

松辽盆地“三层式”构造格局与深部找藏

何委徽^{1,2}, 真允庆^{1,2,3}, 陈中^{1,2}, 巫静^{1,2}, 刁谦¹, 韩红庆^{1,2}, 包怡^{1,2},
周瑾^{1,2}, 杨伟^{1,2}, 王佩业^{1,2}, 张宏伟^{1,2}, 吴金凤^{1,2}, 孙雪芳^{1,2}

(1.江苏省有色金属华东地质勘查局,南京 210093; 2.江苏省有色金属华东地质勘查局814队,
镇江 212005; 3.中国冶金地质勘查总局三局,太原 030002)

摘要: 松辽盆地是处于西伯利亚板块、华北板块和太平洋板块所挟持的构造地带,属于佳蒙地块中的镶嵌状微地块活动造山带,为中-新生代陆相含油盆地叠合于晚古生代海相盆地之上的延变型叠合盆地。盆地内中、古生代地层,均呈“水、火”二元结构;区内火山-岩浆活动频繁,并有多多(多期、多旋回、多侵入-喷发中心)特征;具有“双机”(有机和无机)、“双相”(陆相和海相)叠合成藏特点;“开”与“合”型构造活动是坍塌裂谷的表象,从地表(陆相盆地)-地壳(海相晚古生代残留盆地)-岩石圈的“三层式”构造格局研究,呈现了NNE-NE与EW向“立交桥式”构造样式。简而言之,松辽盆地为一破盆(断裂丛生、火山-岩浆活动破坏)、矿盆(盆内油气藏丰富、边缘多金属矿产广为分布)、热盆(地热梯度甚高)、浆盆(盆地内外大量火山岩及岩浆岩分布)、歪盆(中央隆起的两侧的凹陷和断裂均不对称)和水盆(自古生界至中、新生界沉积岩产出)。针对叠合盆地成藏作用,可将深部的海相碳酸岩型油气藏或火山岩型气田作为找藏主攻方向,提出了“区域展开、重点突破”的战略方针和具体的深部找藏建议。通过研究和预测,初步认为深部具有良好的找藏潜力,坚信定能够实现“百年大庆”的宏伟规划。

关键词: 佳蒙地块;延变型含油气叠合盆地;立交桥式构造格局;深部找藏建议

中图分类号: P618.130.2

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2011)03-0228-13

松辽盆地经过上世纪50多年的油气勘探历程,不但发现了举世闻名的大庆油田,为发展国民经济建设所需的能源作出了贡献,而且在这片沃土上,创建了“源控论”和“含油气系统”(胡朝元1963年曾提出《成油系统》),完善了陆相成油理论,奠定了我国石油地质学发展的丰碑^[1]。本文是以松辽盆地深层构造及火山岩浆活动的成藏地质条件“三层式”构造格局研究入手,探讨深部找藏的思路与建议,仅是抛砖引玉,不当之处,诚挚地欢迎批评指正。

1 区域地质背景概述

我国东北地区是处于西伯利亚板块、华北板块和太平洋板块所挟持的构造地带,区内主要有NE-NNE的德尔布干岩石圈断裂、嫩江-开鲁岩石圈断裂、佳木斯-伊通岩石圈断裂、敦化-密山岩石圈断裂和近EW向的西拉木伦缝合带、蒙古-鄂霍茨克缝合带及NNW向的牡丹江缝合带、同江-月季山缝合带三者组成的网络状构造格架,自西向东划分为额尔古纳微地块、兴安微地块(亦可并称额尔古纳-兴安

微地块)、松嫩微地块及佳木斯微地块,总称为佳蒙地块^[2]。由于造山运动构成盆山耦合,广泛分布众多的盆地群,松辽盆地居于其中,为本区乃至我国东部最大的含油气盆地(图1)。

总览东北地区,火山-岩浆事件极为频繁。从近年大量花岗岩中的锆石U-Pb法同位素年龄统计得知,岩浆活动可分为六期,其中以燕山期晚侏罗世-早白垩世为火山喷发-岩浆侵入为鼎盛期(表1)。

本区除有显生宙花岗岩及火山岩相伴产出外,尚有新生代喜山期玄武岩火山喷发^[3](图2)。

因此,可以认为,三叠纪至白垩纪是古亚洲洋构造体制与太平洋构造体制联合作用时期,表现为“软碰撞、弱造山”的地质特征^[4]。直至新生宙,在布利亚山脉及长白山以西,主要表现为近SN向挤压与伸展构造交替现象,形成了现今所见的盆山耦合构造样式^[5]。

2 松辽盆地主要成藏作用的地质特征

松辽盆地的总面积为26万km²,具有“上拗下断”

收稿日期: 2010-01-25

基金项目: 国土资源部油气中心项目: 松辽盆地高精度重磁电联片处理解释

作者简介: 何委徽(1979-),男,工程师,博士,主要从事综合地球物理解释研究,Email:moofen2006@163.com;通讯作者: 真允庆(1932-),男,教授级高级工程师,矿床学专业,Email:zhenyunqing.1932@yahoo.com.cn。

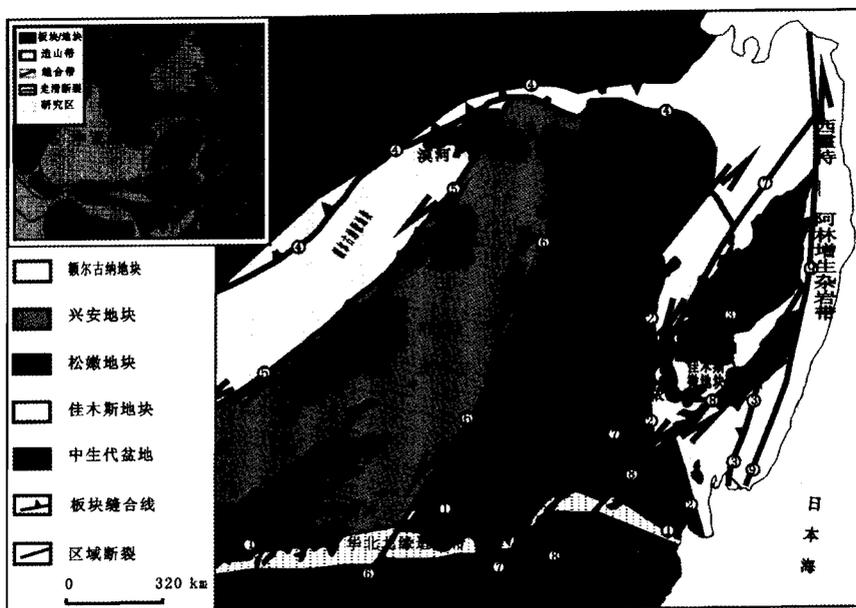


图1 中国东北及邻区构造单元^[2]

Fig.1 Geotectonic units of Northeast China and its vicinity^[2]

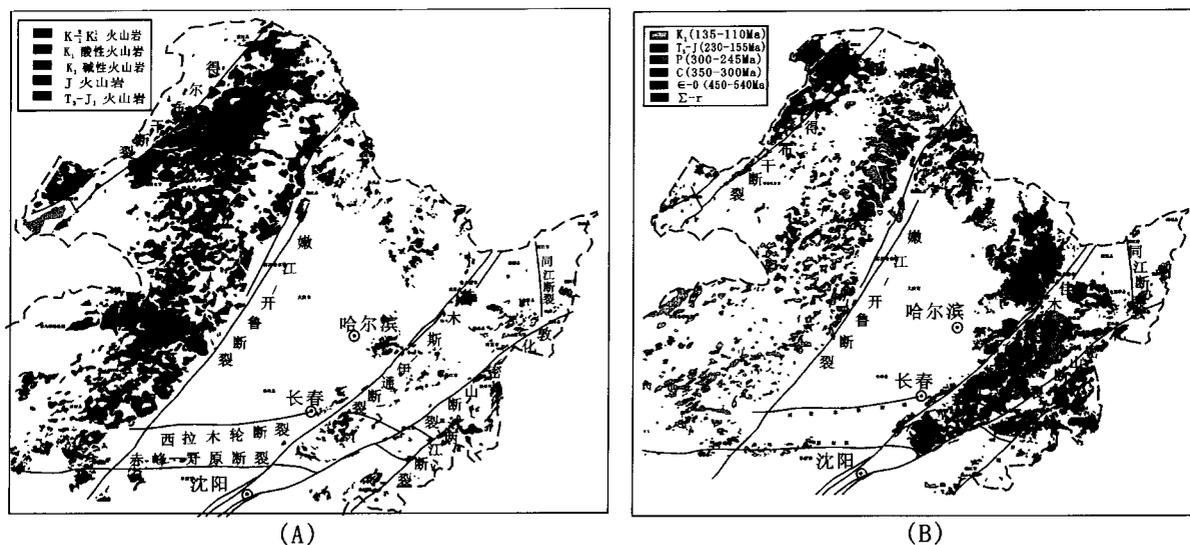


图2 东北地区显生宙火山岩(A)及花岗岩(B)分布图

Fig.2 The distribution of Phanerozoic granites(A) and volcanics in Northeast China

