级断裂。

海—塔盆地是一个典型的受多组断裂控制的由多个次级断陷构成的裂谷型盆地,总面积 70 480 km²,断裂系统形成演化与印度板块向北挤压的远程效应、北部西伯利亚板块阻挡及东部太平洋板块的俯冲有密切的关系(图 2)。

深大断裂及其派生断裂构成的西部海—塔盆地断裂系统控制着海—塔盆地形成和盆地内各断陷的演化,也控制着各个断陷内构造的演化和沉积发育。

根据重、磁和地震资料综合分析,海—塔盆地规模较大的基底断裂共 4 组 40 多条,其展布方向为北北东向、北东向、北西向和东西向。断裂发育时间以北北东向最早,其次为北东向和东西向,北西向发育晚。其中北北东向断裂控制盆地东西边界和盆内一级构造单元的边界,东西各断裂控制盆

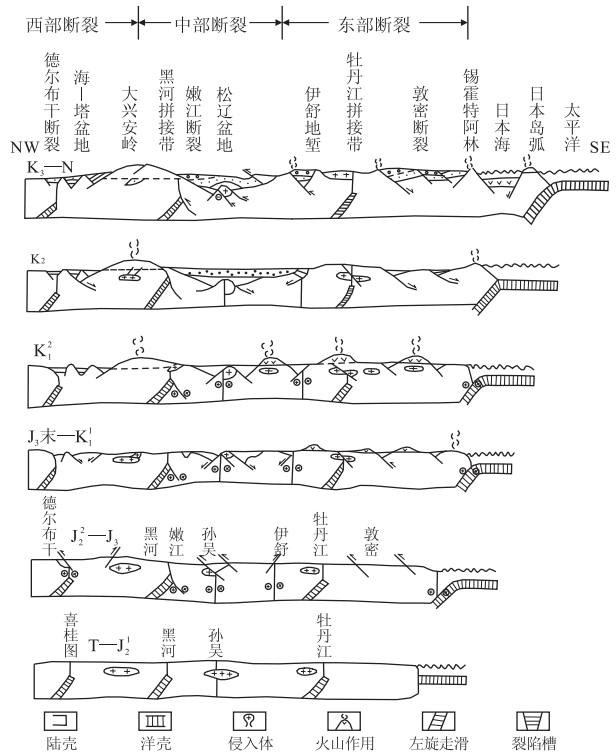


图 2 东北地区中、新生代滨太平洋构造域构造演化及 3 大断裂系统形成示意^[2]

Fig. 2 The tectonic evolution and 3 fault systems formation in Mesozoic to Cenozoic in the Northeast China near the Pacific Ocean tectonic zone

地北界和盆内断块的沉积差异,北东和北东东方向断裂则构成二级构造单元的边界,控制各断陷之间的地层沉积变化,北西向断裂大多控制断陷之间和断陷内的地质构造作用。

盆地内的盖层断裂也十分发育,以北东、北东东向为主,多为正断层,断距延伸长40~80 km,断距1 000~3 000 m。主干断裂控制断陷走向、断陷内的构造格局和局部构造的发育、构造带的展布和地层沉积和生储油层发育程度、油气聚集分布规律。

由于盆地内断裂差异活动强烈,严格地控制断陷的形成和发展,致使盆地形成二隆三坳的构造格局。即扎赉诺尔坳陷、嵯岗隆起、贝尔湖坳陷、巴彦山隆起和呼和湖坳陷,共发育20多个次级断陷,盆地边界、各级构造单元及次级断陷都以断裂为界。纵观各断陷特征,有以下几个特点:

1)断裂明显控制断陷走向。嵯岗隆起及其以西的断陷走向为近NNE向,从贝尔湖坳陷以东,断陷走向以NE和NEE向为主,特别是扎伊断裂以北的各断陷,从西向东走向由NE向逐渐过渡到NEE向,具有明显的扭应力作用特征。

2)断陷规模、沉降幅度、沉积厚度受断裂活动及规模控制,在空间上有序变化。由西向东及从南向北(大致以扎伊断裂为界),断陷规模由大变小,沉降幅度、沉积厚度由大到小,西部、南部断陷面积均大于2 000 km²,最大沉积厚度大于4 500 m;而东北部(扎伊断裂以北、嵯岗隆起以东)断陷面积小于1 500 km²,最大沉积厚度小于4 000 m。

