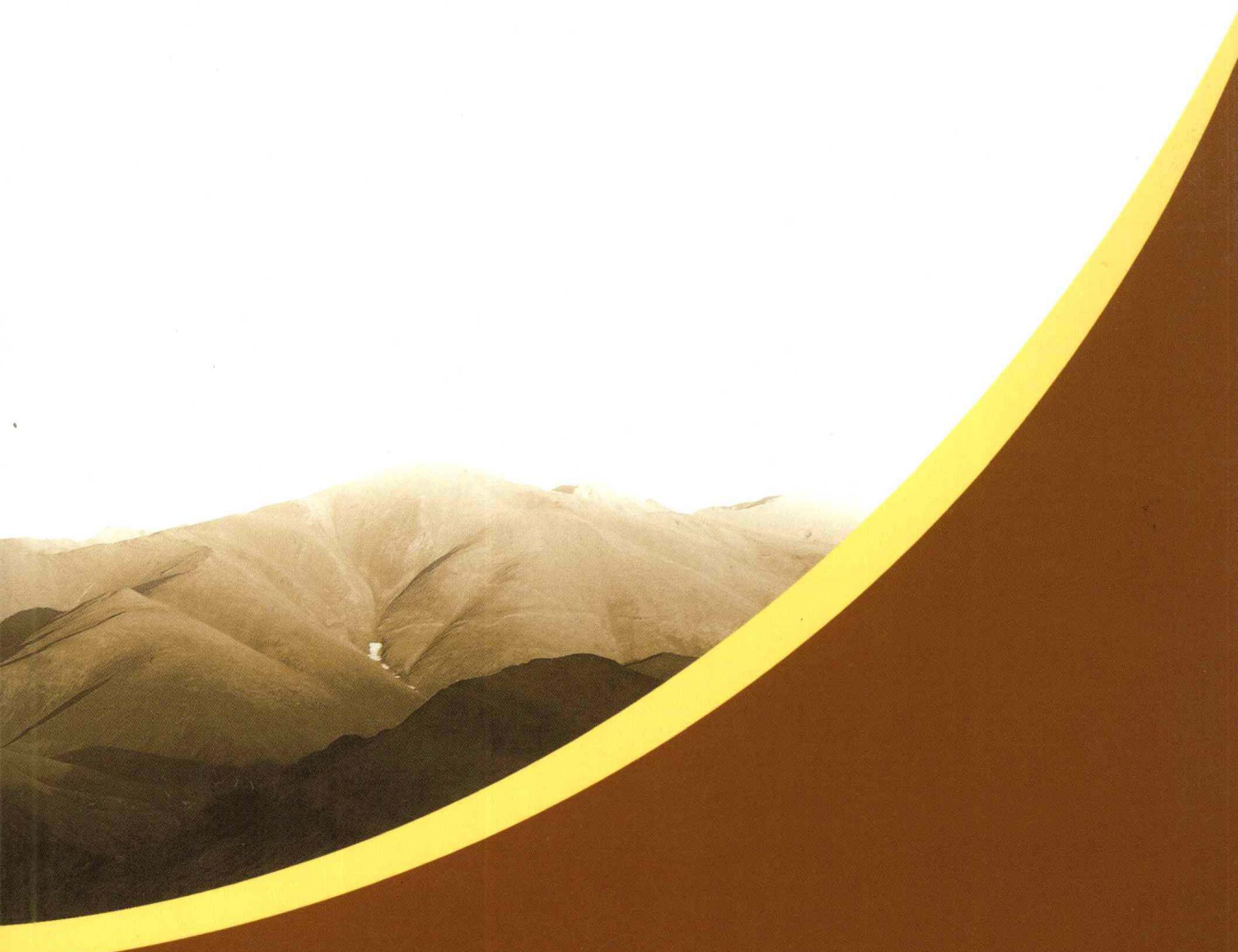


松辽盆地南部河流相 岩性油藏形成机制

● 赵占银 董清水 宋立忠 潘树新 著



石油工业出版社

松辽盆地南部河流相 岩性油藏形成机制

赵占银 董清水 宋立忠 潘树新 著



石油工业出版社

内 容 提 要

本书以松辽盆地南部扶余油层不同构造区带、不同物源、不同埋深的典型岩性油藏区为解剖对象,利用丰富的勘探开发资料,对河流相沉积特征、成岩过程及油气成藏机制进行了系统剖析。从理论上揭示了低渗透河流沉积体系岩性油藏特殊的形成机理和分布规律,为岩性油藏规律性研究和应用提供了典型范例。

本书可供从事沉积学研究及油气勘探开发的科技人员和大专院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

松辽盆地南部河流相岩性油藏形成机制/赵占银等著.

