

中国松辽盆地的构造发育特征与油气聚集

杨继良

(大庆油田科学研究设计院)

松辽盆地处于中国东北部,是中新生代的陆相沉积盆地。盆地呈北北东方向展布,长750公里,宽330~370公里,面积约26万平方公里。大庆油田位于这个盆地的中部。

盆地的边界为古生代以前的变质岩和火成岩的露头所圈定,盆地内部主要是成大面积分布的白垩纪沉积岩和成岩性差的新生代地层,只在盆地边部可见到侏罗系的露头。目前的松辽盆地既是以白垩系为主的沉积盆地,也是周围为山脉丘陵所环绕的地形上的盆地。

一、深层构造特征

松辽盆地的深部是上地幔隆起。莫霍面的起伏与中生代沉积盆地宏观的构造形态成镜像关系相似。莫霍面最浅处小于29公里,其位置与浅部的古龙凹陷和长岭凹陷相当。莫霍面的上拱与浅部的大型构造坳陷之间有一定的成因联系(图1)。

中生代沉积盆地的基底与周围山区出露的地层相似,主要由古生代和前古生代变质岩及古生代以来的各类火成岩所组成,还广泛分布着华力西、加里东和燕山期的花岗岩。按照各类岩石的分布和组合特征,将松辽盆地的基底划分为九台、乾安—明水、富拉尔基三个复背斜和长岭—肇东、安广—林甸两个复向斜。它们的轴向约呈北东 25° ~ 40° 方向延伸。根据地震资料,基底要深处超过7000米(图2)。

松辽盆地的形成与断裂有密切的关系。影响较大的壳断裂有嫩江—白城、依兰—伊通和孙吴—双辽等三条。这些壳断裂呈北北东方向延伸,在其附近发育有大量的火成

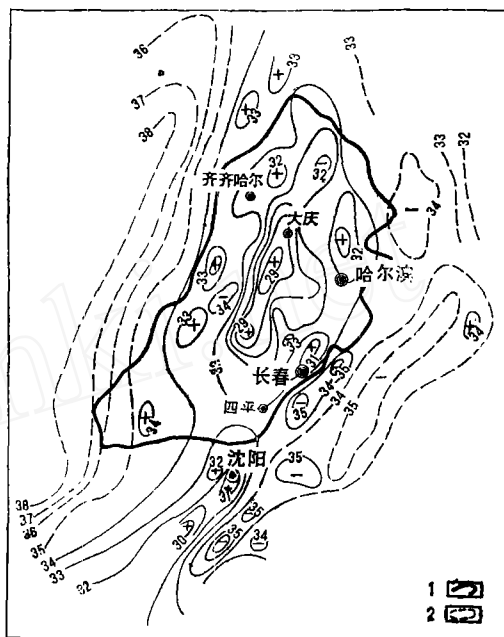


图1 松辽盆地莫霍面等深线图

1—松辽盆地边界线; 2—莫霍面深度等值线

本文1982年5月5日收到

岩。基底断裂也比较发育,有北东~北北东、北西、近南北和近东西方向四组,沿着这些基底断裂分布着不同时期的花岗岩侵入体。这些断裂对于盆地的形成和发展、对盆地内部凹陷相间的构造格局的形成、对盆地内部的沉积分区,均起着重要的作用^[1]。

二、中生代构造发育特征

松辽盆地中生代构造的基本面貌是迭置在断陷之上的大型坳陷。

松辽盆地及其附近地区缺失三迭纪沉积。古生代变质岩基底之上,层位最老的沉积岩是侏罗系。盆地内中生代地层层序见图3。

在松辽盆地范围内,零散分布着许多侏罗纪的断陷。断陷的类型包括两侧均有断层控制的地堑式断陷和一边断裂一边超覆的箕状断陷。沿着断裂普遍有火山喷发,致使侏罗系中夹有多层火山岩和火山碎屑岩。侏罗纪的沉积岩厚度,有些断陷中可超过1000米。通过近年来的地震工作,圈定了许多侏罗系的分布区。每个断陷的面积一般是数百到一千多平方公里,大者可达数千平方公里。松辽盆地内部侏罗纪的构造景观和地层岩性特征,与盆地周围地区相似。侏罗纪时,松辽盆地还没有形成一个与周围地区有显著差别的独立的构造单元。

在下白垩统登娄库组沉积时,松辽盆地才开始形成与周围地区差别较大的构造单元。登娄库组下部地层(登一、二段)的分布范围主要受基底断裂所控制。这些断裂走向以北北东向为主,断距一般是数百米甚至上千米。由孙吴—双辽壳断裂向上延伸分开,到古生代基底成为泰康—北正镇和明水—孤店两个断裂带。由这两个断裂带控制,在齐家—古龙—乾安一带,形成面积17200平方公里的裂谷型断陷,其形态与贝加尔湖裂谷和红海裂谷相似。东部断陷在太平川—朝阳沟一带,面积8100平方公里。两个断陷之间有一条呈北北东方向展布的古中央隆起带,位于安达—肇州—肇源—扶余—钓鱼台一带(图4)。