表1 东北地区花岗岩中锆石 SHRIMP U-Pb 同位素年代学统计(根据[2、5-7]等文献综合)

Table 1 SHRIMP U-Pb of Zircon of granites in Northeast China

期次	年龄范围 (Ma)	峰期 (Ma)	地质时代	分布地区	地质意义
5	140 ~ 110	115	早白垩世	大兴安岭	与东北地区成盆期一致, 形成大火成岩省时间一致
4	210 ~ 160	190	晚二叠世 - 中侏罗世	小兴安岭、张广才岭、松辽盆地及东宁 - 延边地区	与古亚洲洋转化为太平洋构造域时间一致
3	270 ~ 240	260	早 - 晚二叠世	大兴安岭及张广才岭有分布	与古亚洲洋闭合期一致
2	340 ~ 310	330	中 - 晚石炭世	沿大兴安岭及佳木斯断裂东部分布	与松嫩地块和额尔古纳地块及兴安地块拼合期一致
1	530 ~ 450	500	中寒武 - 中奥陶世	佳木斯微地块、松嫩微地块、额尔古纳微地块、兴安微地块的局部均有分布	为兴凯运动与区域内萨拉伊尔运动一致

的二元构造特征,其主要成藏特征概括有以下几点:

2.1 “水、火”相互沉积是古-中生代叠合盆地的沉积建造共同特点

区内常沿断裂带和相交的深断裂处,为火山-岩浆活动地带。松辽盆地的西、北、东三面分别有大兴安岭、小兴安岭和张广才岭,构成一幅“盆岭相间”的图幅。

松辽盆地上部陆相含油气地层中,如晚侏罗统的火石岭组夹有中酸性火山岩;早白垩统沙河子组、营城组夹有火山岩层;泉头组第四段的扶余油层中,见有明显的玄武岩和熔岩滴所形成碎屑;晚白垩统嫩江组和青山口组,有玄武岩及凝灰岩夹层;皆具有先“火”、后“水”(先有火山喷发,后有沉积成岩)的共性^[4]。而且在五大连池第四纪火山口喷溢的玄武岩,见有释放含CO₂冷泉,其天然气的He含量一般大于1%,无疑是来自深源^[3]。

无独有偶,在松辽盆地地部的C-P地层亦具有相同之特征,可从松辽盆地内250多个钻井见到基岩证实。如杜101井的1946~2200m处的哲斯组下段的泥灰岩中见有碳酸盐化流纹岩;相邻之松基6井中,同样见有类似的安山岩和变质流纹岩组合;在榆深1井中,泥板岩和蚀变安山岩呈互层产出;徐家围子卫深2井和卫深4井,分别在泥灰岩夹粉砂岩中蚀变安山岩,累见不鲜,故命名为“林甸蚀变火山岩”。在大兴安岭中段,二叠系大石寨组下部见有细碧岩^[8]。由此可见,松辽盆地深部的海相沉积建造中,亦具有“火、水”二元沉积建造特征。

2.2 火山活动具有三多(多期、多旋回、多侵入-喷发中心)成藏特征

松辽盆地经历了断陷-拗陷-反转三阶段构造

演化发展史,这就决定了地层柱中含有多个油气系统(即中-新生代含油气系统、古-中生代含油气系统)^[3]。如徐家围子油气田见有二叠世哲斯组、晚侏罗世火石岭组、早白垩统沙河子组、营城组具有多期火山喷发沉积旋回。

油气田的分布严格受区内三条断裂和火山机构控制(图3-a),呈现了分带性^[9]。而且在多个火山喷发旋回叠合区,由于营城一段和三段在空间上分布不同,一段分布在该区南部(图3-b),而三段分布在该区北部(图3-c)。

2.3 具有“双机”(有机和无机)、“双相”(陆相和海相)叠合成藏特征

徐家围子断陷内的浅部为晚侏罗世-早白垩世的陆相地层,是以暗色泥岩和煤层为主;在深部,为海相石炭-二叠系泥岩和泥灰岩叠合组成。现将各层烃源岩的地球化学分析列于表2,均为较好的烃源岩。

经钻井揭示(图4),钻遇不同地层的烃源岩时,其天然气的成分明显不同。如芳深2井钻遇C-P地层烃源岩可达85%以上;芳深8井钻至上古生界地层(岩性及时代不详),烃源岩成分占20%以上;相反,在浅部钻井中,钻至泉头组-营城组地层,所占比例则是以白垩系地层中烃源岩有关的成分为主。这说明该区天然气一般为混合成分,各地层皆可按不同比例,对成藏作出贡献^[10]。该区芳深1井钻至C-P,其吸附气同位素 $\delta^{13}C_1$ 为-17.42‰~-21.39‰;而其余钻井钻遇J-K地层,吸附气 $\delta^{13}C_1$ 为-25.20‰~-46.26‰,前者为无机成因,后者为有机成因。

再从松辽盆地内万金塔、乾安、孤店和昌德等地

表2 徐家围子断陷烃源岩有机地球化学分析^[10]

Table 2 Organic geochemistry analytic data of source rock in Xujiaweizi fault depression^[10]

层位	厚度(m)	T ₀ C(%)	S ₁ +S ₂ (mg/g)	氯仿“A”(%)	I _H (mg/g)	R ₀ (%)
登娄库组	2.5-59.0	0.80-8.51	0.01-2.16	0.0005-0.0507	1-443	1.13-2.37
		0.66(346)	0.09(415)	0.0080(117)	26.24(133)	1.91(64)
营城组	1.0-175.5	0.12-5.27	0.01-7.21	0.0007-0.2610	1-360	1.36-2.80
		121(80)	0.33(80)	0.0350(35)	24(60)	2.09(60)
沙河子组	4.0-365.5	0.07-16.91	0.01-15.89	0.0016-0.4345	1-123	1.27-3.56
		2.13(152)	1.03(87)	0.0430(39)	30(70)	2.31(155)
火石岭组	15.5-161.5	0.10-5.51	0.05-1.09	0.0002-2.0389	6-120	2.08-3.47
		1.57(29)	0.23(12)	0.0200(9)	24(11)	3.17(8)
石炭-二叠系	3.5-207.5	0.04-2.27	0-4.99	0.0032-0.0173	0-42	1.42-4.83
		0.84(39)	0.48(17)	0.0075(20)	11(14)	3.10(16)

注:表格中分子为范围值;分母为平均值;括号内为样品数

所产无机成因二氧化碳气和氦气(表3),可与本区北部新生代的五大连池所释放的天然气相对比,其 $\delta^{13}C_{CO_2}$ 和 $^3He/^4He$ 皆很相似,应属无机成因^[11]。