北京:石油工业出版社,2008.8

ISBN 978-7-5021-6721-9

I. 松…

II. 赵…

III. 含油气盆地-岩性油气藏-形成-研究-东北地区

IV. P618.130.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 116757 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)64523544 发行部:(010)64210392

经 销:全国新华书店

排 版:北京乘设伟业科技有限公司

印 刷:石油工业出版社印刷厂

2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:8

字数:150 千字

定价:38.00 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

序

松辽盆地是我国重要的石油生产基地,近年来油气勘探获得快速发展。南部扶余油层呈现出巨大的岩性油气藏勘探潜力,受到石油勘探界的高度重视,而对岩性油气藏成藏机制和分布规律的研究是其关键所在。

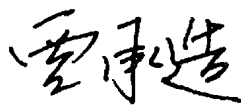
赵占银等所著《松辽盆地南部河流相岩性油藏形成机制》是中国石油天然气股份有限公司“吉林探区岩性地层油气藏形成理论与勘探实践”课题的一项专题成果,该成果首次提出了半干旱气候河流沉积体系的岩性圈闭发育模式,从深层次的成因机制成功揭示了松辽盆地南部扶余油层近年来发现的一系列岩性油藏的形成机理和发育规律,是陆相岩性油气藏成因理论认识的一个重要进步。

作者用大量的事实,详细论证了松辽盆地南部扶余油层沉积体系的成因,指出松辽盆地南部扶余油层属于半干旱气候的冲积扇—河流沉积体系,为深层次的扶余油层岩性圈闭研究奠定了基础。

作者还利用大量的岩心和露头观察,借助工程控制密集的典型开发区资料,建立了河流沉积体系的微相单体、复合体形成演化与分布模型,指出了高能辫状河流域至低能曲流河流域不同的“空间网状”河流砂体叠置特点;进一步根据不同微相砂体成岩演化轨迹的深入分析,论证了交织错列、互不连通的“弯月形透镜状岩性圈闭”形成机理与分布规律。同时,作者结合断层沟通作用,详细阐述了扶余油层大型岩性圈闭复合体、超大型岩性圈闭联合体的形成过程,并通过扶余油层上覆青山口组烃源岩的超压排烃研究,得出了松辽盆地扶余油层油气分布具有“满坳含油,宏观连片”的新认识。

以该研究成果为主体的“吉林探区岩性地层油气藏形成理论与勘探实践”课题,于2006年获得了“吉林省科学技术进步一等奖”,得到了业内专家的充分肯定和高度评价。相信该成果的出版必将对我国陆相盆地相似岩性油气藏勘探起到重要的指导和借鉴作用。

中国科学院院士



2008年7月

前言

1936年,莱复生提出了岩性地层圈闭的概念,开启了油气勘探新领域。多年的勘探实践证明,岩性地层油气藏拥有的储量与构造油气藏大体相当,最终可以占到一个盆地总探明储量的40%~65%,而且可以形成大型或超大型油气田。对此,国内外学者都给予了高度重视。近70年来,岩性地层油气藏一直是油气勘探开发领域的重要研究课题,研究高潮此起彼伏。特别是含油气盆地进入中后期勘探阶段,随着勘探程度的提高和勘探难度的增加,岩性地层油气藏的勘探变得日趋重要,已成为增加油气储量的重要方向,国内外广大石油地质工作者对此进行了深入的探索。

20世纪五六十年代,美国岩性地层油气藏勘探达到了高峰。1976年前发现的2709个油气圈闭的统计结果表明,岩性地层圈闭占总数的40.05%;中陆(Midland)盆地内有关岩性地层圈闭占到盆地圈闭总数的81%。目前美国已发现的10个最大油田中岩性地层圈闭油气田有4个(East Texas, Kern River, Scurry 和 SI Aughter-Levelland),构造—岩性地层复合圈闭油气田有4个,仅有两个是纯构造圈闭油气田。原苏联第聂伯—普里皮亚特与喀尔巴阡含油气区内岩性地层油气藏在20世纪80年代已分别达到含油气区内油气藏总数的38.5%及39.3%。