登娄库组上部地层(登三、四段)的沉积范围基本上还是受断陷控制,而又逐渐扩



图2 松辽盆地基底构造纲要图

- | | |
|-------------|-------------|
| 1—复式背斜轴线; | 2—复式向斜轴线; |
| 3—基底断裂; | 4—板岩、千枚岩; |
| 5—碳酸盐岩类; | 6—片麻岩、片岩; |
| 7—前古生代花岗岩类; | 8—加里东期花岗岩类; |
| 9—华力西期花岗岩类; | 10—燕山期花岗岩类; |
| 11—现今盆地边界 | |

大, 并超覆到古中央隆起带之上。到登娄库组沉积末期, 沉积范围大于五万平方公里, 除少数高凸起外, 基本上将古中央隆起带覆盖, 形成中间连通的两大坳陷, 具有向大型坳陷过渡的特点 (图4)。

登娄库组本身构成一个粗—细—粗的完整沉积旋回, 总厚度大于1500米, 是一套近物源快速沉积的碎屑岩。登一段是厚层砂砾岩; 登二段是暗色泥岩较发育的泥岩与厚砂岩的间互层; 登三、四段是具正韵律特征的厚层块状砂岩与灰绿、紫褐、灰黑色泥岩的

系	统	阶	组	段	柱状剖面	厚度 (米)	岩 性 描 述	油气 显示	生油 层
第四系						0~143	黄、黄灰色砂层, 砂砾层。		
第三系	上新统		泰康组			0~165	上部灰黄色泥岩, 下部砂砾层。		
	中新统		大安组			0~123	上部灰绿, 灰色泥岩, 下部砂砾层。		
	始新统		依安组			0~256	黄绿、灰色泥岩, 砂砾岩夹褐煤。		
白 垩 系	上 统	马阿斯特里特阶	明水组	2		0~381	棕红、灰绿色泥岩和砂岩互层。		
				1		0~243	深灰、灰绿色泥岩和砂岩、砂砾岩。		
		坎盆尼阶	同方台组			0~413	棕红、灰绿色泥岩和浅棕红色砂岩、砂砾岩互层。		
				5		0~365	灰绿、棕红色泥岩夹灰白色砂岩。		
				4		0~300	灰绿、灰色泥岩夹灰白色砂岩。		
				3		47~118	灰白色砂岩和灰黑色泥岩互层。		
				2		50~252	灰黑色泥岩, 底部油页岩。		
				1		27~222	灰黑色泥岩夹灰白色砂岩。		
		上侏罗阶	姚家组	1		0~150	灰绿色泥岩与灰白色砂岩互层。		
				1		0~60	灰白、灰绿色砂岩间夹灰绿、棕红色泥岩。		
	下 统	深沟堡阶	青山口组	3		53~552	灰绿、灰黑色泥岩间夹灰白色砂岩和介形虫层。		
				2		25~112	灰黑色泥岩, 底部油页岩。		
		阿尔必阶	泉头组	4		0~128	灰白色砂岩与棕红、灰绿色泥岩互层。		
				3		0~529	褐红、暗紫红色泥岩与棕灰、浅灰绿色砂岩互层。		
				2		0~479	紫褐色泥岩夹浅紫红色砂岩。		
		阿普第阶	组	1		0~885	棕灰、灰白、浅灰绿色砂岩夹紫褐、暗紫红色泥岩。		
				1		0~212	棕灰、灰白色砂岩与紫褐、褐灰色泥岩互层。		
	统	巴列姆阶	登娄库组	3		0~562	灰白、棕灰色砂岩夹灰黑、紫褐色泥岩。		
				2		0~700	灰黑、绿灰、紫褐色泥岩夹灰白、棕灰色砂岩。		
				1		0~119	杂色砾岩夹紫褐、灰黑色泥岩。		
侏罗系						>1000	灰白、灰色砂岩间夹灰黑、灰色泥岩和煤层, 并夹玄武岩、安山岩、流纹岩、凝灰岩。		

