

松辽盆地南部深层 油气藏形成与分布

刘宝柱 景成杰 著

石油工业出版社

松辽盆地南部深层油气藏 形成与分布

刘宝柱 景成杰 著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书系统介绍了松辽盆地南部深层断陷的构造演化史、断层的发育、构造样式及其组合特征,碎屑岩和火山岩的储层特征、油气成因类型、油气成藏特征及油气分布规律。提出深层断陷分割性强、构造演化差异大是烃源岩演化、成藏史和保存条件差异大的主要原因,由此导致各断陷的油气相态、油气聚集规模、油气勘探潜力和勘探思路有所不同。

本书可作为石油地质研究和油气勘探工作者的参考材料,也可作为高等院校相关专业师生的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

松辽盆地南部深层油气藏形成与分布/刘宝柱,景成杰著.

北京:石油工业出版社,2010.11

ISBN 978-7-5021-8027-0

I. 松…

II. 刘…

III. ① 松辽盆地-含油气盆地-油气藏-形成

② 松辽盆地-油气藏-分布

IV. P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 180241 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www.petropub.com.cn

编辑部:(010)64523539 发行部:(010)64210392

经 销:全国新华书店

印 刷:北京晨旭印刷厂

2010 年 11 月第 1 版 2010 年 11 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:11

字数:275 千字

定价:66.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

前 言

松辽盆地南部深层断陷分割性强,构造演化差异大,特别是目前发现油气的东南隆起和长岭断陷、英台断陷,无论在断陷发育规模、构造演化历史,还是烃源岩演化及成藏史都存在巨大差异。正因为这些差异,这些地区发现油气的相态也不尽相同,油气勘探潜力和勘探思路也不应相同。因此,总结深层断陷油气藏形成条件对认识深层断陷油气分布规律,指导油气勘探具有重要意义。

笔者利用构造解析、油气成藏及油藏地球化学的新理论和新方法,分析了东南隆起构造演化史、断层的发育、构造样式及其组合形式特征,划分了构造调节带;利用储层流体包裹体、油气地球化学等实验分析成果,结合生烃史和构造演化史,对典型油气藏进行了解剖,确定了油气成藏的期次和成藏过程;分析了油气成藏的主要控制因素,建立了成藏模式,总结了油气成藏条件和分布规律。

深层断陷主要经历热拱期、断陷期、断坳期、坳陷期和萎缩隆褶期、弱伸展凹凸期六个演化阶段。其中,四方台组和明水组属于挤压作用形成的萎缩隆褶沉积,并在嫩江组沉积末期—明水组沉积末期形成反转构造,该时期松辽盆地中部发育挤压性盆地,东部的东南隆起区一直处于隆升状态,嫩江组沉积期末—明水组沉积期末为长期隆起导致的剥蚀厚度在 600 ~ 1000m 之间。

构造样式以伸展构造样式及反转构造样式为主。伸展构造样式主要发育在断陷构造层内,以羽状、阶梯状、“y”字形组合、半地垒—半地堑四种组合形式为主。反转构造样式主要发育在坳陷构造层内,以上逆下正型、上下皆逆型、下断上褶型及断陷期上下皆正型为主。构造样式类型及组合型式丰富,为构造圈闭的形成及油气运移提供了良好的条件。

深层断陷主要分为同向式、对向式、背向式三种类型,构造基本单元为伸展断陷,伸展断陷进一步分为斜坡、凹陷中心和缓坡。陡坡边界主要以控凹大断层为界,缓坡常发育次一级正反向断层,沉积物不整合超覆在斜坡之上。油气一般从凹陷中心运移至缓坡,而后垂向运移聚集在反转构造中。

松辽盆地南部深层烃源岩热演化可以划分为四种类型,即营末强烈抬升型、持续沉降型、明末抬升型和嫩末抬升型(营末即营城组沉积末期、明末即明水组沉积末期、嫩末即嫩江组沉积末期)。营城组沉积末期发生地层的强烈抬升剥蚀,而且,成藏距今时间长,原聚集的油气特别是天然气将难以有效保存,因此,营城组沉积末期前生烃作用对现实油气藏的形成贡献不大。后期的生烃作用才是最重要的,不同断陷、不同烃源岩的生烃史时限有一定差别,主要表现在有效生烃时限

及对目前油气藏的贡献有差异。笔者认为,在很多盆地或断陷油气藏的形成与分布往往受控于生烃中心,这主要基于中国陆相生油理论的“源控论”,通过剖析德惠断陷和梨树断陷说明东南隆起部分断陷油气的形成与分布并未严格受控于沉降、沉积中心,而是受控于不同构造部位生烃时效性的差异。

松辽盆地南部天然气成因类型既有有机成因,又有无机成因,但以有机成因为主;东南隆起区主要为有机成因气,既有煤型气、又有油型气;而长岭断陷深层火山岩气藏的天然气有无机烷烃气的混入,无机烷烃气混入比例为 20.34% ~ 73.58%,无机烷烃气为岩浆—幔源成因。

松辽盆地南部深层火山岩主要以高钾—中钾钙碱性系列为主,在碱质类型中以强碱—碱性系列为主;火山岩主要为壳幔混源,且偏于壳源型;总体上以裂隙式、中心式两种形式喷发;主要存在爆发相、溢流相、火山通道相、火山沉积相四种火山岩相;历经火石岭期、沙河子期、营城期、登娄库—泉头期四个大的喷发旋回,其中以营城期喷发旋回为主。火山岩储层主要为火山熔岩和火山碎屑岩两大类。孔隙类型丰富,以气孔、溶孔、构造缝为主。酸性火山熔岩和火山碎屑岩储集类型较好,是松辽盆地南部深层重要的火山岩储层。