随着我国陆相石油地质理论的不断发展和完善和油气勘探技术的进步,陆上油气勘探无论是东部高成熟探区还是中西部低成熟探区,近年来在岩性地层油气藏勘探上都取得了重要突破和进展。特别是在松辽、渤海湾、鄂尔多斯等盆地,岩性地层油气藏发现的比例在逐年大幅度增加,形成了新的重大勘探领域。

“九五”以来,济阳坳陷累计探明岩性地层油气藏地质储量6.3亿吨,占总探明地质储量的63.4%。在鄂尔多斯盆地,先后发现了安塞、靖安等亿吨级的岩性地层油气藏。在松辽盆地北部长垣以东的三肇凹陷相继发现了榆树林、朝阳沟、永乐、头台、肇州等多个储量超亿吨的岩性地层圈闭大油田。在松辽盆地南部,自1984年首次发现乾安油田高台子油层砂岩上倾尖灭油藏之后,相继发现了新民、新庙、大安北等多个构造—岩性油气田,“八五”期间提交的石油地质储量中岩性地层油气藏所占比例已上升到76%。进入“十五”以来,大情字井、八面台两个亿吨级油田的发现,标志着吉林油田已进入岩性地层油气藏勘探新阶段。

伴随岩性地层油气藏勘探的快速发展,在层序地层学理论的指导下,国内对岩性地层油气藏的研究进一步深化。先后出版了《东营凹陷层序地层学研究在隐蔽油气藏勘探开发中的应用》(郑和荣等,1997)、《中国隐蔽油气藏》(潘元林,

1998)、《层序地层学与隐蔽圈闭预测》(陈文学等,2001)、《松辽盆地南部岩性油藏的形成和分布》(王永春,2001)、《陆相断陷盆地隐蔽油气藏形成》(李丕龙等,2004)、《松辽盆地北部向斜区岩性油藏勘探认识与实践》(萧德铭,2005)等专著。并发表了《断陷湖盆隐蔽油藏预测及勘探的关键技术》(李思田等,2002)、《中国地层岩性隐蔽圈闭勘探现状与研究方向》(董大忠等,2004)、《隐蔽油气藏成因机理研究进展与问题》(庞雄奇等,2004)等一系列论文。

这些成果,较系统地反映了我国在有关岩性地层油气藏的特征、成藏条件、分布规律、成藏机理、预测技术等方面所取得的创造性进展,特别是在陆相断陷盆地岩性地层油气藏分布规律方面,已形成了较为成熟的理论体系。但对坳陷盆地河流沉积体系的岩性地层油气藏成藏机理、分布规律的剖析和研究较薄弱,还明显落后于勘探实践,是目前我国石油勘探领域亟待探索的前沿问题。

本书在中国石油天然气股份有限公司“吉林探区岩性地层油气藏形成理论与勘探实践”课题支持下,以松辽盆地南部扶余油层不同构造区带、不同物源、不同埋深的典型岩性油区为解剖对象,利用密集、丰富的开发测试资料,结合大量的探井分析和岩心观察,对扶余油层的沉积特征、成岩过程及油气成藏机制进行了系统研究。指出多期次河道的形成、废弃及其特殊的成岩作用,在曲流河流域形成了交织错列、互不连通的“弯月形透镜状岩性圈闭”,进而在青山口组沉积早期的断层沟通作用下,进一步联合构成了大型岩性圈闭复合体、超大型岩性圈闭联合体。上覆青山口组一段厚层优质烃源岩生成的石油在超压作用下,幕式垂向排运其中成藏,形成了扶余油层“满坳含油,宏观连片”的分布特征。从理论上揭示了低渗透河流沉积体系岩性油气藏特殊的形成机理和分布规律,为岩性油气藏规律性研究提供了典型范例。

全书共分五章,由赵占银、董清水、宋立忠、潘树新共同完成,毛超林参加了部分章节的编写工作,全书最后由赵占银、董清水统稿。李国库、邓跃炳、田立柱、厚刚福、苗长盛、闫丽萍、张毅等人参加了部分研究工作。在研究过程中得到吉林油田勘探开发研究院和吉林大学地球科学学院等有关部门的大力支持。魏兆胜、江涛、景成杰、张忠林、王兴光、连俊荣、李本才、赵洪涛、刘玉梅、任玉学、丁悦宽、董丽红、于连忠、王利敏等领导和同志在课题相关研究工作中给予了热情的支持和关怀,樊太亮教授在业务交往中也给予了可贵的指导。同时,书中还引用了一些吉林油田内部科研生产资料及成果,涉及人员无法一一赘述,在此一并表示感谢。