图3 松辽盆地中新代地层剖面图

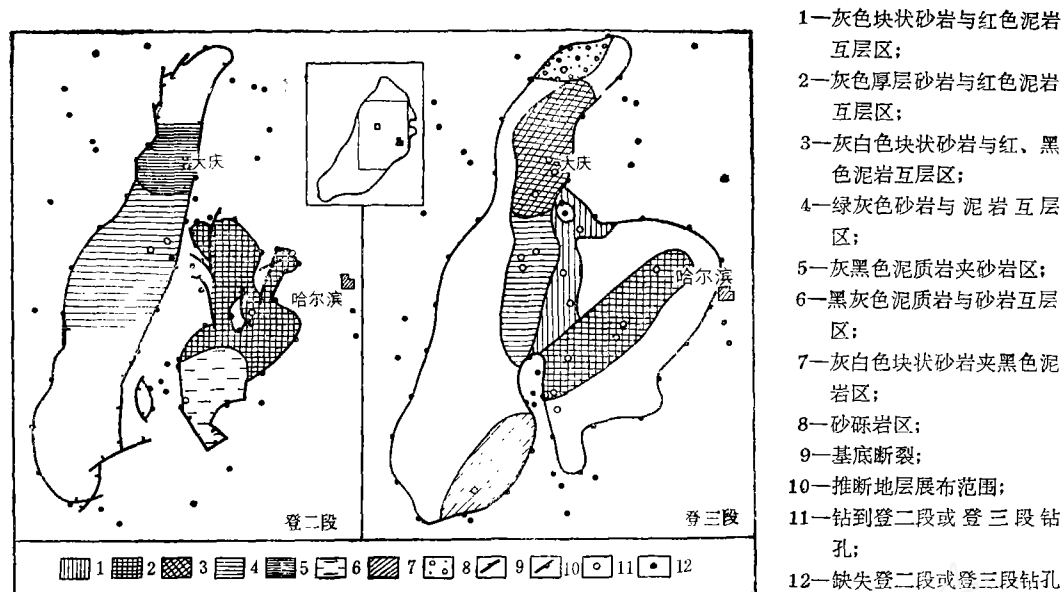


图4 松辽盆地白垩系登娄库组二、三段岩性分区图

间互层。部分地区在登娄库组中还可见到凝灰岩和石膏的薄夹层。

白垩系泉头组至嫩江组沉积时期，是大型沉积拗陷形成和发展的全盛时期。沉积范围超出断陷的边界而逐渐扩大，各组段地层逐层向边缘超覆。在盆地边缘嫩江组二段地层可直接超覆到侏罗纪及其以前的老地层之上，沉积范围在二十万平方公里以上。在发展过程中西部拗陷扩大，东部拗陷减缩，到青山口组沉积时，形成一个包括齐家、古龙、乾安、三肇等地区的大型统一的沉积拗陷。

这个时期形成的河湖相碎屑沉积总厚度可达3000米以上，在纵向上由三个次一级的旋回组成一个粗—细—粗的完整沉积旋回。由于存在着位置基本上稳定的长期持续沉降的拗陷区，在盆地中部形成了湖区或沉积中心，相应地在湖区周围分布着滨湖、三角洲和河流等沉积相带。在以沉降为主伴随波动上升的总趋势下，当沉降速度大于沉积补偿速度时，湖区范围扩大，沉积了较大面积的泥质岩，反之，则砂质岩比较发育。由于大型拗陷是迭置在裂谷型断陷之上的，断裂的活动时期导致了拗陷的沉降速度加快，断裂的宁静时期使得沉积与沉降渐趋平衡，从而造成了快速湖浸、缓慢湖退，形成松辽盆地主要的生储盖组合。

在拗陷期中，青山口组一段和嫩江组一段沉积时，湖区范围均大于8万平方公里，沉积了松辽盆地最有利生油层。通过近年来的地层古生物研究，青一段的时代约相当于赛诺曼或阿尔必期，嫩一段的时代约相当于赛诺期。这与距今约1~1.1亿年和7500万年时两次全球性的沉降期基本相当，表明断裂的活动和盆地的大幅度沉降均与世界范围的板块构造运动有着密切关系。

嫩江组沉积后，松辽盆地经历了一次褶皱运动，初步形成了凹隆相间的构造面貌，并形成了嫩江组与四方台组之间交角很小的不整合。

上白垩统四方台组、明水组和下第三系依安组沉积时期，沉降活动减弱，盆地边部

特别是盆地东部隆起, 拗陷渐趋萎缩。四方台组和明水组的沉积中心向西移到齐家—古龙凹陷和长岭凹陷的西部, 下第三系依安组的沉积中心北移到依安附近。沉积范围基本上仍然受大型拗陷的控制。由于拗陷的萎缩和边部被剥蚀, 目前仅在两万多平方公里范围内见到下第三系地层, 上白垩统四方台组和明水组共厚1000多米, 下第三系依安组厚250米以上。

盆地内部在白垩纪与第三纪之间、新老第三纪之间经历了两次构造运动, 使嫩江组末期形成的平缓的褶皱带进一步发育完整, 并形成一些浅层的褶皱构造。这两次构造运动的影响程度是不一样的。白垩系与下第三系之间不整合面上下地层的交角不大, 下第三系的构造形态基本上与上白垩统相似, 均成平缓的褶皱, 依安组一般只覆盖在明水组之上。上下第三系之间不整合面上下地层交角较明显, 构造形态差异较大, 上第三系以近似水平的产状可覆盖在白垩系各组段和下第三系地层之上。因此新老第三纪之间的构造运动是很重要的, 这次构造运动标志着大型拗陷发展阶段的结束, 基本上形成了与现代近似的构造景观。

晚第三纪到第四纪时, 松辽盆地呈现出与现代类似的平原沼泽面貌。上第三系沉积在盆地西部比较发育, 主要是沿着古嫩江等形成河流相砂砾层和河间洼地沉积, 大安组和泰康组共厚200多米。多种成因的第四系广泛分布于全盆地, 在盆地西部河流相的砂砾层较发育, 最厚可达140米以上。上第三系和第四系成近于水平的产状覆盖在不同层位的下伏地层之上。

三、中生代构造运动 特点及其对沉积的控制作用

自侏罗纪以来, 松辽盆地构造运动的表现形式是早期断裂、中期沉降、晚期褶皱。

在侏罗系和下白垩统登娄库组沉积时期, 松辽盆地构造运动的表现形式以断裂为主。由断距数百米到上千米的断层切割, 形成了地堑式断陷、箕状断陷, 以及地垒和断阶带 (图5)。