3)各断陷发育时间有一定的差别。西部断陷地层发育全,形成时间也较早,东部断陷多缺失铜钵庙组,各层厚度较薄,形成时代略晚,这与控陷断裂活动特征有关。

4)海—塔盆地主体沉积是扎赉诺尔群沉积,各断陷受控陷断裂的分割而互不相通(同一坳陷内的断陷可有相通的时期),具有多个沉降中心和沉积中心。同一断陷各相区也受其边界断裂及断陷内次级基底断裂的控制,呈现出环带状分布的特点,可以出现山麓—洪积—扇三角洲—滨浅湖—半深湖—深湖相的完整序列,但相带窄,且受断陷类型的控制,往往相带分布不对称。

1.3 中部松辽盆地断裂系统

分布于东北地区中部,由嫩江断裂和佳—伊断裂带及其夹持的断裂构成的断裂系统,主要由松辽盆地的各级断裂构成,为松辽盆地区域演化过程中各种应力综合作用的结果。

松辽盆地断裂系统由基底断裂和盖层断裂构成,且基底断裂控制盖层断裂的形成与发育。基底断裂极为发育,主要有4组断裂系:北北东向、北东向、北西向和东西向。盆地内以北北东向断裂为主,控制着盆地的形成和发展。各组断裂具有不同的深断裂及其派生断裂,并共同控制了松辽盆地的构造演化与沉积发育,并奠定了松辽盆地油气生成、运移和聚集成藏的地质基础^[3]。

1.4 东部断裂系统

由佳依地堑及以东至敦密断裂及其派生断裂构成,主要包括NNE向佳伊断裂带、NE向敦密断裂带及NNW向牡丹江断裂及其派生、次生断裂。它们对三江盆地、虎林盆地及佳依地堑内的各个小断陷盆地有重要的控制作用^[4]。

东部断裂系统最有石油地质意义的是佳伊地堑及其派生断裂。佳伊地堑是在北东向边界断裂控制下形成的断陷,断陷内发育一系列北东、北西向主干断裂,将断陷内切割成若干断块,断块差异活动大^[5]。伊兰以南地区发育厚度不等的白垩系,而其以北地区则零星分布(互助村一带)。中生代末期构造作用的影响,在断裂活动的强烈拉张作用下,断陷内构造格局具有雏型,形成多沉积中心,沉积了粗碎屑岩河流—滨浅湖相始新世早期的E₂¹地层及始新世早中期的E₂²地层;断陷全面沉降时期,断陷受主断裂的严格控制,在断陷内部各断块沉降速度不同,沉积了河流湖泊相始新世中期的E₂³、始新世中晚期的E₂⁴和始新世晚期的E₂⁵地层,区内继承性发育的局部构造趋于定型;断陷晚期回返萎缩时期,断陷活动趋于停止、断陷走向消亡,此时断陷与相邻三江盆地连成一体,沉积了始新世末期的E₂⁶地层。

在第三纪喜山构造运动影响下,断陷内局部构造进一步复杂化,形成一系列断块、断鼻、背斜、半背斜等构造圈闭类型。据地震详查发现汤原断陷局部构造54个,构造面积847.2 km²;层圈闭96个,层圈闭面积1 341.3 km²。方正断陷地震概查发现局部构造11个,局部构造多以断块、断鼻为主,绝大多数受断裂控制。

2 东北地区断裂系统与油气成藏

由前面分析可知,东北地区已发现的绝大多数油气藏(田)分布受断裂控制而沿断裂分布或分布于断裂附近,这不仅表明断裂对油气藏(田)分布的控制作用,而且也暗示断裂对油气藏的形成也有重要的控制作用^[6-9]。但由于东北地区东部、中部和

西部所处大地构造背景、断裂发育特征不同,因此具有不同的油气成藏特点、富集和分布规律。

2.1 西部断裂系统及其控藏作用

海一塔盆地各级断裂构成西部断裂系统的主体。海一塔盆地由于断裂的分割,形成多个相互独立的小断陷,每个小断陷具有各自的生、储、盖组合及其运移聚集特征,即形成各自的含油气系统。西部断裂系统控制了各次级断陷的含油气系统及其油气藏的形成与演化。主要有乌尔逊洼陷北部的苏尔诺尔油田,乌尔逊洼陷南部的乌南油田,贝尔洼陷的贝中油田、南贝尔东油田和塔南油田,这些油田存在多种类型的油气藏,它们的形成与断裂系统及其活动有密切的关系,油气藏类型和分布具有与渤海湾盆地类似的特征。罗群、庞雄奇将海一塔盆地主要断裂系统类型归纳为:双断反转型(乌北断陷)、断超反转型(乌南断陷)、断超串联型(贝尔断陷)和简单双断型等断裂系统的控藏特征模式^[10]。