简而言之,本区具有“双机”(有机与无机)和“双相”(陆相与海相)叠合成藏特征^[12],均受区域深大断裂与火山机构控制^[7]。

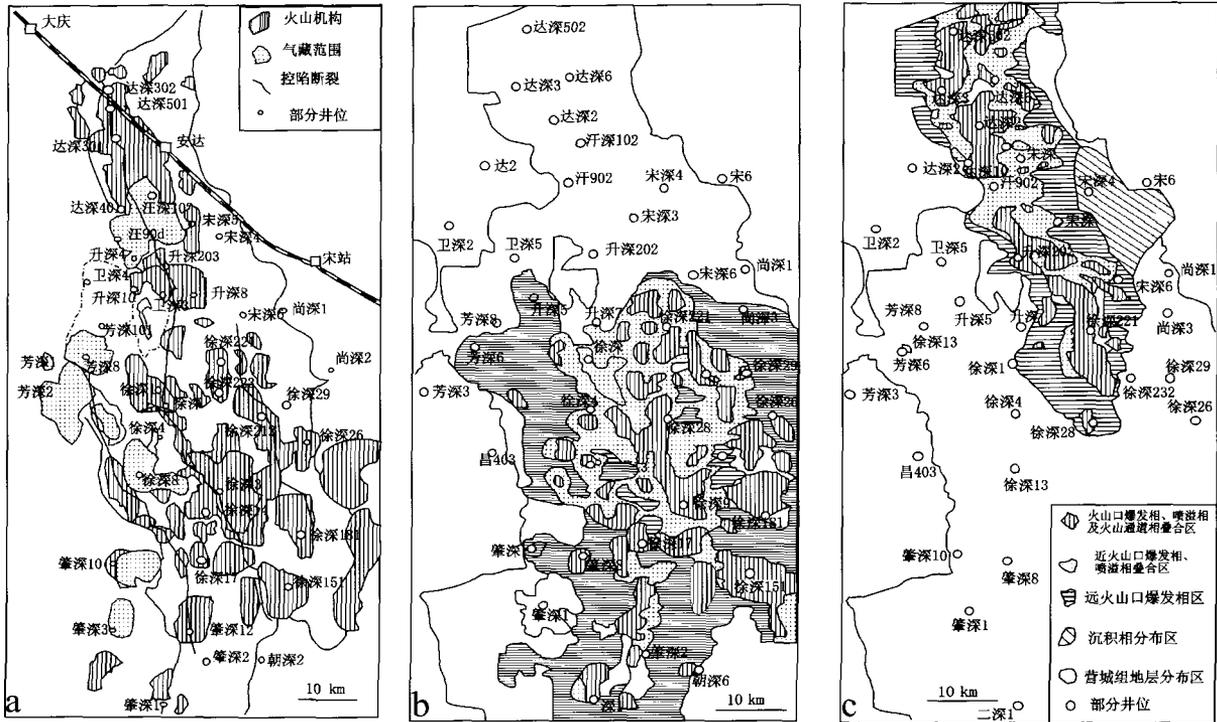


图3 松辽盆地徐家围子断陷营城组火山岩相及气藏分布图^[9]

Fig.3 Volcanic lithofacies distribution and gas reservoir of Yingcheng Formation in Xujiaweizi fault depression, Songliao basin^[9]

a.火山岩及气藏分布图; b.营一段火山岩岩相分布图; c.营三段火山岩岩相分布图

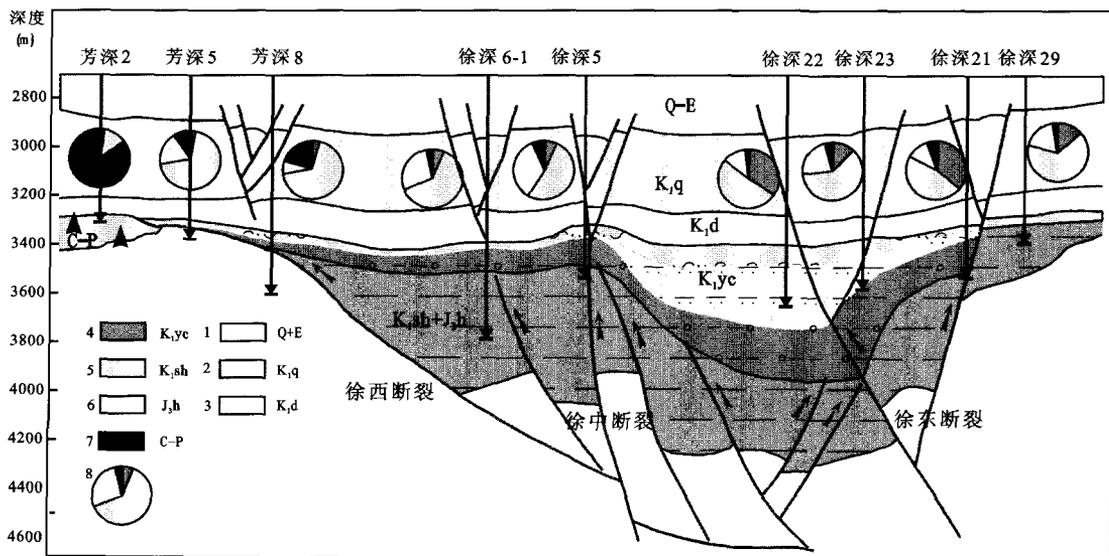


图4 徐家围子断陷不同源岩对天然气成藏的贡献比例关系图^[10]

Fig.4 Contribution ratio of the different source rocks for hydrocarbon accumulation in the Xujiaweizi fault depression^[10]

1.第四纪及第三纪; 2.白垩系泉头组; 3.登娄库组; 4.营城组; 5.沙河子组; 6.侏罗系火石岭组; 7.石炭-二叠系; 8.各地层烃源岩对天然气成藏的贡献比例

表3 松辽盆地无机成因CO₂气藏和气苗地化参数

Table 3 Geochemical parameters of the inorganic carbon dioxide reservoirs and gas show in the Songliao Basin

田(藏)	井号	深度(m)	层位	主要气体组成(%)				同位素			
				CO ₂	CH ₄	C ₂ ⁺	N ₂	δ ¹³ Cco ₂ (‰)	δ ¹³ C ₁ (‰)	³ He/ ⁴ He (×10 ⁻⁶)	R/Ra
万金塔	万2	838.8~863.4	泉三段	99.20	0.61		0.37	-4.04		6.87±0.22	4.91
	万5	740	泉三段	93.43	3.74		2.67	-4.96	-38.66	4.67±0.08	3.34
孤店	孤12		泉四段	81.05	5.05	0.68	13.19	-5.74	-43.70	4.53±0.13	3.24
	孤9	1572.4~1580.2	泉四段	97.05	2.65	0.20		-8.44	-43.97	4.51±0.14	3.22
乾安	乾深1	2176.2~2185.2	泉四段	80.73	0.99	0.20	16.16	-3.73		4.43±0.14	3.16
昌德东	芳深9	3602~3623	营城组	88.67	10.93	0.16	0.22	-5.46		4.50	3.21
五大连池	气苗			97.41			2.34	-3.96		4.17	2.98

注: 据戴金星[13]、李先奇[14]、侯启军[7]和霍秋立[15]数据汇编

2.4 “开”与“合”型构造活动是坍塌裂谷的表象

众所周知,松辽盆地为“一隆两拗”(中央断隆和东、西断拗区)的构造骨架。根据近年盆地周边和盆地内岩石(芯)测定的同位素年龄资料,可分为华力西期构造层、加里东构造层、贝加尔(兴凯)构造层、四堡构造层、吕梁构造层、阜平构造层和迁西构造层(表4),它们之间多为不整合接触。在盆地的北部及南部,常有燕山期花岗岩侵入(从钻井中证实);盆地基底的元古代变质岩仅在富饶-明水一带、大庆市西南、高台子附近古106井及杜101井的西北部分布,故松辽盆地的基底可视为“双重结构”^[16],而且经燕山期岩浆活动的破坏,地层形成支离破碎的坍塌状态。

显然松辽盆地的浅层陆相地层,常呈“下断、中拗、上隆、顶平”的表象。其“下断、中拗”是指经历裂陷作用和伸展、拗陷相继产生的结果;而“上隆、顶平”是承受挤压,反转作用差异迹象^[17]。结合盆山耦合和脱耦作用等现象,可以说明本区是在新元古代“古克拉通”的基础上,经历了地壳多期“开”与“合”的地球动力学过程。从这个意义上说,应为“开”“合”活动型镶嵌构造增生造山带^[18]。

3 松辽盆地“三层式”三维构造格局

通过东北地区的地表及深部的地质-地球物理研究成果综合剖析,在空间上,自地表-地壳-岩石圈的不同深度,具有各自不同的构造特征,简称其为“三层式”构造格局。

3.1 地表-陆相沉积建造的构造格局

松辽盆地的内部,纵横断裂丛生,但以NNE-NE向和NNW-NW向为主,前者为地壳断裂,如嫩江断裂

带、孙吴-双辽断裂带和哈尔滨-四平断裂带,基本控制了盆地内部断陷带的展布;后者为基底断裂,其中除加格达奇-鸡西地壳断裂外,主要包括讷河-绥化断裂、龙江-哈尔滨断裂、扎赉特-吉林断裂、科右前旗-伊通断裂、突泉-四平断裂,这些断裂一般横向切割盆地,使盆地具有“东西成带、南北分块”的特点;此外尚有近南北向和近东西向壳断裂等四组深断裂^[1]。