褶皱运动的影响是次要的, 没有形成明显的波状起伏的褶皱带, 主要成断块起落或一侧为断层切割的大型鼻状构造。此时期的断陷对沉积的控制是很明显的, 它控制了这些层段沉积岩的有无、厚薄以及不同沉积相带的分布。

白垩系泉头组至嫩江组沉积时期, 构造运动的表现形式是以沉降作用为主。盆地中部地区在裂谷型断陷的基础上继续沉降, 形成基本上稳定并重合的沉降中心和沉积中心, 围绕着沉积中心形成了环带状分布的相序, 并具有陆相沉积拗陷的多物源 (当时有6~8个物源) 和近物源的基本特征。沿着北北东向的深拗陷, 也就是顺着盆地的长轴方向, 形成碎屑物质供应最充分、分布面积最广的主要沉积体系。这种多沉积体系中的主要的沉积体系顺着拗陷的长轴发育的特点, 从许多现代湖泊及其主要支流的分布关系上都可以反映出来。在垂直拗陷的长轴方向, 斜坡较短, 坡度较陡, 水流较急, 河流运载了大量碎屑物质, 进入深湖区后, 流速突然变慢, 在短距离内沉积了很厚的砂质岩, 形

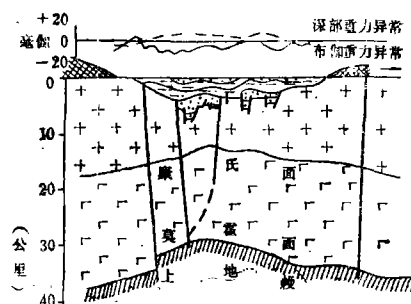


图5 松辽盆地深浅层构造剖面图

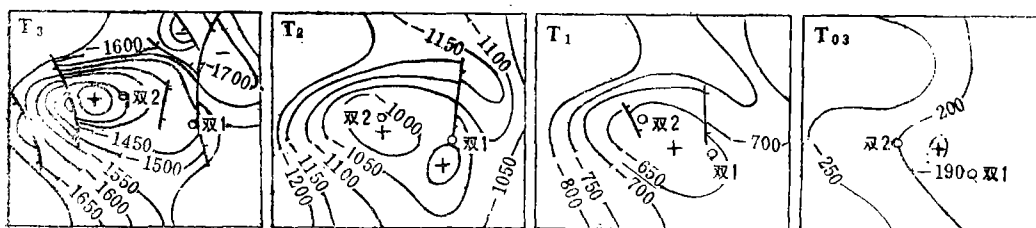


图6 双兴古构造发育史图

成了水下扇和浊流沉积。

在古地形和下伏的断块、凸起等因素的影响下,造成了沉积厚度和沉积物的差异。在沉降和沉积过程中形成了深层幅度大向上变小的同生构造,以及同生断层和滚动背斜。相应层位又是良好的生储盖组合,这样就为油气聚集提供了良好的圈闭条件(图13)。

此外,由于差异压实作用,在砂岩相对发育的部位,形成了一些幅度很小的隆起,为在以后的褶皱运动中背斜构造的形成奠定了基础。

大型坳陷在以沉降作用为主的时期,褶皱作用并不明显,地层保持了接近沉积后的平缓产状,只是在沉积过程中形成了一些小断距的断层。尽管在这个阶段中间,由于短时期的上升,在盆地边部造成部分地层的缺失,上下地层之间仍为交角很小的平行不整合关系。

白垩系嫩江组与四方台组沉积之间、白垩纪与第三纪之间、新老第三纪之间的三次褶皱运动,逐步形成了白垩系和下第三系平缓褶皱的构造形态。盆地东部,构造运动较强,形成比较明显的凹隆相间的褶皱带。背斜构造带隆起较高,以致有些背斜构造的顶部青山口组或泉头组地层受到剥蚀,缺失地层厚度达1000米以上。盆地中部是由几个凹陷组成的大型坳陷,并在坳陷中间形成大型背斜构造带—大庆长垣(图7)。盆地西部是平缓东倾的斜坡,只零散地分布着一些小幅