在本书的写作过程中,笔者力求做到准确严谨,但由于水平所限,谬误之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

目 录

第一章 松辽盆地南部地质概况	(1)
第一节 松辽盆地南部构造发育特征	(1)
第二节 松辽盆地南部地层发育特征	(4)
第三节 松辽盆地南部扶余油层勘探概况	(8)
第二章 松辽盆地南部泉四段沉积体系再认识	(10)
第一节 松辽盆地南部泉四段沉积特征	(10)
第二节 松辽盆地南部泉四段物源分析	(19)
第三节 松辽盆地南部泉四段沉积体系发育特征	(29)
第三章 扶余油层岩性圈闭发育条件及形成机理	(38)
第一节 扶余油层沉积微相发育特征	(38)
第二节 扶余油层微相砂体成岩演化特征	(62)
第三节 扶余油层岩性圈闭形成机理	(80)
第四章 扶余油层油气排运机制及成藏模式	(90)
第一节 松辽盆地南部断层与垂向输导体系	(90)
第二节 扶余油层超压排烃与油气运聚成藏	(95)
第三节 扶余油层低渗透砂体垂向输导、超压控藏成藏模式	(107)
第五章 扶余油层岩性油藏勘探成效及潜力分析	(109)
第一节 扶余油层岩性油藏宏观有利分布区及勘探效果	(109)
第二节 古凸起翼部岩性油藏勘探效果及前景	(110)
第三节 阶地区下坡勘探成效及勘探潜力	(112)
第四节 凹陷区超低渗透岩性油藏的勘探潜力	(114)
参考文献	(115)
图版	(118)

第一章 松辽盆地南部地质概况

松辽盆地是中生代中晚期—新生代在松辽平原长期发育的大型断拗型内陆盆地。松辽盆地南部是指嫩江—第一松花江以南的盆地部分,地跨吉林、辽宁、内蒙古三省(区),面积约 $13.4 \times 10^4 \text{km}^2$ 。全国第三次油气资源评价结果表明,松辽盆地南部油气资源潜力巨大,近年来岩性油气藏勘探取得了一系列突破,是目前中国石油的重点探区之一。

第一节 松辽盆地南部构造发育特征

松辽盆地南部自晚侏罗世处于环太平洋构造域发展演化的背景下,受控于两种驱动力。一是地壳深部地幔物质的热动力,上地幔隆起引起大陆壳张裂;二是太平洋板块向欧亚大陆东缘俯冲形成的驱动力。盆地早期发育阶段主要受第一种驱动力的控制,中、晚期发育的拗陷阶段和萎缩阶段主要受第二种驱动力的控制。由于这两种驱动力性质的差异,使盆地在发育过程中表现为早期裂谷、中期拗陷和晚期抬升褶皱的特点。

一、松辽盆地南部构造演化特征

根据盆地不同时期的动力学背景、构造发育特征和沉积特点以及地层展布规律,松辽盆地南部的构造演化过程可划分为四个基本阶段(图 1-1)。

1. 热隆阶段(T— J_3)

盆地基底主要为古生界华力西褶皱带的深、浅变质岩系,并伴随有大规模的花岗岩侵入。三叠纪至早、中侏罗世,随着太平洋板块开始扩张,松辽盆地南部地区深部的莫霍面拱起,发生热穹隆作用,盆地处于挤压隆起剥蚀阶段,仅在局部地区零星发育了中侏罗世的山间盆地建造。

2. 断陷阶段(J_3 — K_1d)

早白垩世开始,由于印度板块和太平洋板块相继向欧亚板块俯冲,盆地深部莫霍面拱起,地幔物质上涌,导致盆地早期的初始张裂,形成了火石岭组(K_1h)沉积时期的大规模火山喷发作用。在地幔热对流的作用下,盆地继续拉张,松辽盆地中央断块隆起上升,在其两侧形成了一系列大小不等、相互分割的半地堑式