随着晚三叠世开始,因为依泽奈奇板块向欧亚板块呈NNW俯冲,促使NNE-NE向地壳断裂系统重新活动,出现了左旋走滑剪切应力,并沿其剪切带的两侧,促使伸展作用加强,形成一系列拆离断层,故现今所见NNE-NE向主要断裂带,普遍具有走滑剪切和伸展拆离双重特征。由于斜滑、拉伸,形成相伴的断陷盆地,而且在走滑左旋背景应力场的作用下,NNW-NW向基底断裂成为派生的次一级断裂系统,主要伸展断裂起到调整作用,反之改造或错断了NNE和NE向断裂系统^[19]。

详细的勘探资料业已证实,松辽盆地为一NNE向构造为主的不对称裂谷盆地。西部为缓状斜坡,而东部断隆,中央隆起相邻之断拗,规模大小不同,呈现了隆中有凹,凹中有隆的格架,在平面上,表现为犬牙交错、互为穿插,呈镶嵌状,极为复杂(图5)。

3.2 地壳-海相晚古生界残留盆地构造格局

不难看出,本区地壳上叠为白垩纪陆相沉积的断-拗陷裂谷盆地,下伏为元古宙-古生代(局部尚有新太古代的变质岩)残留盆地,常为EW向延展。可称其为“多层结构”的叠合盆地^[16]。

目前据50余口钻井统计^[16],盆地内主要有石炭-二叠系浅变质岩分布,如保6井在结晶灰岩中见

表4 松辽盆地基底多层结构划分简表^[16]
Table 4 Brief divisions of multi-laminate structure of basement in Songliao Basin^[16]

地层	岩石地层	岩石特征含古生物地层及同位素测年数据	构造层
上三叠统(☆)	大酱缸组	于九台地区延伸于松辽盆地东南隆起区之下	早印支—晚华力西期构造层
下三叠统(☆)	卢家屯组	晚华力西期—早印支期构造运动(造山型花岗岩类(305±2) Ma、(236±2) Ma, 糜棱岩245.01 Ma)底部砾岩(磨拉石建造), 中部杂色层, 上部黑色粉砂岩及页岩, 产三叠世叶肢介等及晚期P.P.动物群(在九台地区延伸于松辽盆地东南部隆起区之下)	
二叠系—石炭系(☆)	杜尔伯特组(相当哲斯)	杜101井深1 662.2~1 947.0 m, 灰绿色流纹岩与灰黑色泥灰岩互层, 产 <i>Spirifer sakanæ</i> 等化石	
	农101井火山岩	中酸性火山岩 锆石 LA-CIP-MS 年龄为(287±5.1) Ma	
	保康组(?)	保6井结晶灰岩, 厚度不详, 产蜓科化石	
泥盆系—晚志留系	白86井火山岩	中性火山岩 锆石 SHRIMP 年龄为(368±7) Ma	早华力西期构造层
	?	早华力西期构造运动(造山型花岗岩(361±2) Ma、(364±2) Ma), 秦2井花岗岩, 榆参1井钾长花岗岩中捕获的岩浆成因锆石 LA-CIP-MS 年龄(394±3) Ma、(394±2) Ma	
	加里东期构造运动(SN108井流纹岩中捕获岩浆成因锆石(414±7 Ma), G190井和Y205井变质岩中酸性火山岩, 锆石 LA-CIP-MS 年龄(424±4.5) Ma、(427±3.1) Ma	加里东期构造层	
中志留系—下寒武系	朝深4井组		页岩类、结晶灰岩及硅质岩, 厚度不详, 产 <i>Pritonema gracile</i> 化石
扬大城子火山岩	中性及中基性火山岩 杨105井、G190井锆石 LA-CIP-MS 年龄为(455±12) Ma、(448±3.5) Ma		
农103井火山岩	岩浆成因捕获锆石 LA-CIP-MS 年龄为(490±4.2) Ma	贝加尔期构造层	
下寒武系—新元古界	特建组(?)		贝加尔(兴凯)期构造运动(S1井22粒锆石 SHRIMP 峰值年龄为520 Ma), 杨205井、农102井岩浆成因的捕获锆石 LA-CIP-MS 年龄为(696±13) Ma、(747±7) Ma, 宋深1井捕获的 U-Pb 年龄为901 Ma
中元古界	玉胜组(?)	四堡期构造运动(S1井22粒锆石 SHRIMP 峰值年龄为(1 000~1 100) Ma), 杨大城子王胜屯西南202井碎屑锆石 SHRIMP 年龄为(1 796±9) Ma, 梨四-5井变质辉长岩年龄为(1793±20) Ma, 杨205井捕获岩浆成因锆石 LA-CIP-MS 年龄为(1 778±18) Ma、(1 649±36) Ma、(1 384±6) Ma, S1井岩浆成因捕获锆石22粒 SHRIMP 峰值年龄为(1 500~1 600) Ma	四堡期构造层
古元古界	待建组(?)	吕梁期构造运动(S1井22粒锆石 SHRIMP 最大峰值年龄为(1 700~1 800) Ma), 松南118井、G190井、杨205井岩浆成因捕获锆石 LA-CIP-MS 年龄为(2 456±30) Ma、(2 450±9) Ma, 杨202井碎屑锆石 SHRIMP 年龄为(2 208±3) Ma、(2 105±25) Ma、(2 002±13) Ma、梨四-4井、梨四-7井岩浆成因捕获锆石 LA-CIP-MS 年龄为(1 873±13) Ma、1 823 Ma, 庄深1井老锆石 U-Pb 年龄为2 355 Ma	吕梁期构造层
太古宇	TTG 岩系及表壳岩	阜平构造运动(梨四-7井岩浆成因捕获锆石 LA-CIP-MS 年龄为(2542±18) Ma) S1井岩浆成因捕获锆石 SHRIMP 年龄为2 654 Ma, 杨205井岩浆成因捕获锆石 LA-CIP-MS 年龄为(2 793±4) Ma、(2 953±14) Ma、梨四-5井黑云角闪斜长片麻岩(锆石 SHRIMP 年龄为(1 839±7) Ma, Nd 模式年龄 TDM ₁ 2 999、TDM ₂ 2 849 Ma)	阜平期—西期构造层

注: * 多在盆地边缘分布; ☆为盆内主要地层, 其它地层局部可见; ? 代表需进一步研究

蜓科化石; 杜101井1 662.2~1 947.0 m一段流纹岩与泥灰岩为哲斯化石群; 少数钻孔如TB86井见安山岩和N103井见流纹岩, 分别获得U-Pb法同位素年龄368±7 Ma和287±5.1 Ma, 为C-P火山岩; 另在杜1-4井、洮6井、芳深6井和榆参1井均见有华力西期