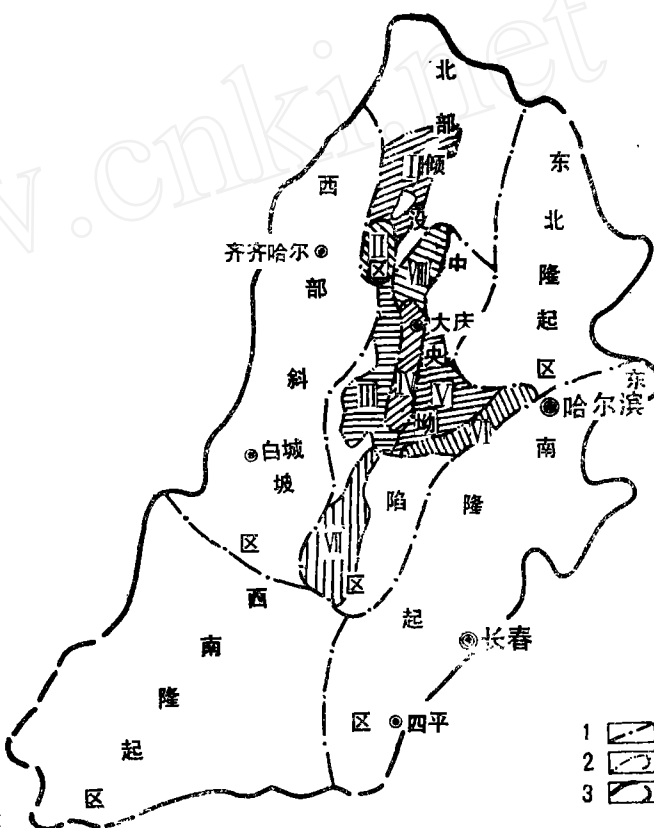


图7 松辽盆地构造分区图

- 1—一级构造分区线; 2—二级构造分区线; 3—盆地边界线;
 I—依安凹陷; II—乌裕尔凹陷; III—齐家—古龙凹陷;
 IV—大庆长垣; V—三肇凹陷; VI—朝阳沟阶地;
 VII—长岭凹陷; VIII—黑鱼泡凹陷

度的背斜和鼻状构造。

虽然经过这三次褶皱运动形成了松辽盆地的各个正向和负向的二级构造带, 以及许多良好的背斜圈闭, 但从总体上看褶皱运动的强度还不是很强烈的, 因而在构造变形方面具有以下的特点:

- 1、只是在中浅部地层中褶皱构造比较发育, 浅层构造的幅度大于深层。
- 2、地层倾角较小, 一般区域性倾角小于 1° , 构造两翼的倾角一般在 $1^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 之间, 只局部较陡处可大于 10° 。
- 3、在全盆地已发现的一百多个较明显的局部构造中, 鼻状构造约占三分之一以上。在已圈闭的背斜构造中, 绝大部分是短轴背斜和穹隆, 只有约5%是长短轴比例大于5:1的长轴背斜。
- 4、以褶皱构造为主, 断层处于伴生或从属的地位, 如在北东走向的大庆长垣上已发现多条北西走向的断层, 断层的延伸长度和断距, 比起褶皱的幅度来只是次要的。大量的断距20~50米的小断层主要起着使构造复杂化的作用, 这与深部的以断块构造为主的特点有着明显差别。

5、比较明显的背斜构造带多分布在深层断裂带的附近, 往往也是拗陷期沉积的岩性和厚度变化较大的部位。也有一些是在原有的构造雏型的基础上进一步发育起来的。

综合上述可以看出, 松辽盆地现今构造面貌的形成是多期的多种构造营力的结果, 在不同时期又有其主要的构造运动表现形式。断裂作用对于控制侏罗系和白垩系断陷的形成和深层构造面貌起着重要的作用, 并影响着白垩系大型拗陷的形成和发展, 还对部分二级构造带的形成起着一定的作用。沉降作用主要控制了大型拗陷的形成和发展。后期褶皱作用的强度并不是很大的, 因而在大型拗陷的宏观面貌上, 形成了平缓的褶皱带(图8)。

四、构造发育与生油的关系

如前所述, 构造对沉积的控制作用是很清楚的, 在纵向上对于有利的生储盖组合的形成, 在平面上对于各种沉积相带以及有利的生储油相带的分布, 都有着深刻的影响。但是能否形成有利的生油层, 还受到区域地质背景及构造发育情况的约束。

从区域地质条件分析, 松辽盆地深部莫霍面埋藏较浅和盆地基底分布着大面积的花岗岩, 为烃类的转化提供了高地温场(平均地温梯度达 $3.7^{\circ}\text{C}/100\text{米}$)。沉积面积最大的白垩系嫩江组二段的厚层灰黑色泥岩, 广泛覆盖在松辽盆地的主要生油层之上, 为加速烃类的转化提供了被盖式的聚热环境。高地温的封闭盆地, 加之松辽盆地生油母质的主要类型是腐泥型干酪根, 这类干酪根在较低的温度下即可达到成熟。这些因素综合起来, 导致了松辽盆地的生油岩具有生油门限浅、成熟相带分布短的基本特征。松辽盆地的主要生油层一般在深度约1100~1300米, 温度 $60\sim 70^{\circ}\text{C}$ 时, 即可达到生油门限。

从古构造发育条件分析, 生油岩的埋藏深度是否曾经达到过生油门限的深度, 也是评价生油潜力必不可少的条件之一。在松辽盆地, 依据沉积相带与构造发育的配合关系, 可分为以下几种情况:

1、长期持续发育的凹陷，沉积中心与沉降中心基本上重合，沉积了较厚的富含有机质的深湖相黑色泥岩，上覆层的沉积厚度较周围地区大，相同层位的生油层比其它地区可以较早地达到生油门限，且后期没经过大幅度的上升。因而生油层较厚，生油持续时间长，是生油条件最好的地区，如古龙凹陷。

2、在盆地发展的拗陷期，沉积了有利生油的深湖相黑色泥岩。但由于后期沉降幅度较小，只是下部的生油层埋藏深度达到了生油门限，而埋藏较浅的黑色泥岩没有达到生油门限，因而降低了这样地区的生油潜力，如乌裕尔凹陷。

3、在拗陷期沉积了有利生油的黑色泥岩，由于持续沉降，到白垩系嫩江组末期达到最大的埋藏深度，青山口组甚至嫩江组一段都可能达到过生油门限深度，应当有过大量生油的过程。但是由于嫩江组以后的构造运动，使地层抬起遭受剥蚀。结果是一部分生油层又浅于门限深度，降低了生油潜力，如三肇凹陷东部地区和朝阳沟阶地一带。