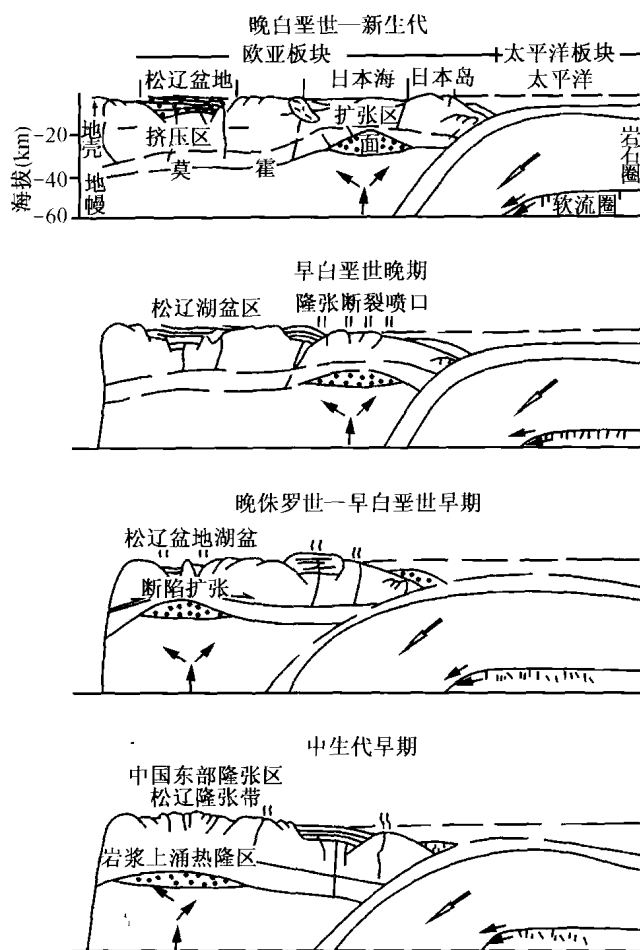


图 1-1 松辽盆地及邻区构造演化模式图

断陷盆地,并沉积了一套以冲积扇—水下扇、辫状河、湖泊相为主的陆源碎屑岩、火山熔岩和火山碎屑岩含煤建造。

至登娄库组(K_1d)沉积期,裂谷活动减弱,沉积范围开始扩大,沉积逐渐向分割断陷的凸起区超覆,并在登娄库组沉积末期形成了统一的广阔拗陷,结束了断陷对沉积的控制作用。

3. 拗陷阶段($K_1q—K_2n$)

进入早白垩世晚期,由于太平洋板块的向西俯冲运动和上地幔热对流作用的减弱,岩石圈逐渐冷却,产生热收缩,受重力均衡和热冷却沉降作用影响,此时地壳不均一地整体下沉,盆地演化转入拗陷期。

本阶段是盆地的主要沉积时期。泉头组(K_1q)沉积早期的泉一、二段沉积时期为填平补齐阶段,但与登娄库组沉积时期相比,沉积范围逐渐扩大,主要为充填补偿式的粗碎屑岩和红色泥岩沉积。泉头组三段沉积时期盆地填平补齐过程已基本完成,泉三、四段为规模较大的超覆式沉积,以河流相红色砂泥岩沉积

为主。青山口组(K_1qn)至嫩江组(K_2n)沉积时期盆地发生两次大规模的湖侵,湖盆沉积达全盛时期,形成了松辽盆地南部十分重要的生、储油岩系。

4. 萎缩抬升阶段($K_2s—Q$)

在嫩江组沉积末期,日本海扩张,松辽盆地承受了日本海扩张导致的西向压力,发生了嫩江运动,使松辽盆地褶皱隆升。之后,松辽盆地深部地质结构趋于调整均衡,盆地整体上升,湖盆规模收缩。同时,挤压运动使先期地层发生褶皱,也使盆地边缘发生差异性升降,造成松辽盆地南部东南隆起区整体抬升掀斜,缺失嫩五段至整个新近系。松辽盆地坳陷层一级构造带的构造格架于该阶段基本形成。

二、松辽盆地南部构造发育特征

松辽盆地南部包括西部斜坡区、中央坳陷区、东南隆起区以及西南隆起区 4 个一级构造单元。其中,中央坳陷区、东南隆起区可以进一步划分为 13 个二级构造单元(图 1-2)。不同构造区构造特征具有差异性。