花岗岩或闪长岩(U-Pb同位素年龄在236±3 Ma~364±3 Ma)^[16]。

从东北区域古地理研究获知, 中二叠统杜尔伯特组为黑色板岩及变余砾岩, 实为磨拉石建造, 其上大石寨组(一心组)为黑色泥板岩和细砾岩互层, 应

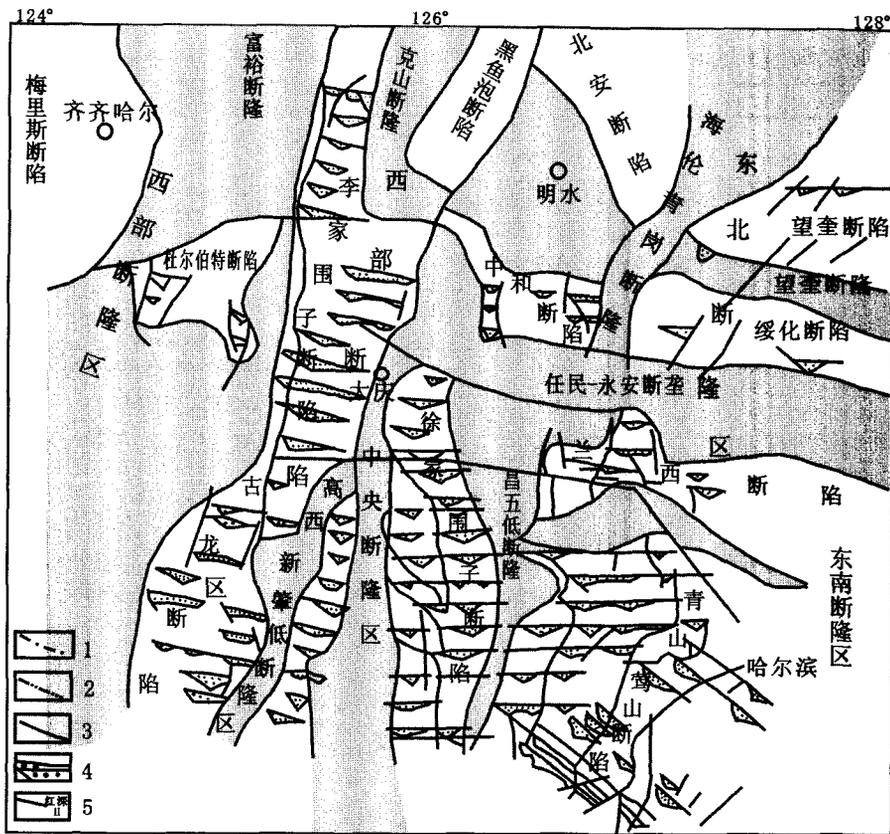


图5 松辽盆地北部断陷层构造格架图^[19]

Fig.5 Fault depression structure of the northern Songliao Basin^[19]

1.断隆界限; 2.断陷界限; 3.断层; 4.凹陷; 5.剖面测线位置

属残留海盆沉积;上二叠统哲斯组为灰黑色板岩、千枚岩、粉砂岩夹蚀变英安岩以及泥板岩等,可视为火山弧,上部为侏罗系大庆群蚀变火山岩、火山碎屑岩及砂泥岩、砂砾岩夹薄煤层和粉砂岩,与古生代地层呈不整合接触。朱德丰等^[20]认为盆地的基底这套岩层,为增生弧造山带发育的记录,其构造线为北东东向。叶茂等^[21]认为自新元古-早古生代首次就发生松嫩地块与佳木斯地块走滑式俯冲,残留有644.9~566.9 Ma的蓝片岩纪录为证;直至志留纪洋盆闭合,相继发生走滑碰撞式地体拼贴,并有435~405 Ma花岗岩侵入;至早泥盆世,地壳由南向北运动,额尔古纳地块西南区域因受其它两地块之间的左行走滑影响,形成具有拉分性质的陆缘裂陷槽,发生贫火山活动的深水沉积,演化至中、晚泥盆世,地块又产生走滑式碰撞拼贴,并伴有辉长-闪长岩侵入和海底中、基性火山喷发;直至早石炭世,发生右旋移动和碰撞,海盆走滑作用完全消失,地块发生韧性剪切变形,同时伴随花岗岩闪长岩侵入,在华北北缘的贺根山并有蛇绿岩侵入,至此亚洲大陆基本形成。故可认

为本区石炭-二叠纪时产生NE或NNE方向多组裂谷带,它们应属于地壳伸展作用下东西向伸张的造山裂谷;从而三叠纪又发生造陆运动,地壳整体抬升转为大陆环境。总之,东北地区古生代地体,普遍具有独特NNE及EW向的“软碰撞、弱造山、多走滑”的现象发生^[21, 22]。

3.3 岩石圈构造格局

根据满洲里-绥芬河地学断面的地质和地球物理特征(图6)分析,可分为额尔古纳-兴安徽地块、松嫩-张广才岭微地块和佳木斯-兴凯微地块^[23, 24]。

3.3.1 额尔古纳-兴安徽地块

本区的西北边界为蒙古-鄂霍茨克拼接带,东南边界为黑河、贺根山拼接带。地块内尚有额尔古纳、德尔布干和嫩江深断裂。基底见有古-中元古代兴华渡口群(1 634~1 000 Ma)为活动陆缘建造,其上覆盖为新元古代绿片岩相扎兰屯群,厚13~15 km,地震波速度为6.0~6.15 km/s;以穆棱为界,东、西侧各不一致,东侧速度6.25~6.32 km/s,西侧为6.35~6.70 km/s。在海拉尔以东地壳上部有一低速块体,

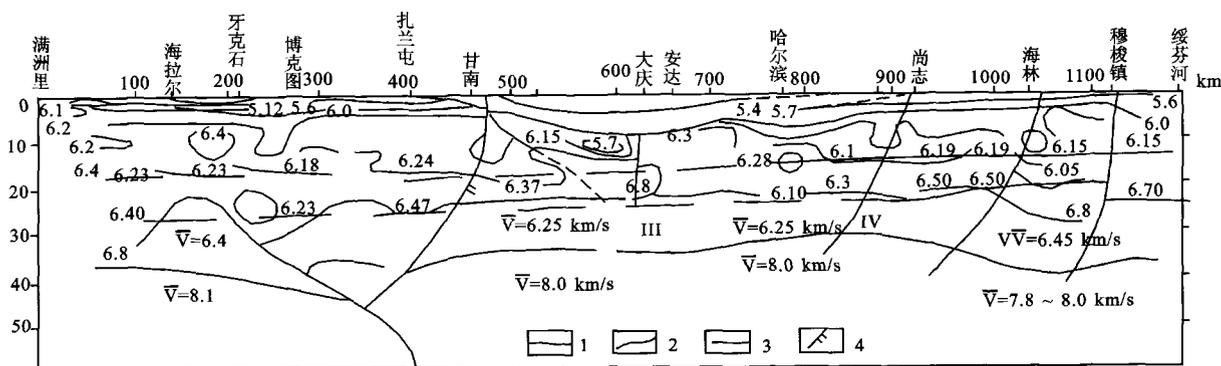


图6 满洲里-绥芬河地学断面二维速度结构图及界面图^[23]

Fig.6 Manzhouli-Suifenhe Geoscience Transect 2D velocity structure and interface figure^[23]

1.M面或基底; 2.速度等值线; 3.界面; 4.断裂; I.黑河-贺根山拼接带; II.嫩江断裂; III.孙吴断裂; IV.佳木斯-伊兰断裂; V.牡丹江拼接带; VI.敦化-密山断裂

以西有一高速块体,显示出大型推覆构造的特征,并切过大兴安岭,可能为山根残留成因。在嫩江断裂带见有海西期花岗岩(307~336 Ma)侵入,由辉长岩-闪长岩组合,属于I型花岗岩,为板块碰撞前、后隆起成因的产物,代表了弧后海盆内闭合环境。地球物理场的重力异常相对很低,由 $-70 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ ~ $-10 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$,平均水平梯度每千米升高 $0.5 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$;磁异常除海拉尔盆地以外,区内磁场变化剧烈,上延20 km仍有异常反映,说明大兴安岭花岗岩带延伸很深,地壳厚度为32~36 km,地热值为 40.2 mW/m^2 ^[23]。

3.3.2 松嫩-张广才岭微地块

该微地块挟持于黑河-贺根山拼接带与牡丹江拼接带之间。基本为松辽盆地的范围,以中央断裂为界,两侧的地壳结构存在明显不同,西部的两侧是以浅变质沉积岩为主,厚度约为10 km左右;中部结晶基底为变质岩,地震波相清晰,下部地壳的震相不清晰,反应超基性岩成层性不强;但在东侧,纵向上见有两个低速层和一个高速层。第一低速层的深度大约为12 km,第二低速层为25 km,高速层为18 km。而东部的上部地壳亦为浅变质沉积岩,厚约15 km,靠近佳木斯-伊通断裂附近反射线复杂,局部出现低速块体;下部震相比西部清晰。其莫霍面走向亦呈NNE向展布,为一地幔隆起带,最浅的位置是在明水-安达-长岭一线,深度小于29 km。莫霍面向东、西两侧深度逐渐增大,西侧靠近大兴安岭出现两个凹陷,最大深度达46 km;东侧莫霍面平缓下降,亦有两个凹陷,其中一个与张广才岭位置一致,最大深度达38 km,另一个与长白山脉相对应,深达42 km。该区重力异常总体比较平缓,磁异常总体变化亦不甚剧烈,