4、在与盆地内有利生油层相当的层段，深湖相的黑色泥岩并不发育。虽然后期的沉降已达到相同层位生油层的生油门限深度，还是不能形成有利的生油层，如依安凹陷。

综上所述，只有原始的沉积条件和后期的构造发育两者能够较好地配合，才能形成有利的生油层和相应的有利生油区。从各种类型的凹陷对比，长期持续下沉的深凹陷是生成油气的最有利地区。

五、构造与油气聚集关系

从松辽盆地的地质条件分析，切过主要生油层段并延伸到浅部的大断层不发

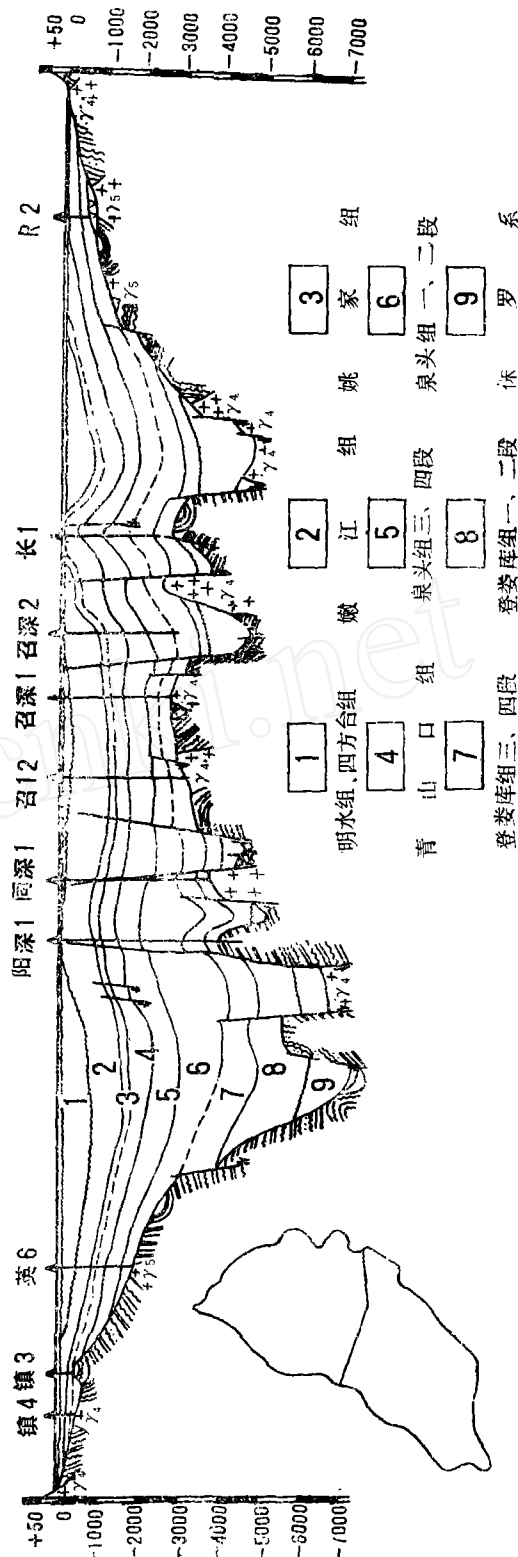


图8 镇赉—双城地质横剖面图

育,中浅层主要成平缓的褶皱,缺少油气在纵向上大量运移的条件,因而在纵向上有利生油层附近的储集层含油最丰富,在有适当的盖层或隔层的条件下可以形成多套油水组合。离主要生储油层段较远的或次生油气藏是较少的。

陆相沉积砂岩在平面上岩性变化较大,连通性不好,松辽盆地主要的不整合面是在嫩江组顶面以上,没有切过主要的生储油层,在平面上油气以短距离运移为主,缺少长距离大规模运移的条件,造成油气在平面上的分布受有利生油区的控制。

在具备了生油和构造圈闭条件之后,正向二级构造带和各种类型的局部圈闭的形成时间与邻近的生油凹陷中烃类大量生成和运移的时间能否很好地配合,是这些圈闭中能否储集油气的一个重要的条件。

生油凹陷附近,在沉积过程中长期发育的构造,从深层到浅层都具备了圈闭条件,当烃类大量生成后,就会就近运移到这类圈闭中,因而这类圈闭是油气聚集的理想场所。松辽盆地的勘探实践也证实了在有利生油区内长期发育的构造,基本上均形成了含油气的圈闭。

除了上述类型的构造外,松辽盆地中较明显的局部构造和背斜构造带是在白垩系嫩江组沉积以后的几次褶皱作用下逐步形成的。当中央坳陷区内青山口组生油层已达到生油门限深度时,在较深的部位嫩江组一段生油层也达到了生油门限深度,即已进入了烃类大量生成并可从生油层中向外运移的时期。构造圈闭的形成时期与烃类生成运移时期配合较好,是松辽盆地油气藏形成的重要原因。特别是深坳陷附近的背斜构造带和其它类型的局部圈闭,更是油气聚集的有利部位。