2.2 中部断裂系统与油气成藏

东北地区中部松辽盆地是油气最富集的地区。中部断裂系统不仅控制了主要油气藏(田)的分布,而且对油气藏的形成演化具有重要控制作用。

2.2.1 大庆油田

大庆油田为世界型超巨型油田,位于中央坳陷带大庆长垣,从北向南由喇嘛甸、萨尔图、杏树岗、高台子、太平屯、葡萄花、敖包塔 7 个油田组成,石油地质储量 44×10^8 t。纵向上主要由中白垩统萨尔图、葡萄花、高台子及浅层黑帝庙 4 套油层组成。大庆长垣本身是一个长轴背斜带,由喇嘛甸等 7 个背斜构造组成。构造发育史恢复表明,大庆长垣背斜带的形成与古中央断裂(F_1)紧密相关,是在嫩江组沉积末期区域挤压扭动应力作用下古中央断层

下降盘地层沿 F_1 断裂反转形成的背斜构造,并在以后的历次构造运动中,进一步定型。由此可知古中央断裂对大庆油田的形成和演化起了重要的控制作用(图 1, 3),而大庆油田内部大量发育的 NWW 向断层是形成于嫩江组沉积末期及其以后的后生断层,它们对油田内部油气藏起分割、破坏作用,对油田的开发有重要影响。

2.2.2 扶余油田

扶余油田位于中央坳陷带东坡扶新断隆带,是在受农安—扶余、扶余—其达木壳等断层控制的基岩断隆上形成的披覆断背斜构造,石油地质储量 1.33×10^8 t,含油层位为下白垩统泉头组三、四段砂岩,被多条次级断层切割成多个断块。扶余油田的形成与农安—扶余和扶余—其达木壳断裂活动有密切关系,是受其控制的披覆背斜油藏。

2.2.3 朝阳沟油田

朝阳沟油田位于松辽盆地中央坳陷区朝阳沟阶地中段,主要目的层为扶余、杨大城子油层,探明含油面积 359 km^2 ,探明石油储量 $20\,808 \times 10^4$ t。

由图 1 和图 4 可知,朝阳沟油田的形成与长期生长活动的基底断裂有密切关系。朝阳沟油田所在的构造带,为受基底断裂(包括哈尔滨—长春岭断裂)控制的古隆起基础上发育的同沉积披覆背斜,这些基底断裂不仅控制了朝阳沟披覆背斜圈闭的形成,其派生断裂还是青山口组烃源岩生排出的成熟油气运移的通道。断裂对朝阳沟油田形成起了重要的控制作用(包括对圈闭形成与分布,对油气运移等)。表 1 表明了松辽盆地断裂对油气成藏具有重要的控制作用。

松辽盆地油气藏分布与断裂的明显关系(图 1)反映了松辽盆地断裂对油气的形成、演化和分布有重要

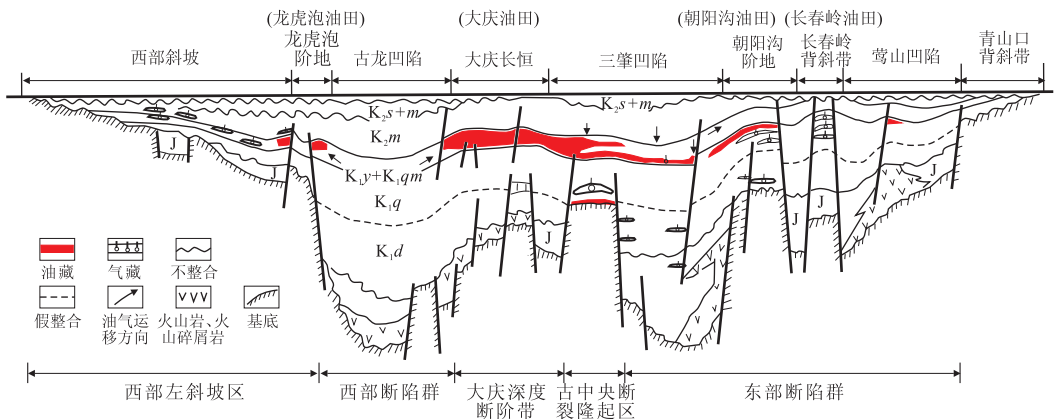


图 3 松辽盆地油气藏分布剖面
据大庆油田,修改。

Fig. 3 The oil and gas reservoirs distribution section in the Songliao Basin

表1 松辽盆地主要油气藏类型及控制性断裂

Table 1 Types of the main reservoir formation and controlling faults in the Songliao Basin