在-270~250 nT之间变化;地温变化平缓,地热值高达 69.9 mW/m^2 ,高于全球平均值(63 mW/m^2);电性整体表现为低阻,电阻率为 $3 \sim 8 \Omega \text{ m}$,幔内高导层深度约60 km左右,地壳厚度较薄,约为29~36 km^[23]。

3.3.3 佳木斯-兴凯微地块

该区结晶基底由前寒武系太古宙TTG岩系、麻粒岩和早元古代孔兹岩系组成。在古生代佳木斯微地块处于上升剥蚀环境,而兴凯微地块分布有C-P地层。全区为负重力异常,在牡丹江以东,出现局部重力高,磁异常表现为正异常,正、副异常相间出现,变化剧烈。电性表现为高阻体,其电阻率较张广才岭略低。地热温度偏低,在 46.5 mW/m^2 。幔内高导层深度在80~90 km,呈抬升趋势。在佳木斯附近深处(26 km左右)有一低速带;在兴凯微地块深度约20 km左右存在一高导层。地壳厚度约35~39 km。

3.3.4 岩石圈速度结构特征

图7已清晰地揭示,额尔古纳-兴安、松嫩-张广才和佳木斯-兴隆微地块拼合而成,如用“塞冰模型”的概念,完全可以解释其拼合过程和动力机制^[25]。

显而易见,本区岩石圈呈“三明治”特征。关于地壳中的低速层,深浅不一,无固定连续的顶界面,但底界面却十分稳定,深度为230~240 km,甚至可直达Moho面。其低速带代表新生的岩石圈地幔,而高速带代表了早期岩石圈地幔异常体,两者呈犬牙交错,反映新生地幔对早期地幔的取代^[25]。

和上述地表地壳构造相互关系一样,岩石圈(V_p)速度结构,在垂向上亦具有“立交桥式”构造样式。在浅层速度等值线总体呈NNE-NE向展布,与陆相盆地构造线几乎完全一致;在45~90 km深度,岩石圈地幔的速度等值线呈NNW~SW方向展布,并在松

辽盆地的东、西两侧分布有长达数百千米的高速层; 90~240 km深度的低速异常圈层 $V_p=8.0\sim 8.2$ km/s, 可分为两类: 分别在90~170 km, 呈EW向展布和170~240 km, 相对均匀分布; 最深为340~400 km, 出现环形高速异常体。

总之, 从松辽盆地上叠地表陆相地层-下伏T5以下的晚古生代至结晶基底-岩石圈的“三个层式”构造格局来看, 为NNE-NE向与EW向构造相互交错, 换言之, 在空间上是呈现“立交桥式”的构造样式(如图7立体示意图)。

4 深部找藏的思路与建议

4.1 延变型叠合盆地的厘定

贾承造^[26]曾指出, 对不同构造演化阶段沉积的原型盆地, 在时间上继承、空间上叠置所组成具有叠加地质结构的多类型盆地组合, 称之为叠合盆地。

据区域内188个花岗岩中锆石同位素年龄数据统

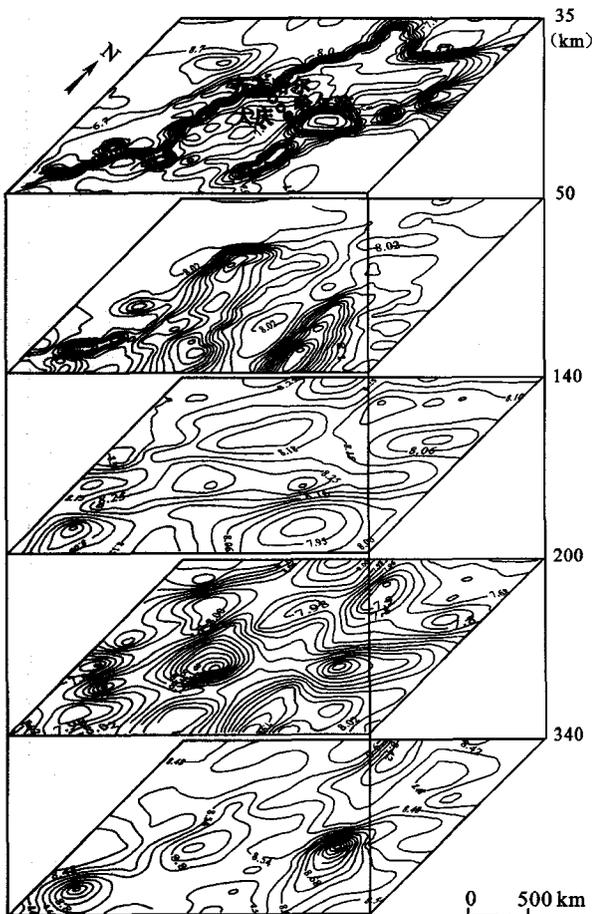


图7 东北地区不同深度 V_p 速度等值线立体示意图
(据张兴洲等 2008 资料改绘)^[25]

Fig.7 Contour dimensional schetch for the V_p velocity in the different depth in Northeast China^[25]

计^[23], 上述3个微地块中, 均有早古生代450~350 Ma花岗岩分布, 阐明为重要的构造固结期; 至晚石炭-二叠纪发生了重大变化, 海侵范围转为北窄南宽, 形成EW向造山带, 按此推测, 晚古生代本区可能为前陆盆地沉积。

从图8可以得知, 以松辽盆地和二连盆地为代表的中-新生代陆相盆地, 是在东北亚大陆裂谷背景下形成的。它们的分布范围和形态与晚石炭-二叠纪海相沉积盆地基本一致^[27], 故可视为延变型古-中(新)生代叠合盆地。

概而言之, 可将松辽叠合盆地, 视为是一个大型的“矿盆”(盆内富产石油、天然气, 在盆地外围的大兴安岭、小兴安岭产有大量多金属矿产)、“热盆”(地热梯度甚高, 比世界所有含油气盆地都高)、“破盆”(盆内断裂、褶皱纵横丛生, 具有火山-岩浆频繁侵入与喷发, 破坏盆地的完整性)、“浆盆”(盆地内部及外围分布有多期火成岩)、“歪盆”(盆地中央隆起两侧的凹陷并不对称)和“水盆”(从古生界为海相, 连接古亚洲洋, 三叠纪后盆地抬升为陆相广泛沉积)。

4.2 深部找藏的思路与建议

就松辽盆地而言, 初步建议应将海相油气藏和火山岩型油气藏作为深部找藏的主攻方向。从亚洲最深钻井, 即我国塔里木盆地完井深度达8 404 m的塔深1井来看, 该井在8 000 m以下深度, 发现液态烃^[28], 而且有空洞型储层, 暗示深部有效储集体的赋存。据朱光有等^[29]研究, 认为本区比渤海盆地的地温梯度高, 可将深层油气定义在5 500 m以下。亦即是在石炭系-二叠系烃源岩发育的区域, 或者凹陷深部的烃源灶区域可能早期烃源业已充注, 如后期无构造破坏的区域, 应有较大的勘探潜力。现分述如下:

4.2.1 深部海相找藏潜力

鉴于目前在松辽盆地的陆相盆地底部, 钻探普遍见有含油C-P海相地层和花岗岩, 但至今尚未发现具有规模的海相油气田。通过对陆相盆地和海相盆地地质特征的对比分析, 认为该盆地可作为预测深部海相油气藏的参考^[30]:

(1) 陆相断陷盆地的沉积中心与生烃中心一致, 而海相生烃中心不一致。

(2) 陆相盆地的储层以碎屑岩为主, 而海相盆地是以碳酸盐储层为主。

(3) 陆相盆地多为单旋回盆地, 而海相盆地多为叠合改造盆地。



图8 东北地区中、新生代盆地与晚古生代盆地的叠合关系(据张兴洲等,2008)^[27]

Fig.8 Superimpose relation of the Mesozoic-Cenozoic and Late Palaeozoic basins^[27]

(4)陆相盆地与海相盆地保存环境存在明显差异。前者因成藏时间较晚,成岩演化中,泥岩常为直接盖层,形成良好的封存环境,而后者因生藏时间早,经历多期构造作用,极易破坏,促使油气发生逸散与改造。