通过对大庆长垣构造发育史与油气藏形成关系的分析表明,构造圈闭逐渐形成和扩大的过程,也是油气逐渐运移聚集的过程。从几个时期古构造高度与含油高度对比,可以看出油气是多期聚集的,即由于几次褶皱运动使古构造的面积和高度逐步增大,含油面积和高度也相应地增大。

构造圈闭与油气聚集的关系,除生油条件外,关键要看与沉积条件和水动力条件的配合情况。在松辽盆地这样的大型沉积坳陷中,湖滨过渡相带是储集油气的有利部位。有利的砂体类型包括分流平原河道砂、决口扇砂、河口砂坝砂、三角洲叶状体砂、席状砂、滨浅湖透镜状砂、水下扇和油流等。这些砂体邻近深湖相的生油岩,油气运移首先要进入到这类储集层中。特别是在中薄层透镜状或条带状砂分布区,砂体在平面上连通性较差,地层水矿化度较高、水动力作用并不活跃,小幅度的背斜构造、断层遮挡均可形成有利的圈闭使油气富集,也有利于形成岩性或其它类型的隐蔽油藏。而在连通性较好、单层厚度较大的河道砂和三角洲叶状体部位,地层水矿化度较小,水动力作用相对比较活跃,闭合差仅20~40米的小幅度构造就不能形成有利的油气圈闭。当然在构造圈闭很好的情况下,如大庆长垣这样的大幅度大面积的背斜构造带,对于泛滥平原相河道、三角洲叶状体等厚层砂岩也可做为有利的储集层而使油气富集。

区域构造背景对沉积相带和生、储油条件的影响,以及构造圈闭对油气聚集的作用都是很清楚的。油气的聚集和富集,则要靠多方面因素的配合。多方面的有利条件配合得越好,油气富集的程度也就越高。例如大庆长垣是面积较大、闭合幅度也大的背斜构造带,具有良好的圈闭条件,同时还有一些其它条件配合,这些条件主要是:

- 1、位于长期发育的生油凹陷附近，油源充足；
- 2、位于顺拗陷长轴发育的主要沉积体系部位，储集层厚度大，储油物性好；
- 3、储油层上下为生油层所夹持，形成良好的生储盖组合；
- 4、构造形成时期与烃类大量转化、运移时期配合较好；
- 5、后期被剥蚀破坏程度较轻；
- 6、水动力条件不很活跃。

在这样多方面有利条件配合下，才能形成陆相沉积盆地中的大油田。

六、松辽盆地的形成机制

关于松辽盆地的形成机制，从全球构造分析，地幔对流和板块活动控制了松辽盆地的形成和演化，其发育历程与其它张裂型克拉通内盆地相似。

经过古生代晚期的华力西运动使地壳大范围隆起，并伴有强烈的岩浆活动，特别是有大规模的花岗岩侵入，松辽盆地就是在这样的背景上开始演化的。演化的开始是热隆张裂阶段（图9）。根据地幔对流学说，由于放射性热能的聚集，可使地幔的下层膨胀变轻，发生地幔对流，形成板块的离散运动和引张构造。三迭纪到侏罗纪时期，松辽盆地深部的地壳发生热膨胀隆起，由于热穹隆作用，引起大陆板块的初始张裂，长期处于被剥蚀状态的松辽盆地，直到中晚侏罗世时才开始有小面积的断陷式沉积。

早白垩世登娄库组时期，在陆内张裂作用下，孙吴—双辽壳断裂的中段活动较强烈，向上分开形成裂谷型断陷两侧的泰康—北正镇和明水—孤店这一对断裂，还形成了一些控制沉积的基底断裂。此时进入了松辽盆地的裂陷阶段。登二段的沉积范围明显地受到狭长的裂谷所控制，登三、四段的沉积范围虽扩大一些，但仍然是受断裂控制，且其沉积分布的外形近似三分枝状。

按照登娄库组相当于欧特里夫和巴列姆阶的对比意见，松辽盆地形成早期即裂陷阶段的延续时间约为五百万年，沉积速率为250~400米/百万年，平均292米/百万年。大于一般地台和地槽的沉积速率，与裂谷的一般沉积速率（300米/百万年）相近似。只是松辽盆地裂陷阶段没有形成较厚的泥质岩，非补偿沉积不很发育。

由于深部莫霍面的拱起产生拉张应力场，造成松辽盆地内部裂谷型断陷持续的

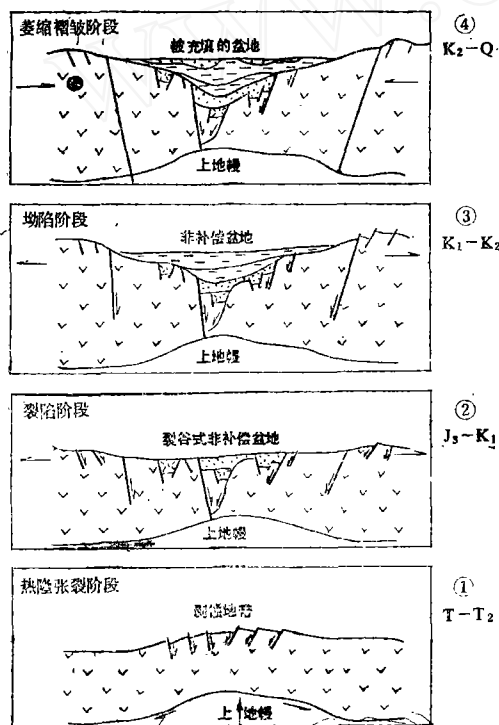


图9 松辽盆地构造形成机制图

时间并不长。由于区域重力的均衡调整作用,并由于海底扩张的加速和太平洋板块的俯冲,使松辽盆地下面的大陆块没有继续分裂成为新的洋盆,而是造成盆地整体下沉,使裂陷向坳陷转化,进入盆地发展的全盛时期,即白垩纪陆内**复合坳陷期**。