序号	油气藏名称	产层 ¹⁾	油气藏类型	断裂控制作用	控制型断裂
1	大庆	S,P,G,H	断层反转背斜	控圈	古中央断裂
2	扶余	F,Y	披覆、背斜	控圈、控运遮挡	扶余深断裂
3	朝阳沟	F,Y	披覆、背斜	控圈、控运遮挡	哈尔滨—长春岭断裂 及派生断裂
4	榆树林	P,F,Y	披覆、背斜	控圈、控运	滨州断裂
5	宋芳屯	P,F,Y	披覆和反转背斜	控圈、控运	古中央断裂
6	新立	F,Y	披覆、背斜	控圈、遮挡	扶余深断裂
7	庆深气藏	I,D	潜山披覆、岩性	控圈、控储	古中央断裂
8	龙虎泡	S,P	反转背斜	控圈、遮挡	敖古拉断裂
9	长春岭	F,Y	披覆、背斜	控圈、控运	哈尔滨—长春 岭断裂

1)S—萨尔图油层,P—葡萄花油层,G—高台子油层,H—黑帝庙油层,F—扶余油层,
Y—杨大城子油层,D—登娄库地层,J—侏罗系地层。

的控制作用,主要表现在以下几方面:1)基底断裂控制了主要烃源岩的形成、演化和分布;2)断裂为油气运聚成藏提供了良好的通道条件;3)断裂控制了油气聚集空间—圈闭的形成、演化和分布^[3,11]。

2.3 东部断裂系统与油气成藏

东北地区东部断裂系统由佳—伊断裂带、敦密断裂及其派生、伴生断裂组成,目前发现的油气藏分布于佳—伊地堑之中。另外,在东部断裂系统控制的一些小型断陷盆地中,野外观察和钻井见到较好的油气显示,如三江盆地、虎林盆地,表明曾经发生过油气成藏过程。

2.3.1 互助村油气成藏

该油气藏位于佳—伊地堑北部汤原断陷中部构造带,同时受东西两侧北东向边界断裂和北西向互助村断裂控制的互助村断层反转构造上^[12]。互1井在793~802 m获得工业气流,产量为1 176 m³/d,经取气样测定,其成分为:CH₄占83.2%,C₂H₆占0.224%,丙烷占0.045%,N₂占13.91%,CO₂占2.45%,He占0.05%,相对密度为0.638 3,干燥系数为309,甲烷系数为0.996,重烃气占0.359%,C₂/C₃为4.978,异丁烷/正丁烷为6.636。就成因分析,应划为生物—热催化混合天然气。

从该井酸解烃分析可知,C₆₊含量明显增多,按照地球化学理论,C₃,C₆₊等烃类是热解成因的,说明互助村气藏除了E₂⁵段自生自储生物成因气外,有成熟油气的迁入。而本区成熟油气产于其下部的E₂³段。E₂⁵段与E₂³段之间隔着数百米的大套泥岩,这些成熟的油气只能通过断层向上运移进入互助村构造。

互助村构造是互助村正断层反转形成的,后期又受挤压,被派生断层破坏。因而该构造严格受断

层控制。互助村断层是沟通互助村反转构造圈闭和E₂³成熟烃源岩的油气运移的通道。E₂⁵段末、E₂⁶段末构造运动使互助村断裂上盘地层反转形成互助村构造,同时互助村断裂被激活,断裂开启,这时E₂¹⁺²段、E₂³段正进入大量排烃阶段,成熟的油气在压力差作用下挤入开启的互助村断裂,油气沿互助村断裂向上运移,在互助村断裂控制的互助村构造中聚集,与E₂⁵段自生自储的生物成因气共同组成混合气藏。

2.3.2 长春油田与莫里青油田

长春油田位于佳伊地堑鹿乡断陷北部,含油面积4.9 km²,含油层位为双阳组二段,地质储量1 105×10⁴ t,油藏类型以断块为主,兼有潜山。断裂控制了断块和潜山圈闭的形成,起控圈和遮挡油气成藏的作用。莫里青油田位于莫里青断陷东部^[13],油田面积32.2 km²,含油层也是双阳组二段,地质储量2 212×10⁴ t,油藏类型为断块、岩性复合型油藏。断裂起了控制圈闭、遮挡油气成藏作用。

除了以上的互助村气藏、长春油田和莫里青油田之外,佳伊地堑中的汤源、方正、岔路河等断陷中还发现方3井、万昌等多个油气藏,其形成多受断裂控制,断裂起到控圈、控运、遮挡等多种控制作用,并最终控制了油气藏的分布。