(5)陆相盆地油气晚期成藏,而海相系为多期成藏晚期定位。

可运用已知松辽盆地陆相成藏地质规律,结合上述和海相成藏残留盆地的差异特点,进行预测找藏,应是有效的捷径。

4.2.2 深部寻找火山岩型油气藏应是当前重中之重

正如前述,徐家围子断陷及万金塔、孤店、乾安和昌德等地成藏特征无一例外地证明 CO_2 气藏及其它含 He 、 H_2 、 N_2 等非烃类气体在空间上均与火山岩息息相关,而且在松辽盆地内的基性到酸性火山岩流体包裹体, CO_2 与 CH_4 含量的变化,呈现了相反的趋势,而火山岩气相包裹体中 CH_4 最高含量可达31.9%,因此无机成因的烃类气体的成藏贡献不容忽视(表5)^[7]。

火山作用可促使有机质加速生烃过程,不外有3个因素:一是温度升高;二是可以起到矿物催化剂作用,因为火山岩中常含橄榄石、沸石等矿物,可提高有机质的生烃量和转化率,而且火山热液中的Ni、Ca、Cu、Mn、Zn、Ti、V等过渡金属,可起到有机质热降

解催化剂的作用;三是火山气体中,通常含有大量的 H_2 ,也可以提高有机质的转化率。松辽盆地的庆深火山岩气田的天然气,业已证实主要气源来自下部晚侏罗世和早白垩世火山岩和煤系地层和泥岩,可作为幔源的佐证^[31]。

大量勘查资料业已证实,本区无机成因、富含 CO_2 的天然气主要来自幔源^[32]。总之,松辽盆地是处于三大板块挟持地区,区域地质背景属于镶嵌地块增生造山活动带,深部岩石圈呈现“三明治”状结构,并具有“立交桥式”构造格局,火山-岩浆活动剧烈。这些都是形成深部火山岩型气藏的优越条件:

(1)松辽盆地深部地温场呈环状分布。据59口井地热梯度资料^[33]统计,平均地温梯度为 $38^\circ\text{C}/\text{km}$,全区大地热流值平均为 $1.443 \times 10^{-6} \text{ k}/\text{cm}^2\text{s}$ 。据李志安等^[33]模拟结果:从晚侏罗世开始,地幔热流值迅速增高,达到第一高峰($67 \text{ mW}/\text{m}^2$),后衰减至白垩世晚期再次增高(其值 $51.7 \text{ mW}/\text{m}^2$)。正与依泽奈奇板块俯冲消亡和晚侏罗世-早白垩世火山-岩浆活动旋回基本一致,无疑为区域内深部找藏提供了地质依据。

(2)地壳断裂、岩石圈断裂分布区、大型隆起带两侧坳陷隆起转换部位,往往是构造脆弱带,可能成为沟通地球深部幔源成因无机气向上移动的良好通道,往往在封蔽条件下,应是深部成藏的有利场所。

表5 徐家围子地区火山岩及矿物中流体包裹体的类型及主要成分^[7]Table 5 Type and major components of the fluid inclusions in volcanic rocks and minerals in the Xujiaweizi area^[7]

井号	岩石名称	包裹体类型	气相 (%)						液相 (%)				
			CO ₂	CH ₄	CO	H ₂	H ₂ S	SO ₂	H ₂ O	CO ₂	H ₂ S	CH ₄	SO ₂
宋深2	灰绿玢岩	原生气液	57.5	27.0			15.5		47.7	24.3	9.7	13.4	4.9
宋深3	角闪黑云 流纹岩	岩浆熔体	43.5	11.3	32.4			12.8					
		原生气液	45.0	31.9			23.1		36.7	45.1		18.2	
肇深5	黑云流纹岩	后期气液	79.0	10.1			10.9		28.3	54.7	8.9	8.1	
		原生气液	81.1	10.8			8.1		16.6	59.3	11.8	12.3	
四深1	石英	原生气液	60.8	24.7	12.3	2.2							
芳深3	方解石	原生气液	94.7	1.2	4.0	0.1							

注:数据由西安地质矿产研究所激光拉曼探针室分析测试

如对盆地古中央隆起带两侧的壳断裂(即T5以下的深断裂)可视为无机气的主要通道,从万金塔、孤店等地的CO₂气藏分布,即是位于断拗过渡带的构造部位,为深大断裂控气的印证。

(3)另从地震资料获知^[33],西部凹陷为陆相和海相盆地范围重叠地区,该区的地壳较薄,地温高,而且也有松吴-双辽大断裂通过,无疑具备了良好的成藏条件。如金6井、金65井及乾124井,在青山口组地层中钻遇了玄武岩;古106、古130等深井氦气含量高达0.3%;古31井、塔301井天然气中氦、氩同位素异常表明有幔源氦气的混入;在莫80井及乾安地区高含量CO₂的发现等信息,均暗示该区具有较大的找藏潜力。

(4)浅部中-新生代的火山机构,往往亦是深部构造的相应,也是无机成因气源的储藏地区。如徐家围子芳深2井即是令人信服的实例。

4.2.3 深部找藏的具体建议

现今业已查明,松辽盆地陆相油(气)盆地具有幔源天然气成藏的场所,而且在盆地的下部,普遍分布有晚古生界海相地层,基本具备海相油(气)田的成藏地质条件,因此本区深部找藏前景应是很有希望的,提出以下建议:

总的战略方针应该是“区域展开,重点突破”八个字。所谓“区域展开”也就是围绕松辽盆地外围的盆地群,除了首先优选成藏条件良好的盆地布置钻井验证之外,在区域内应充分搜集重、电、磁、震、钻及遥感等地质资料,对区域成藏条件进行深入研究,针对当前情况应着重解决下列三个地质认识问题:1)对佳木斯微地块内完达山地体的认识,在MT剖面显示有平缓断裂现象,区内Pt地层分布的构造应予以查明,如果证实推覆构造深部具有扩大三江盆地油气远景之可能,也就是对三江盆地的找藏前

景应重新评价;2)对海拉尔盆地推覆构造的确定;3)对二连盆地深部晚古生代海相地层找藏评价。

其次,“重点突破”是指对松辽盆地应运用高精度的重、电、磁、震、钻井等资料,结合大量同位素年代学和地球化学方面资料,首先对西部凹陷(中-古生代拗陷区)的区域建立“四维”地质成藏模型,从而预测与规划全盆地的深部油气勘查工作。杨文采等^[34]对深层油气地球物理勘探提出四种尺度(即区域尺度、盆地尺度、圈闭尺度和油气储层尺度),逐步地解释盆地深层油气赋存的空间与规模问题,可作今后勘查工作参考。

(1)区域尺度。应用地磁场、重力场、地温场、大地电磁场、地震波速度场的基础上,依据大地构造物理学理论和方法,查明区域地壳与上地幔性质的不均匀特性和原因,提出中、下地壳流体活动与盆地油气生成相关信息,为油气远景评估提供基础资料。

(2)盆地尺度。盆地内大量地震数据,含有极其丰富的地层、岩性和流体信息,应用有源体波CT技术,可准确地测量和反演P、S波波速,相继可以达到解释深层油气赋存的空间与规模的目的。

(3)圈闭尺度。依据地震数据处理不仅可以对构造成像,而且可以系统提取深层油气赋存的地层、岩性和流体信息,对宏观指导钻探工程布设,可选择在最有油气远景的复杂油气圈闭段进行验证。

(4)油气储层尺度。主要为开展井中物探,发现井间剩余油气的技术研究和试验。

5 结束语

松辽盆地是处于佳蒙地块构造活动增生造山带,具有“立交桥式”构造格局,多层烃源层和多期火山-岩浆事件等优越成藏的地质条件,应是深部海相油气田最佳场地,毫无疑问,亦是大庆油田有限责

任公司提出的“确保储量再三年,持续增长到百年”有力地质依据。

在综合重、电、磁、震、钻井、遥感等大量地质资料基础上,若再运用钻井、地震波场反演与层析成像,及三分量声波场测井等方法,创新与发展第四代油气地震勘探处理^[34],将会取得深层找藏的理想效果。与此同时,开展区域内盆地群的勘查和研究,可以坚信“百年大庆”的规划将会变成现实。

致谢:在研究过程中,承蒙五位博士生导师:许文良教授、牛树银教授、罗照华教授、王登红教授、和王家林教授的热情指导,又蒙中国地质科学院资源研究所的谢桂青博士、江苏省有色金属华东地质勘查局唐俊华博士对初稿提出很宝贵意见,在此敬表谢忱。