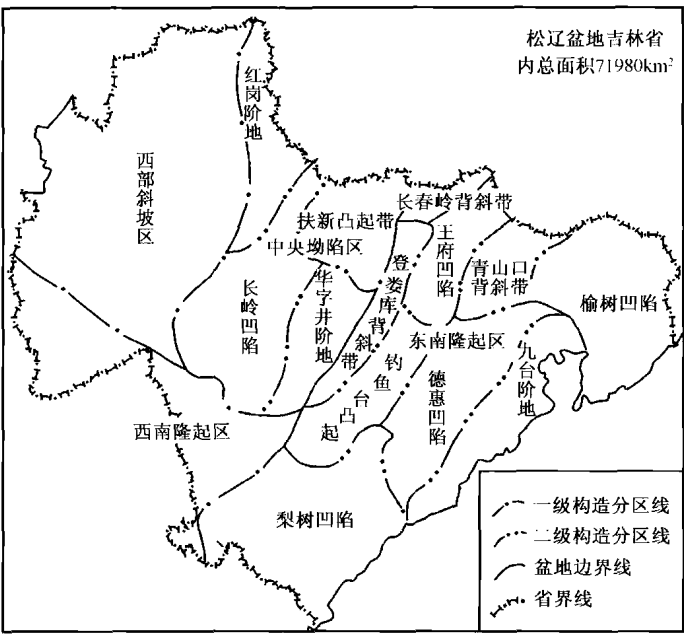


图 1-2 松辽盆地南部构造单元区划图

在纵向上,松辽盆地南部深层构造不发育,但幅度、面积普遍较大;中浅层构造发育,但幅度、面积一般较小。据统计,深层 T_3 、 T_4 、 T_5 三个反射层共发现构造 385 个,占总数的 39.2%,平均面积达 13km^2 以上,幅度一般在 $40 \sim 100\text{m}$ 之间。中浅层 T_1 、 T_2 两个反射层共发现构造 598 个,占层间构造总数的 60.8%,平均面积不到 6.5km^2 ,幅度一般为 $15 \sim 50\text{m}$,构造形态保持完整,反映中浅层构造运动

不强烈。

在平面上,不同构造区局部构造发育程度不同,总体表现为东强西弱。西部斜坡区和中央拗陷区面积占全区面积一半以上,但局部构造只有 84 个,仅占构造总数的 42.6%。西南和东南两个隆起区,占探区总面积不足半数,共发育局部构造 113 个,占构造总数的 57.4%。这说明不同构造区的构造运动作用强度不均衡,隆起区构造改造作用强烈,而中央拗陷区和西部斜坡区则构造作用强度较弱。

松南西部地区主要发育反转构造和小幅度构造,形成了与断层有关的洮南—舍力、平安镇、红岗北东向反转构造带及一系列小幅构造。中部地区主要发育沉积压实构造,形成了黑帝庙—塔虎城、双坨—孤南的北东向沉积压实构造带和新安镇—太平川的北西西向下倾鼻状压实构造;乾安—新立构造带为早期压实,晚期成为重力均衡反转构造带。在扶新凸起区,由于左旋压扭应力场作用,产生了北西向的反转构造,发育扭动和反转构造的叠加,同时派生出了两个雁行排列的断块构造带。东部隆起区,由于受多期构造运动的叠加改造,盖层褶皱变形显著,断裂极为发育,形成了一系列挤压、冲断、走滑构造。

从时间上看,不同构造带构造发育的时间不同。西部斜坡区,基底隆起和断裂活动对构造发育有明显的控制作用,构造定形期主要为嫩江组沉积期末或明水组沉积期末。中央拗陷区的长岭凹陷、华字井阶地,局部构造形态以穹隆为主,构造发育时间长,定形时间晚,一般定形于嫩江组沉积期末。东南隆起区,抬升早,基岩埋藏浅,局部构造均在嫩江组沉积期末定形。

第二节 松辽盆地南部地层发育特征

根据大量钻遇盆地基岩的钻井和物探资料分析,松辽盆地南部基底主要为上古生界石炭—二叠系变质岩及同期的花岗岩侵入体,部分地区基底为志留—泥盆系变质岩。盆地的沉积盖层依次为中生界的侏罗系、白垩系以及新生界的新近系和第四系(表 1-1)。