油气藏表现为两期成藏,早期为营城组沉积期末,晚期为嫩江组沉积期末;次生油气藏表现为晚期一次成藏,成藏期主要在嫩江组沉积期末。早期在沙河子组和营城组中形成的油气藏,在营城组沉积末期的构造运动中遭到严重的破坏;青山口组沉积期—嫩江组沉积期深层烃源岩进入二次生烃阶段,是形成油气藏的重要时期,嫩江组沉积末期的构造运动使大部分原生油气藏进一步调整,形成浅层次生油气藏。东南隆起异常低压油气藏主要是地层剥蚀卸载的弹性回返作用、流体降温收缩和油气散失量较大而后期的供烃量严重不足所致。

笔者认为嫩江组沉积期末地层抬升,使早期油气大量散失和深层烃源岩生烃作用停滞,使得东南隆起的油气丰度大大降低,油气处于散失量大于聚集量的不利状态。其中,中浅层受后期构造运动的影响较大,难以形成规模性油气藏,但深层保存条件较好的原生油气藏仍具有一定的勘探前景。而长岭断陷和英台断陷尽管烃源岩演化程度高,但具备持续供烃和良好的保存条件,成藏条件好于东南隆起。因此,深层天然气勘探要立足长岭断陷和英台断陷,而东南隆起各断陷应注意寻找埋深较浅烃源岩类型又较好的四家子型地区,同时认为气源断裂发育和多期构造运动使得登娄库组和泉一段的致密砂岩气可望成为新的勘探领域,应加强研究和勘探。

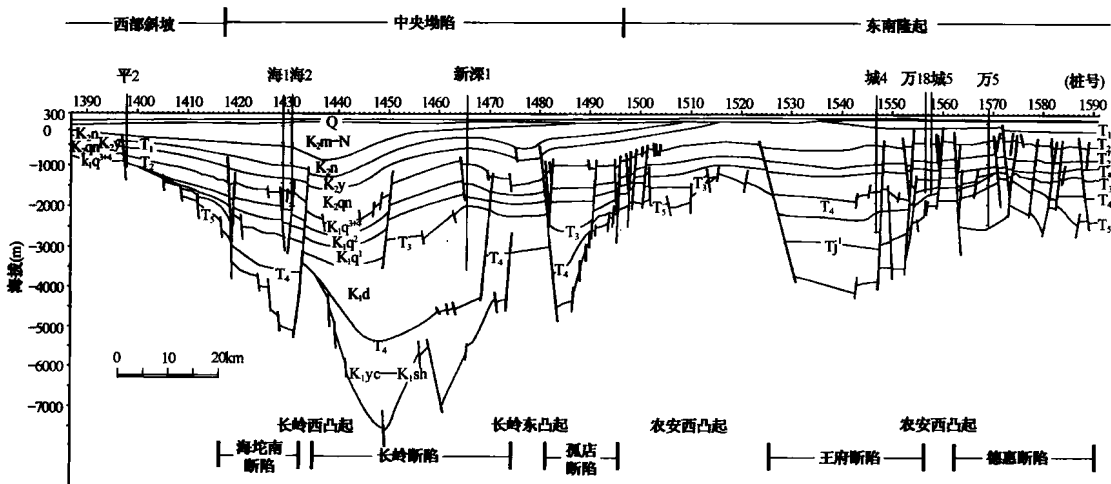
目 录

第一章 区域地质背景和构造演化特征	(1)
第一节 区域地质背景	(1)
第二节 地层分布与沉积特征	(3)
第三节 构造演化特征	(5)
第二章 构造调节带和构造样式	(12)
第一节 东南隆起区构造调节带	(12)
第二节 伸展构造样式	(20)
第三节 反转构造样式	(29)
第四节 构造样式与油气关系	(35)
第三章 烃源岩和油气地球化学特征	(39)
第一节 烃源岩发育及地球化学特征	(39)
第二节 原油地球化学特征和油源分析	(51)
第三节 天然气成因及气源分析	(63)
第四章 深层储层储集性能及其控制因素	(77)
第一节 碎屑岩储层特征	(77)
第二节 火成岩特征和储集性能	(82)
第三节 储层孔隙演化特征	(104)
第五章 烃源岩生烃时效性与成藏效应	(113)
第一节 烃源岩生烃时效性	(113)
第二节 深层断陷生烃有效性与成藏效应	(126)
第六章 油气成藏特征与分布规律	(133)
第一节 典型油气藏形成特征	(133)
第二节 成藏时限与成藏规律	(156)
参考文献	(165)

中晚期—古新世(约85—53Ma前),这种向北北西方向的运动转变为北西向,运动速度总体变小。始新世(53—35Ma前),库拉板块和太平洋板块之间的扩张轴消失,太平洋板块开始作用于欧亚板块,相对于欧亚板块的运动方向为北东(北东东)向,此后(渐新世至现今),太平洋板块向欧亚板块之下俯冲,且运动速度明显加快,运动方向为北西西、北西向,向下的俯冲引发了深部热物质的上涌,日本海、鄂克茨克等边缘海盆地形成(王骏,王东坡等,1997)。此时,远离大陆边缘的松辽盆地处于陆内北西西、北西向挤压应力环境中。总之,中—新生代处于环太平洋构造域中的松辽盆地的形成、发展、演化受控于欧亚板块与其东临的大洋板块之间的相互作用,应力环境先后经历了侏罗纪晚期—白垩纪早期的北北西、北北东向左旋张扭作用,早白垩世中晚期—古新世的北西向挤压作用,始新世的北东、北东东向弱伸展松弛作用和渐新世以来的北西、北西西向挤压作用。其中以侏罗纪晚期—白垩纪早期的北北西、北北东向左旋张扭作用和渐新世以来的北西、北西西向挤压作用最为强烈,前者是松辽盆地断陷期盆地发育的地球动力学背景,后者是盆地反转期构造发育的直接动力。