这个时期地壳运动的特点是以较快速的稳定沉降为主,并伴有间歇性的波动上升。沉降速度较长时间的大于沉积速度,在盆地中分布着较大面积的深湖区,形成以非补偿沉积为主的沉积,并沉积了盆地内的主要生储油岩系。这个时期的沉积速率还是比较大的,泉头组为120~290米/百万年,青山口组到嫩江组减小到30~80米/百万年。

约在晚白垩世时期,日本海开始扩张,给大陆以向西的挤压力,影响到松辽盆地,产生褶皱运动,松辽盆地东部地区大面积上升,形成背斜褶皱带与凹陷带相间排列的宏观面貌。

晚白垩世中期以后,松辽盆地深部地壳的调整渐趋均衡,盆地全面上升,湖盆明显收缩。沉积范围由上白垩统四方台组的7.3万平方公里,到下第三系依安组收缩为2.1万平方公里。由于盆地东部褶皱上升,上白垩统四方台组和明水组的沉积中心明显西移约20~30公里。沉积速率也减小到20米/百万年左右。仅在长岭凹陷地区可达41米/百万年,反映了**坳陷渐趋萎缩**。

萎缩褶皱阶段构造运动的特点是以上升运动为主的波动升降运动,并有三次强度不很大的褶皱运动。经过新老第三纪之间的构造运动之后,使得已经具有雏型或基本定型背斜构造带、凹陷带和局部构造进一步发育完整,并形成一些浅层的构造,从此大型坳陷基本上停止发育,形成与现代构造面貌相似的景观。

关于松辽盆地的性质,我们认为应属于克拉通内部的复合型盆地,主要有四个特点:

(1) 松辽盆地的基底为大陆型,地壳厚度约29~33公里,与西西伯利亚、北海等克拉通内盆地相似。而弧后盆地的基底一般为海洋型,地壳厚度较薄,约为5~20公里。

(2) 克拉通内盆地的形成与陆内地壳的减薄和熔融的地幔物质上涌有关。由于热构造弯作用,发生早期张裂,盆地开始下沉;且埋藏的地堑构造具有分枝的三联形式,北海盆地和西西伯利亚盆地都有这样的特点,松辽盆地的形成机制也与上述相似。

(3) 松辽盆地地温梯度较高,全盆地平均3.7℃/100米,在盆地中部和东部地区可达4.2℃/100米。西西伯利亚盆地的地温梯度是3.75℃/100米。

(4) 松辽盆地中新生代的构造面貌,总的是在裂谷型断陷基础上起伏平缓的褶皱。这与一般的克拉通内盆地造山变形作用不强烈的特点一致。

综上所述,尽管松辽盆地所处的位置距大陆边缘较近,其某些特征与弧后盆地相似,但其基本特征与克拉通内盆地相似。应属于陆壳中的盆地,而不属于边缘盆地。考虑到松辽盆地在形成和发展过程中,早期的裂陷作用和中晚期的坳陷作用,在成因上与北海盆地相似,故将松辽盆地称为克拉通内复合型盆地。

参 考 文 献

- [1] 杨继良、王大赉、史若珩: 松辽盆地构造发育特征与大型构造油田的关系, 第二届全国构造地质学术会议论文选集, 第三卷, 科学出版社, 1982年10月
- [2] 王衡鉴、曹文富: 松辽湖盆白垩纪沉积相模式, 《石油与天然气地质》第2卷, 第三期, 1982年9月
- [3] 杨万里、高瑞琪、李永康、张明辉: 松辽湖盆的生油特征及烃类的演化, 《石油学报》, 第1卷增刊, 1980年

DEVELOPMENT CHARACTERISTICS OF STRUCTURE
AND PETROLEUM ACCUMULATION IN
THE SONGLIAO BASIN, CHINA

Yang Jiliang

(The Scientific Research and Design Institute of Daqing Oil Field, China)

Abstract

The Songliao Basin in NE China is a Meso-Cenozoic continental sedimentary basin and belongs to the intracratonic one of a combination type. Its basic structural framework is a large depression superimposing a taphrogeny. The formation of the basin was related to the global plate activity. Its growth underwent four stages of scattered taphrogeny, rift-taphrogeny, depressing and shrink-folding, forming correspondingly various types of deposit, the combination of source-reservoir-cap rocks and traps. The good coordination between the formation time of traps and the times of generation and migration of hydrocarbon played an important role in the formation of a great number of oil and gas pools in this basin. Besides the good entrapment effect of the large anticlinal structure, the coordination of several favourable conditions for generation, accumulation and preservation of petroleum is also a very important factor for the formation of the Daqing Oil Field.