3 控藏差异性及其勘探思路

由于所处的大地构造单元、断裂活动方式、时间等差异,致使东北地区不同断裂系统对油气藏的形成、规模、类型存在不同控制作用。表2说明了中部断裂系统有利于形成大型、超大型油气藏,断裂系统及其控制作用的差异性是导致不同地区油气成藏与富集的根本原因。

表 2 东北地区不同断裂系统控盆控烃控藏差异比较

Table 2 Comparison of different fault controlling basin and reservoir formation in the Northeast China

比较内容	西部断裂系统	中部断裂系统	东部断裂系统
大地构造位置	额尔古纳—中蒙古地块,距西伯利亚板块近	松辽地块	布列亚—佳木斯地块、距太平洋板块近
形成应力机制与结果	先拉张或张扭,后扭动破碎	拉张为主,后期压扭反转,相对完整	扭动走滑为主,破碎
主要活动时间	J ₃ —K ₃	J ₂ —N	K ₃ —N
控制的油区	海—塔盆地	松辽盆地	佳伊地堑及东部小型盆地
控制盆地类型	控制中、小型断陷盆地群	控制大型断—坳型盆地	控制孤立的小型断陷盆地
控制含油气系统	一个断陷就是一个相对独立的含油系统。控制多个中、小型含油系统	控制大型、特大型含油系统、含气系统(深层)	控制孤立的小型含油气系统
控制烃源岩	严格控制小型富生烃洼陷的形成与分布	严格控制侏罗系大型气源岩,对白垩系大型烃源灶有重要控制作用	严格控制小型生烃洼陷形成与分布
控制的储层类型	近源粗碎屑(各种近源扇体)	大型远源河流—三角洲沉积体,(深部发育近源砂砾岩储层、火山岩储层)	近源扇体储层
控制的圈闭规模和类型	中小型的背斜、复杂断块、断鼻及中小型岩性圈闭	大性反转背斜,潜山披覆构造、滚动背斜、断鼻及大型各类岩性圈闭,火山岩圈闭等	小型背斜、复杂断块、断鼻及小型岩性圈闭
对运移的控制	纵向上运移通道	向上或向下运移的有利通道,也是深源无机气的向上运移通道	可作为向上运移通道
对油气藏破坏程度	有一定的破坏	破坏程度小	破坏严重
控制油气藏规模	中、小型油气藏	大型、巨型油气藏(包括无机成因气藏)	小型、微型油气藏

针对中国东北地区不同断裂系统的断裂控藏特征和不同地区勘探程度,认为中部断裂系统区虽然勘探程度高,但由于其控制的油气藏规模巨大,仍具重要的勘探潜力;西部断裂系统区可形成中小型油气藏且勘探程度相对低,因此是目前加快勘探的重要领域;东部断裂系统控制的盆地规模相对较小,形成时间晚,沉降幅度有限,因此其成藏规模小,油气潜力有待进一步落实。

参考文献:

[1] 李德生. 中国含油气盆地构造学[M]. 北京:石油工业出版社,2002:248—254.

[2] 谯汉生,方朝亮,牛嘉玉,等. 中国东部深层石油地质[M]. 北京:石油工业出版社,2002:26—32.

[3] 罗群,孙宏智. 松辽盆地深大断裂对天然气的控制作用[J]. 天然气工业,2000,20(3):16—21.

[4] 张凤旭,孟令顺,林泽富,等. 黑龙江省虎林盆地重力异常、基底构造及油气远景区[J]. 吉林大学学报(地球科学版),2004,34(4):555—559.

[5] 王永春. 伊通地堑含油气系统与油气成藏[M]. 北京:石油工业出版社,2001:10—24.

[6] 周荔青,雷一心,王红松. 辽盆地长岭断陷无机与有机油气共生组合类型及分布规律[J]. 石油实验地质,2009,31(4):324—328.

[7] 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.

[8] 陈波,黄发木,夏永涛,等. 松辽盆地深层断陷发育特征与油气富集[J]. 石油与天然气地质,2008,29(4):428—432.

[9] 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.

[10] 罗群,庞雄奇. 断陷盆地群的含油气系统特征:以海拉尔盆地乌尔逊、贝尔凹陷为例[J]. 新疆石油地质,2003,24(1):27—31.

[11] 郭占谦,萧德铭,唐金生. 深大断裂在油气藏形成中的作用[J]. 石油学报,1996,17(3):27—31.

[12] 罗群. 汤原断陷断裂特征与油气成藏的关系[J]. 新疆石油地质,1999,20(2):90—93.

[13] 樊温祥,曹开松,张小燕. 莫里青油田油藏控制因素分析及油藏类型研究[J]. 内蒙古石油化工,2005,16(7):13—17.

(编辑 黄 娟)