二、盆地结构和深层构造单元

松辽盆地是大型中—新生代具有断坳双重结构的复合型沉积盆地,发育了具有“断”、“坳”双层结构性质的沉积盖层(图1-2)。松辽盆地南部可划分四个一级构造单元(图1-3),分别是东南隆起、中央坳陷、西部斜坡、西南隆区;深层共划分19个断陷,分属于三个断陷带,东南隆起区深层断陷——东部断陷带,中央坳陷区深层断陷——中部断陷带,西部斜坡区深层断陷——西部断陷带。目前,中央坳陷区、东南隆起区是深层油气勘探的重要地质单元。在中央坳陷区深层的长岭断陷和东南隆起区的梨树、德惠、王府等断陷,控制着深层烃源岩、储层的分布,并与坳陷构造层沉积储层、盖层形成多套有利的生储盖组合。



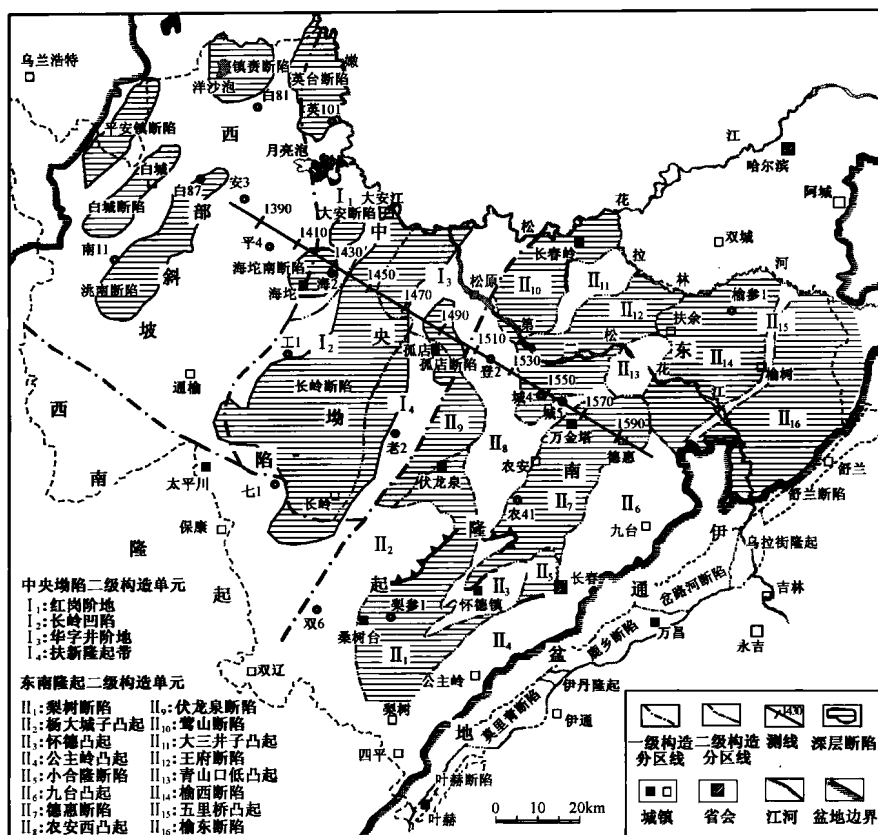


图 1-3 松辽盆地及邻区构造单元划分图

第二节 地层分布与沉积特征

盆地基底之上揭示的区域地层主要为上侏罗统、白垩系、古近系、新近系和第四系。上侏罗统主要发育火石岭组(J_3hs)；白垩系是盆地的主要沉积盖层,分上、下两统,下白垩统自下而上划分为沙河子组(K_1sh)、营城组(K_1yc)、登娄库组(K_1d)、泉头组(K_1q)，上白垩统包括青山口组(K_2qn)、姚家组(K_2y)、嫩江组(K_2n)、四方台组(K_2s)和明水组(K_2m)；古近系划分为依安组(E_{1-3y})；新近系划分为大安组(Nd)和太康组(Nt)；第四系沉积较薄,全区皆有分布(图 1-4)。

松辽盆地南部深部地层主要指下白垩统泉头组二段及其以下地层,各层段岩性及展布主要有以下特征。

泉头组二段:上部暗紫色泥岩夹粉砂岩,中部灰紫色泥岩及泥质粉砂岩,下部灰紫色泥岩夹深灰绿色泥岩及灰紫色砂岩。

泉头组一段:岩性主要为浅灰绿色细砂岩与暗紫色泥岩交互,砂岩、泥岩含钙普遍较高,见植物化石。

泉一、泉二段假整合于登娄库组之上,地层分布范围比登娄库组略有扩大,自下而上地层分布逐渐脱离断陷控制。中部断陷带断陷对泉一、泉二段分布的控制作用不明显,地层厚度横向变化比较稳定,一般在 100~1100m 之间。东部断陷带断陷对泉一、泉二段分布的控制比较明显,厚度一般为 100~600m,最厚处超过 700m。