参考文献:

- [1] 侯启军,冯志强,冯子辉. 松辽盆地陆相石油地质学.北京:石油工业出版社,2009.
- [2] 周建波,张兴洲,马志红,等. 中国东北地区的构造格局与盆地演化,石油与天然气地质[J],2009,30(5): 530-538.
- [3] 上官志冠,郑雅琴,董继川.长白山天池火山地热区逸出气体的物质来源,中国科学(D辑)[J],1997,27(4): 318-324.
- [4] 郭占谦,康大臣,王卓卓.具中国特色的石油地质理论,新疆石油地质[J],2010,31(4): 429-433.
- [5] 李锦轶.中国东北及邻区若干地质构造问题的新认识,地质评论[J],1998,44(2): 339-347.
- [6] 冯子辉,邵红梅,童英.松辽盆地深气田深层火山岩储层储集性控制因素研究,地质学报[J],2008,82(6):1-9.
- [7] 侯启军,杨玉峰.松辽盆地无机成因天然气及勘探方向探讨,天然气工业[J],2002,22(3):5-10.
- [8] 吕志成,段国正,郝立波,等.大兴安岭中段二叠系大石寨组细碧岩的岩石学地球化学特征及其成因探讨,岩石学报[J],2002,18(2): 212-222.
- [9] 张居和,方伟,李景坤,等.松辽盆地徐家围子断陷深层天然气成因类型及各种成因贡献,地质学报[J],2009,83(4): 579-589.
- [10] 冯子辉,印长海,齐景顺,等.大型火山岩型气田成藏控制因素研究-以松辽盆地庆深气田为例,岩石学报[J],2010,26(1): 21-32.
- [11] 付晓飞,宋岩.松辽盆地无机成因气及气源模式,石油学报[J],2005,26(4):23-28.
- [12] 滕吉文,田青,韩立国.中国双相沉积盆地、古老结晶基底与东北地区深层潜在油气藏,吉林大学学报(地球科学版)[J],2008,38(4): 527-552.
- [13] 戴金星.五大连池地幔成因天然气,石油实验地质[J],1992,14(2):200-203.
- [14] 李先奇,戴金星.中国东部二氧化碳气田(藏)的地球化学特征及成因分析,石油实验地质[J],1997,19(3): 215-221.
- [15] 霍秋立,杨步增,付丽.松辽盆地北部昌德东气藏天然气成因,石油勘探与开发[J],1998,25(4):17-19.
- [16] 梁爽,彭玉鲸,姜正龙.松辽盆地基底“多层结构”的探讨及其意义,世界地质[J],2009,28(4):430-475.
- [17] 胡望水,吕炳全,张文军,等.松辽盆地构造演化及成盆动力学探讨,地质学报[J],2005,40(1):16-31.
- [18] 唐克东,邵济安.中亚褶皱区构造演化问题-俄罗斯学者近年研究成果评价,现代地质[J],1997,11(1):21-28.
- [19] 云金表,殷进垠,金之钧.松辽盆地深部地质特征及其盆地动力学演化,地震地质[J],2003,25(4):595-608.
- [20] 朱德丰,任延广,吴河勇,等.松辽盆地北部隐伏二叠系和侏罗系的初步研究,地质科学[J],2007,42(4): 690-708.
- [21] 叶茂,张世红,吴福元.中国满洲里-绥芬河地学断面域古生代构造单元及其地质演化,长春地质学院学报[J],1994,24(3):241-245.
- [22] 吴福元,曹林.东北亚地区的若干重要基础地质问题,世界地质[J],1999,18(2):1-13.
- [23] 钱桂华,郭念发.中国东部深部地质与成矿作用(M).北京:石油工业出版社,2005.
- [24] 杨宝俊,穆石敏,金旭,等.中国满洲里-绥芬河地学断面地球物理综合研究,地球物理学报[J],1996,39(6): 772-782.
- [25] 张兴洲,杨宝俊,吴福元,等.中国兴蒙-吉黑地区岩石圈结构基本特征,中国地质[J],2006,33(4): 816-822.
- [26] 贾承造.21世纪中国石油地质理论问题与陆上油气勘探战略.北京:石油出版社,2005.
- [27] 张兴洲,周建波,迟效国.东北地区古生代构造沉积特征与油气资源,吉林大学学报(地球科学版)[J],2008,38(5): 719-725.
- [28] 翟晓光,顾忆,钱一雄.塔里木盆地塔深1井寒武系油气地球化学特征,石油实验地质[J],2007,29(4):329-333.
- [29] 朱光有,张水昌.中国深层油气成藏条件与勘探潜力,石油学报[J],2009,30(6):793-802.
- [30] 牟书令.中国海相油气勘探理论与实践.北京:地质出版社,2009.
- [31] Z. O. Feng. Volcanic rocks as prolific gas reservoir: A case study from the Qingshen gas field in The Songliao Basin NE China, Marine and Petroleum Geology[J],2008,25: 416-432.
- [32] 刘嘉麒,孟凡超,崔岩等.试论火山岩油气藏成藏机理,岩石学报[J],2010,26(1): 1-13.
- [33] 李志安,张博闻,钟建华.松辽盆地残留地台成因机制研究,大地构造与成矿学[J],1997,21(2): 124-128.
- [34] 杨文采,于常青.深层油气地球物理勘探基础研究,地球物理学进展[J],2007,22(4): 1238-1242.

Three-layer Tectonic Framework and Deep Oil Reservoir Prospecting in the Songliao Basin

HE Wei-hui^{1,2}, ZHEN Yun-qing^{1,2,3}, CHEN Zhong^{1,2}, WU Jing^{1,2}, DIAO Qian¹,
HAN Hong-qing^{1,2}, BAO Yi^{1,2}, ZHOU Jin^{1,2}, YANG Wei^{1,2}, WANG Pei-ye^{1,2},
ZHANG Hong-wei^{1,2}, WU Jin-feng^{1,2}, SUN Xue-fang^{1,2}

(1.Eastern China Geological & Mining Organization for Non-ferrous Metals in Jiangsu Province, Nanjing 210093,China;

2.Team 814, Eastern China Geological & Mining Organization for Non-ferrous Metals in Jiangsu Province, Zhenjiang 212005,China;

3.NO.3 Bureau, China Exploration & Engineering Bureau, Taiyuan 030002,China)

Abstract: Songliao Basin is a structure belt controlled by the Siberian plate, North China plate and Pacific plate, which belongs to the mosaic micro-massif active orogenic belt in the Jiameng block. It is an extension and variant superimposed basin formed by Mesozoic-Cenozoic continental oil-bearing basin superimposing on the late Paleozoic marine basin. Mesozoic-Paleozoic strata in the basin show the dual structure of water and fire. Volcanic-magmatic activity in the area is frequent with the features of multi-period, multi-cycle and multi-intrusive-eruptive center, and it also has the superimposed oil reservoir with features of organic and inorganic, continental facies and marine facies. The “opening” and “closing” tectonic activity is the appearance of collapse rift. Based on the study of “three-layer” structure pattern of the surface (continental basin), crustal (marine late-Paleozoic residual basin) and lithosphere, it appears to be NNE-NE and EW “overpass type” structural pattern. In short, Songliao basin has the features of broken basin (fracture developed, volcanic- magmatic activity destructed), mine basin (basin rich in oil and gas reservoirs with wide distribution of polymetallic mineral on the edge of the basin), hot basin (geothermal gradient appear to be higher), magmatic basin (large amount of volcanic rocks and igneous rocks distributed within and outside the basin), crooked basin (depression and fracture on both sides of the central uplift are not symmetrical), and water basin (produced from the Paleozoic to Mesozoic and Cenozoic sedimentary rocks). In view of the reservoir forming effects of superimposed basin, and since deep marine carbonate rock type or volcanic rock type gas reservoir can be taken as the main direction of reservoir prospecting, a strategic guideline of “regional prospecting and major breakthrough” as well as concrete proposals of deep reservoir prospecting were also put forward. By the research and forecasting, it is preliminarily considered that the deep part has favorable reservoir prospecting potential, so it is also proved that the grand plan of “centennial Daqing” will be achieved in the future.

Keywords: Jiameng block; extension and variant superimposed oil and gas basin; “overpass type” structural pattern; deep oil reservoir prospecting proposal