系	统	组	段	地层代号	岩性柱状图	地层厚度 (m)	地质年龄	反射层	层序单元划分			油层	构造层		
									一级	二级	三级				
新近系	更新—全新统					0~143	1.8Ma±	T ₀₁					反转构造层		
	上新统	泰康组		N ₁₋₂ ^t		0~165	5.3Ma±	T _{0k}		III ₁	III ₃₋₄				
	中新统	大安组		N ₁ ^d		0~123	23Ma±				III _{3-d}				
古近系	渐新统	依安组		E _{1y}		0~250	65Ma±	T ₁₀₂		III	III ₂	III _{2-y}	黑帝庙油层	断陷构造层	
白垩系	上白垩统	明水组	明二段	K ₂ m ²		0~381					III ₁	III _{1-m2}			
		明一段	K ₂ m ¹		0~243						III _{1-m1}				
		四方台组		K ₂ s		0~413	73Ma±	T ₁₀₅				III ₁₋₈			
		嫩江组	嫩四—五段	K ₂ n ⁴⁻⁵		0~645		T ₁₀₄		II ₄	II _{3-n5}				
			嫩三段	K ₂ n ³		50~117					II _{3-n3}				
			嫩二段	K ₂ n ²		80~253	77.4Ma±	T ₁₀₆			II _{3-n2}				
			嫩一段	K ₂ n ¹		27~222		T ₁₀₇							
		姚家组	姚二—三段	K ₂ y ²⁻³		50~150	84Ma±	T ₁		II ₃	II _{3-n1}	萨零、萨油层			
			姚一段	K ₂ y ¹		10~80					II _{3-y}	萨二、三油层			
		青山口组	青三段	K ₂ qn ³		53~552	88.5Ma±	T ₁₋₁		II		葡萄花油层			
	青二段		K ₂ qn ²						II ₂		II _{2-qn3}	高台子油层			
	青一段		K ₂ qn ¹		25~164	97Ma±				II _{2-qn2}					
										II _{2-qn1}					
	泉头组		泉四段	K ₁ q ⁴		0~128	99.6Ma±	T ₂		II ₁	II _{1-q4}	扶杨油层			
			泉三段	K ₁ q ³		0~692		T ₂ ¹			II _{1-q3}				
			泉二段	K ₁ q ²		0~479					II _{1-q2}				
			泉一段	K ₁ q ¹		0~855	112Ma±	T ₃			II _{1-q1}				
	登娄库组	登四段			0~212		T ₃ ¹		I ₃	I _{3-d4}	深天然气层				
		登三段	K ₁ d		0~612					I _{3-d3}					
		登二段			0~700					I _{3-d2}					
		登一段			0~215	124Ma±	T ₄			I _{3-d1}					
	营城组		K ₁ yc		0~960		T ₄ ¹		I	I ₂	I _{2-y3}				
	沙河子组		K ₁ sh		0~815					I ₁	I _{1-a2}				
侏罗系	统	火石岭组		J ₃ hs			145Ma±	T ₄ ²		I ₀	I _{0-b2}	断陷构造层			
											I _{0-b1}				

图 1-4 松辽盆地地层层序特征

登娄库组:岩性为灰白色砂砾岩夹紫红色、深灰色泥岩,孢粉化石比较丰富,表现为被子植物的出现和有突肋纹孢的大量繁盛,其中被子植物棒纹粉较发育。登娄库组纵向上可分为四段,分布局限于中部和东部断陷带内。地层厚度变化大(0~1000m),中部断陷带地层厚度比较大,位于断陷中部新深1井的井深为4503.5m,揭示登娄库组2380m(未穿)。东部断陷带登娄库组主要分布在莺山、王府、德惠和梨树等断陷,沉积厚度一般在300~1000m之间,主要发育登三、登四段。登娄库组与下伏地层呈角度不整合接触,与上覆地层在凹陷区呈平行不整合

接触,坡折区呈上超层序接触。

营城组:岩性为灰黑色泥岩、凝灰岩、角砾岩和厚层状砂岩、砂砾岩,局部地区夹少量植物炭屑和煤线,孢粉化石丰富。该组是断陷晚期充填物,地层顶部普遍遭受剥蚀,残留厚度一般在 50~2900m。地震剖面上顶部削截现象明显,底界面在断陷边缘见上超现象。区域上营城组可分为三段,上部以安山岩和玄武岩为主,中部为正常陆源碎屑岩,下部为一套火山碎屑岩。

沙河子组:岩性为深灰色、灰黑色泥岩、砂质泥岩与粉砂岩、砂岩、砂砾岩互层,局部见浅灰色凝灰岩和凝灰质砂岩,夹煤线。孢粉化石以蕨类植物孢子占优势,裸子植物花粉次之。该组是断陷初期充填物,地层分布严格受断陷控制,厚度 50~1900m。

火石岭组:该组是断陷形成初期的产物,由于断裂发育,伴随火山活动形成了 50~1650m 厚的火山岩及火山碎屑岩,不整合于古生界变质岩和海西期花岗岩之上,顶面与沙河子组接触,部分地区由于沉积时的地形起伏影响和后期抬升剥蚀,直接与泉头组接触。岩性为灰绿色安山岩、紫色玄武岩和凝灰质角砾岩,局部有正常陆源碎屑岩沉积,见暗色泥岩和砂、砾岩,未见化石。

第三节 构造演化特征

自中生代以来,松辽盆地经历了多次构造运动,并受基底北东、北北东向断裂及三个北西西向的隐伏隆起带所制约,形成了东西分带、南北分区的构造格局。并且盆地发育的一系列断陷和隆起,为油气的生成及运聚创造了良好的条件。

一、构造演化的动力学过程

松辽盆地断陷成盆期(晚侏罗世—早白垩世早期)处于一种岩浆弧大地构造环境,而使松辽盆地大规模断陷成盆的是库拉板块强烈的斜向俯冲作用,这一作用下所引起的东北亚边缘巨大的左旋走滑使松辽盆地区域发育了走滑拉张性质的断陷盆地。因此,区域应力和盆地演化可划分为断裂期前热拱期、断陷期、断拗转换期、拗陷期、萎缩隆褶期、弱伸展凹凸期六个演化阶段。历经营城期末弱反转、嫩江期末强反转及明水期末强反转三次反转构造运动(表 1-1)。

1. 热拱期

二叠纪—早侏罗世,松辽地区在华力西运动作用下被挤压成北东向复式隆起,未接受三叠纪地层沉积。燕山运动 I、II 幕使隆起解体,形成两堑夹一垒的基本构造格局,盆地具雏形。

晚侏罗世早期的盆地演化是在地壳大范围隆起和强烈岩浆喷发的背景下开始的。从中侏罗世末,随着伊泽纳崎板块向东亚大陆俯冲,由于板块低角度的俯冲和地幔的拆沉作用,导致岩石圈发生东西向拉伸、减薄,并伴随不同规模的地幔物质上拱,在东北地区发生热穹隆作用和火山作用。大陆块发生初始张裂,形成以北北东向为主的壳断裂系,沿断裂发生较强烈的岩浆活动,使松辽地区处于高热流状态,直至白垩纪早期开始形成规模不等、孤立分布的中小型裂陷。

晚侏罗世热拱张裂时期,岩浆活动剧烈,火石岭组沉积时期主要接受了火山岩及粗碎屑沉积。由于地震资料品质差,关于火石岭组火山岩的空间分布仍有争议,从而对火石岭组沉积的控制因素有一定争议。一种观点认为火石岭组沉积属伸展期产物,受断陷演化控制;另一种观点认为属于穹隆状火山岩台地沉积,不受断陷控制。从目前的勘探成果来看,倾向于第二种观点。张晓东等(2000)通过对松辽盆地北部徐家围子断陷构造特征及成因的研究认为,火石岭

表 1-1 松辽盆地南部构造演化简表

地层			构造运动特征		构造演化特征	构造演化阶段
系、统	组	区域构造运动	松辽盆地南部构造运动			
第四系		T ₀₁	明水期末 强反转	弱沉降接受少许沉积	弱伸展 凹凸期	
新近系	泰康组			松辽盆地东抬西降, 中央坳陷下凹接受沉积, 东南隆起区以弱凸起形式持续抬升未接受沉积		
	大安组					
古近系	依安组	T ₀₂ 燕山Ⅴ幕	嫩江期末 强反转	形成反转构造, 中央坳陷区抬升较小, 整体上以挤压沉降为主, 东南隆起区梨树断陷下白垩统反转抬升明显, 其次为王府、伏龙泉断陷	萎缩 隆褶期	
白垩系	上白垩统	明水组		T ₀₃ 燕山Ⅳ幕	早期湖盆稳定沉降, 构造活动减弱, 嫩江期末构造反转, 遭受剥蚀	坳陷期
		四方台组				
		嫩江组				
		姚家组		T ₁		
		青山口组		T ₂		
	下白垩统	泉头组		T ₃	属区域性大幅度沉降的早期, 超覆式沉积开始发育	断坳 转换期
		登娄库组		T ₄ 燕山Ⅲ幕	盆地开始大面积整体沉降, 水体较浅, 局部构造趋于稳定	
		营城组		T ₄ (原T ₃)	前期继承, 后期抬升	断陷期
		沙河子组	T ₄ ² 燕山Ⅱ幕	断裂活动加强, 中型断陷形成, 水体加深		
侏罗系	上侏罗统	火石岭组	T ₅ 燕山Ⅰ幕	火山喷发, 地幔物质上拱	热拱期	
C—P			Tg(基底顶)			

组沉积属于穹隆状火山岩台地性质, 火石岭组沉积不受断陷控制。另外, 大兴安岭晚侏罗世大规模的穹隆上拱—火山喷发作用也可以作为佐证。因此, 可以认为火石岭组为断陷期以前的沉积, 是断陷孕育期热穹隆作用背景下的沉积产物。

2. 断陷期

早白垩世沙河子组沉积时期是断陷发育期, 断陷主要表现为半地堑(或箕状)和半地垒组合类型。如王府—德惠地区在沙河子组沉积时期, 断陷处于发育初期, 已经初具规模, 地层受控凹断层控制明显, 在剖面上梨树断陷表现为典型的半地堑形态, 德惠断陷表现为对向式半地堑—半地垒组合的形态(图 1-5)。

营城组沉积时期继承了沙河子组沉积构造格局, 是断陷继续发育时期。至营城期末受燕山运动 III 幕的作用, 盆地东部四平—哈尔滨北东向边界断裂东盘向西南方向俯冲, 北东—南西向压剪应力致使北东向控盆断裂呈右旋走滑性质, 地层北西向褶皱, 普遍遭受不同程度的剥蚀。盆地周边及中央隆起区剥蚀严重, 盆地中央深部位剥蚀轻微; 在地震剖面上形成了清晰可辨的区域角度不整合。同生断陷被强烈改造, 形成一批分割孤立的北东向后生构造半地堑。东南隆起区东侧的断陷盆地如德惠、榆树断陷中表现最为明显, 梨树、王府断陷相对较弱。

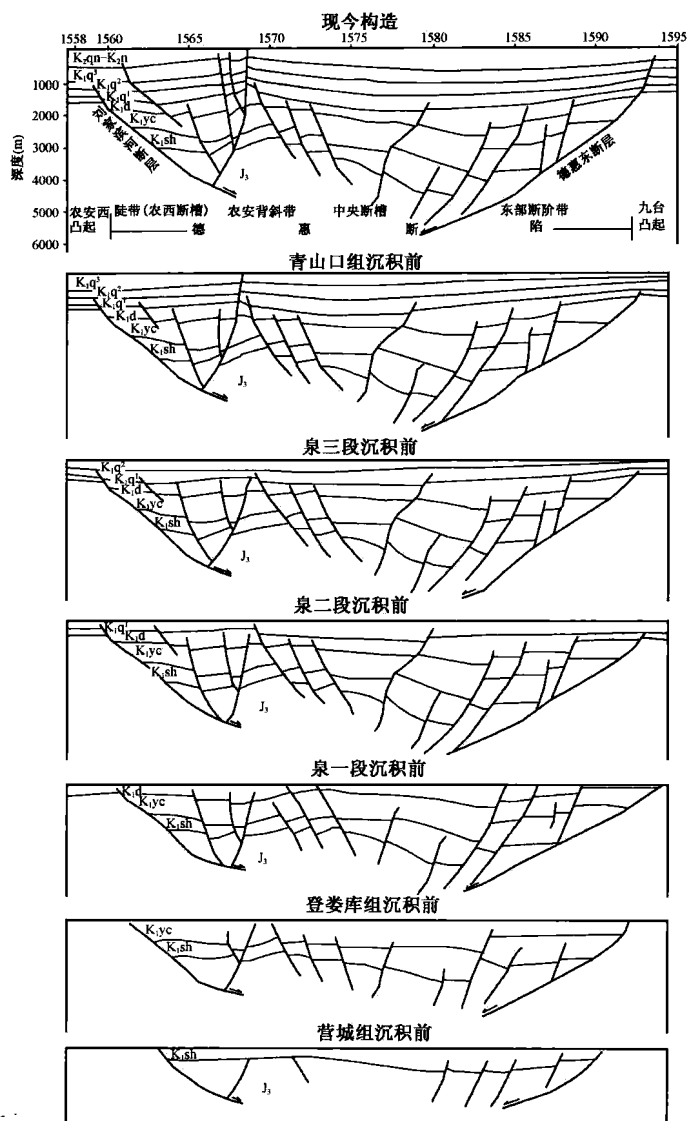


图 1-5 德惠—王府地区构造发育史(93-559 测线)

3. 断坳转换期

在登娄库组—泉头组沉积时期,伸展作用减弱,盆地开始逐渐区域性下沉,剥蚀改造和地层建造同时进行。背斜区剥离物成为登娄库组建造的主要物质来源,未经长途搬运就近充填到向斜区或相对低凹处。地层剥填结合,虽表现为断陷式沉积,但起到了填平补齐作用。登娄库组沉积晚期实现由断陷向坳陷的过渡。登娄库组超覆在下伏地层之上,在全区都有分布,梨树、德惠地区的构造演化可以清晰地反映出这个特征(图 1-5),该期控凹断层活动及伸展程度减弱,登娄库组超覆在营城组之上,表明盆地的断陷作用结束,使断陷期形成的局部构造趋于稳定。

4. 坳陷期

青山口组—嫩江组沉积时期,构造运动趋于稳定,断层不发育,湖盆整体上表现为稳定下沉,水体逐渐加深,湖面不断扩大,沉积地层展布范围变大,超覆在下伏地层上面。此时松辽盆

地东南隆起区与盆地主体形成统一的湖盆,由断陷沉积转为坳陷沉积。坳陷期层序间发育没有大的区域不整合,沉积地层横向展布平稳。

至嫩江期末为区域性大规模的弱反转构造活动期,盆地整体抬升遭受剥蚀。目前嫩江组在东南隆起区主要残存的为嫩一、嫩二段。梨树、伏龙泉、莺山、榆树东断陷在挤压应力场作用下掀斜抬升反转强烈,在中浅层形成了丰富的反转构造。

5. 萎缩隆褶期

在萎缩隆褶期东南隆起区构造演化与中央坳陷区具有较大的差异。晚白垩世,由于太平洋板块向欧亚板块的俯冲消减作用,东北亚区域盆地系受挤压作用进入萎缩阶段,并发生构造反转。松辽盆地此时整体抬升大面积遭受剥蚀,并且盆地表现为东抬西降的运动形式,东南隆起抬升幅度较大,并且在嫩江组沉积期末构造抬升后一直处于隆升状态,遭到的剥蚀严重,未接受晚白垩世沉积;而中央坳陷则在晚白垩世表现为挤压沉降特征,接受了晚白垩世沉积。

大地构造环境控制和影响沉积作用,而沉积岩记录反过来可用于复原构造环境和追溯构造发展史。由松辽盆地东南隆起及中央坳陷区的沉积相分布,可以反映出上述构造演化过程。嫩江组一段、二段沉积时,松辽盆地整体上为三角洲—半深湖—深湖沉积,沉积中心位于大安一带,东南隆起区与中央坳陷区统一为一个湖盆(图1-6);而嫩三、嫩四、嫩五段沉积时,水体逐渐变浅,湖盆范围缩小,主要为半深湖、三角洲相沉积,沉积中心移到齐家—古龙和长岭凹陷的西部,在东南隆起区该阶段地层全部缺失(图1-7至图1-9)。不过由沉积相图上可以看出,在中央坳陷与东南隆起区的过渡带于嫩三、嫩四段沉积期仍然发育湖相,于嫩五段沉积期主要发育三角洲相及小规模半深湖相,说明在嫩江组沉积晚期,东南隆起区不是中央凹陷的直接剥蚀物源区,东南隆起区可能接受了这三套地层沉积,该区缺失这三套地层主要是由于后期的剥蚀作用。

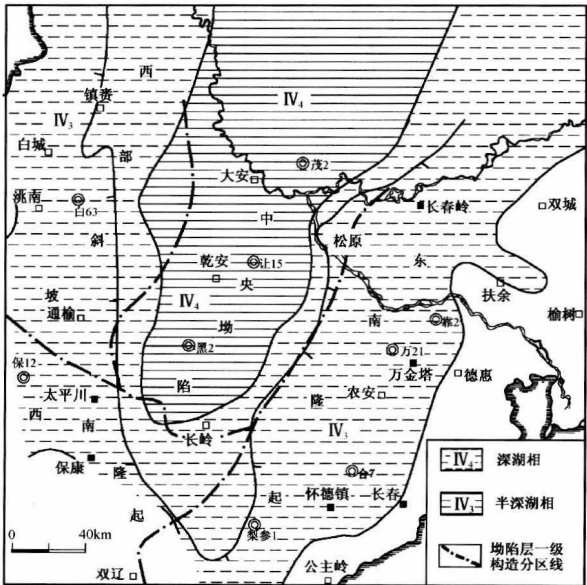


图1-6 松辽盆地南部嫩二段沉积相图

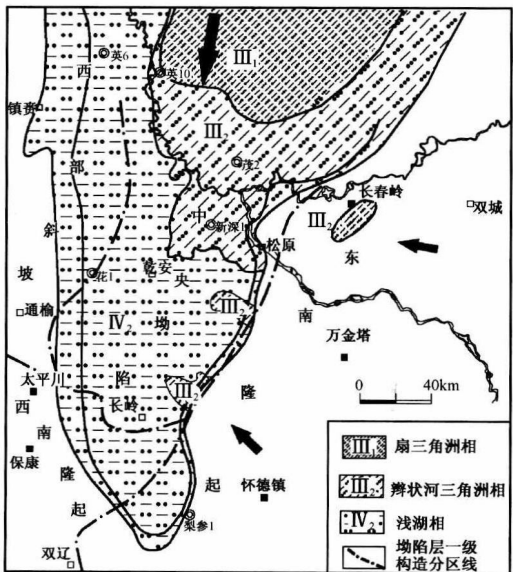


图1-7 松辽盆地南部嫩三段沉积相图

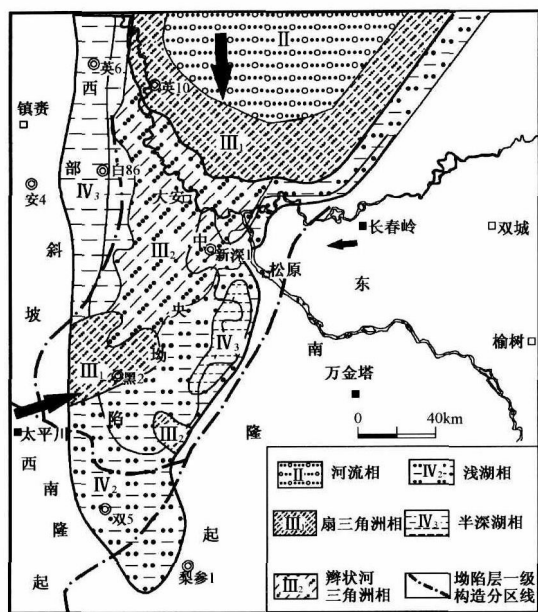


图 1-8 松辽盆地南部嫩四段沉积相图

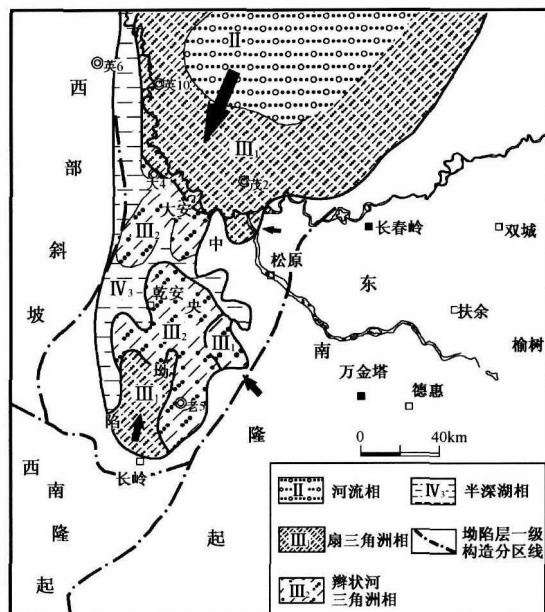


图 1-9 松辽盆地南部嫩五段沉积相图

四方台组、明水组沉积与嫩江组沉积演化差异较大。如图 1-10 至图 1-12 所示,四方台组、明水组沉积地层主要分布在中央坳陷,并且自中央坳陷向东部地层厚度逐渐变薄至零。从沉积相分布特征来看,中央坳陷主要接受了三角洲泛滥平原及滨浅湖沉积,并且由中央坳陷沉积中心向东南隆起方向,依次发育滨浅湖相—三角洲泛滥平原相—冲积扇相,由细碎屑沉积相带逐渐过渡到粗碎屑边缘沉积相带,并且在中央坳陷与东南隆起区的过渡带有冲积扇发育,表明东南隆起区处于剥蚀状态,为中央凹陷的近物源区。

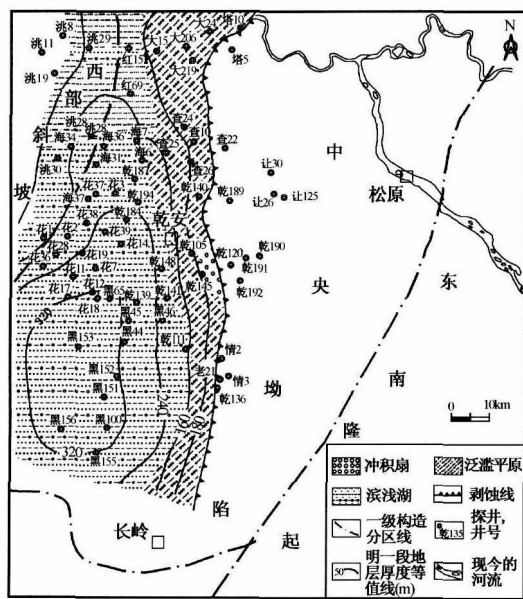


图 1-10 松辽盆地南部明一段沉积相图

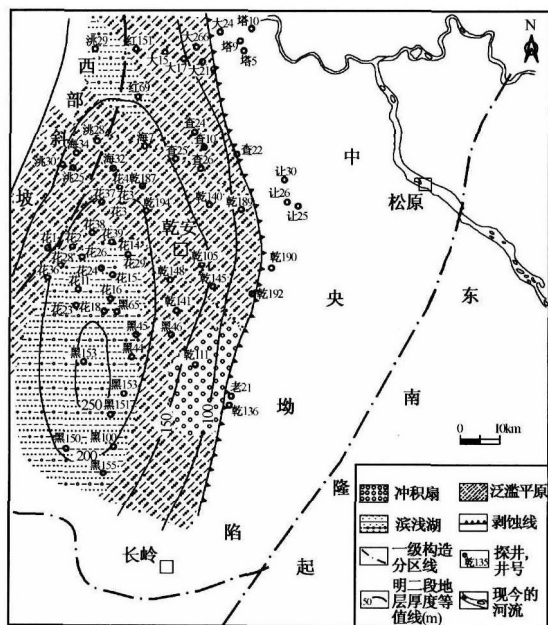


图 1-11 松辽盆地南部明二段沉积相图

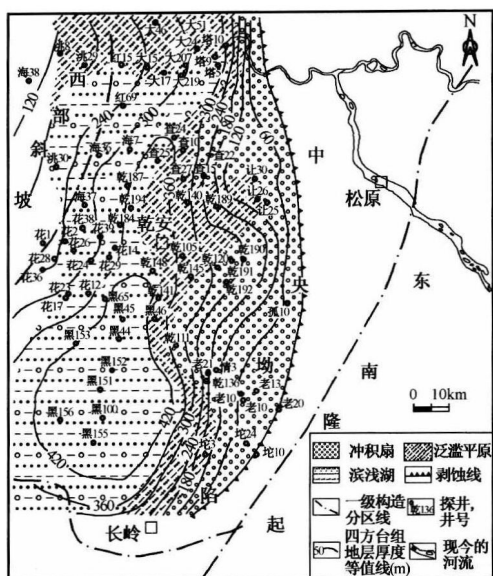


图 1-12 松辽盆地南部四方台组沉积相图

稳定性大陆内浅坳,第四纪整体上小幅度沉降,在东南隆起区内沉积了厚度不大的河流相沉积物。

四方台组—明水组沉积时期,中央坳陷区以细碎屑岩沉积为主,在中央坳陷区—东南隆起区交界处以粗碎屑岩沉积为主,并有冲积扇相出现。冲积扇一般发育在陡坡地带,临近剥蚀物源区发育,由此表明该时期的东南隆起区处于抬升剥蚀状态,未接受沉积。

6. 弱伸展凹凸期

古近纪,松辽盆地处于引张状态,可能为弱伸展凹凸期。分布在松辽盆地北部的依安—孙吴和东侧邻区的依兰—伊通为伸展断陷单元,东南隆起处于中央坳陷和依兰—伊通盆地之间(图 1-13),据断凸相间分布的构造格局原理,东南隆起区应为弱伸展凸起,因此未接受古近纪沉积。至新近纪,松辽盆地的发育最终停止,东南隆起区仍处于隆起状态。

新近纪—第四纪盆地逐渐扩大演化为稳

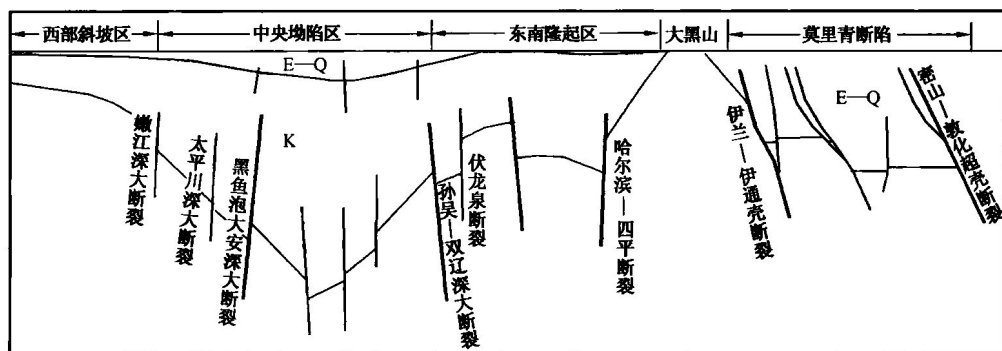


图 1-13 松辽盆地—伊通盆地构造格局模式图

综上所述,在东南隆起断陷演化历史中,火石岭期热拱运动奠定了该区伸展断陷形成的基础,促成沙河子组—营城组断陷的形成,使得水域体系扩大,沉积物源丰富,为烃源岩的沉积创造了条件。营城组沉积末期的剥蚀作用,使区内营城组及其以前的沉积层遭受强烈的改造,形成波及全区的角度不整合,并且对上覆地层的沉积有较大影响;嫩江期末—明水期末以后发生的反转抬升作用,在区内形成一系列反转构造,在浅层形成新的圈闭,并使嫩江组广遭剥蚀。

二、东南隆起与中央坳陷构造演化的差异

东南隆起与中央坳陷为松辽盆地的两个一级构造单元,历经了相同的构造演化阶段,但是由于构造应力变换,在嫩江组沉积末—新近纪的构造演化有较大的差异。

1. 晚白垩世后期构造演化的差异

由于在嫩江组沉积末期及其以后,库拉板块活动逐渐消失,太平洋板块向欧亚板块俯冲方

向及速度在不断变换加强,最终导致东亚主动陆缘以及环西太平洋的沟—弧—盆体系最终形成。晚期受印度板块与欧亚板块碰撞造山作用的远程影响,松辽盆地整体回返,湖盆范围缩小,水体变浅,整体表现为东抬西降的运动形式,东南隆起抬升幅度较大,并一直处于隆升状态,遭到的剥蚀严重,缺失上白垩统嫩江组至新近系;而中央坳陷则表现为挤压沉降特征,接受了晚白垩世嫩江期、四方台期和明水期的地层沉积。

2. 古近纪—新近纪构造演化差异

古近纪始新世—渐新世时期,太平洋板块的运动由 NNW 转向 NWW。这一时期,印度板块向北的挤压和楔入造成的影响占优势。亚洲东部地区处于 NW—SE 向的引张应力状态,并沿郯庐断裂带发生右旋张扭,从而导致佳伊盆地的形成,同时,松辽盆地处于引张状态。因此,古近纪松辽盆地可能为弱伸展断陷期。分布在松辽盆地北部的依安—孙吴和东侧邻区的依兰—伊通为地堑单元,东南隆起处于中央坳陷和依兰—伊通盆地之间,据断凸相间分布的构造格局原理,东南隆起区应为伸展断凸,未接受古近系沉积。至新近纪环西太平洋的沟—弧—盆体系的形成,松辽盆地的发育最终停止,东南隆起区新近纪仍处于隆起状态。新近纪末—第四纪盆地逐渐扩大演化为稳定性大陆内浅坳,第四纪整体上小幅度沉降,在工区内沉积了厚度不大的河流相沉积物。