一、侏罗系

侏罗系仅见有中侏罗统的白城组(J_2b),分布局限,主要在吉林省西部的白城市及洮南镇、平安镇一带的断陷盆地中零星分布,为山间盆地型沉积。主要岩性为灰绿色、灰白色砂岩、砂砾岩及灰黑色泥岩、粉砂岩,夹灰色、灰紫色凝灰岩及薄煤层;底部常见有凝灰质砾岩,为陆相含煤碎屑岩、火山碎屑岩建造。呈角度不整合于二叠系之上,厚度一般为 125~250m。

表 1-1 松辽盆地南部地层综合简表

地 层						厚度 (m)	岩性描述	油 层			相序	湖盆 演化	
界	系	统	组	段	代号			组合	名称	代号			
新生界	第四系					Q	50 ~ 90	灰色、土黄色粘土层和砂砾层					萎缩阶段
	新近系	泰康组			Nt	90 ~ 100	上部为灰绿色、灰色泥岩夹泥质粉砂岩、下部为砂砾岩				河流 沼泽		
		大安组			Nd	40 ~ 60	黄灰、灰色泥岩、粉砂质泥岩、细砂岩、底部为砂砾岩						
中生界	白垩系	上统	明水组	二	K ₂ m ₂	0 ~ 230	灰绿、棕色泥岩、粉砂岩	浅部含油组合	明水气层	M	滨湖— —浅湖	坳陷阶段	
				—	K ₂ m ₁	0 ~ 200	棕灰、棕褐色泥岩夹泥质粉砂岩、底部为砂砾岩						
			四方台组		K ₂ s	250 ~ 320	灰绿色、棕灰色、棕褐色泥岩夹泥质粉砂岩、底部为砂砾岩				滨湖— —河流		
				嫩江组	五	K ₂ n ₅	50 ~ 140	棕红、灰绿色泥岩、夹灰白色粉砂岩、砂岩、多缺失	上部含油组合	黑帝庙油层	H		浅湖
			四		K ₂ n ₄	240 ~ 250	灰绿、深灰色泥岩与泥质粉砂岩、夹灰色粉细砂岩	深湖 —半深湖					
			三		K ₂ n ₃	70 ~ 80	深灰、灰色泥岩与灰色、浅黄色砂岩组成三个反旋回层						
			二		K ₂ n ₂	40 ~ 120	深灰、灰黑色泥岩、页岩、底部为油页岩						
			一		K ₂ n ₁	70 ~ 75	深灰色泥岩、页岩夹灰绿色泥质粉砂岩						
			姚家组	三	K ₂ y ₂₊₃	75 ~ 100	上部棕红色泥岩、泥质粉砂岩与灰黑色泥岩、灰色、灰绿色泥岩互层	中部含油组合	萨尔图油层	S	浅湖 —泛滥平原		
				一	K ₂ y ₁	45 ~ 55	棕红色泥岩与灰绿色泥岩互层、夹灰色粉砂岩				葡萄花		P
			青山口组	三	K ₂ qn ₂₊₃	320 ~ 420	上部紫红、灰绿色泥岩夹薄层粉砂岩、砂岩、下部灰绿、灰色泥岩夹灰绿色粉砂岩	下部含油组合	高台子	G	滨湖 —深湖		
				一	K ₂ qn ₁	80 ~ 95	灰黑色泥岩、页岩夹油页岩						
			下统	泉头组	四	K ₁ q ₄	0 ~ 120	顶部灰绿色泥岩、中、下部棕红色泥岩与粉砂岩、细砂岩互层	下部含油组合	扶余	F		冲积扇 —河流 —泛滥平原
					三	K ₁ q ₃	0 ~ 500	棕红色、紫红色泥岩、砂质泥岩夹粉砂岩、细砂岩、下部砂岩较发育					
					二	K ₁ q ₂	0 ~ 480	棕红、紫红色泥岩夹灰白色粉砂岩、细砂岩薄层	深	农安			
					一	K ₁ q ₁	0 ~ 890	灰白色、紫红色砂砾岩与暗紫色砂岩互层、夹紫红、灰紫色砂质泥岩					
		登娄库组		四	K ₁ d ₄	0 ~ 168	灰褐、深灰色砂质泥岩与灰白色块状细砂岩互层	部含油组合	怀德油气层		滨湖 —山前平原		
				三	K ₁ d ₃	0 ~ 520	深灰、灰黑色砂质泥岩为主夹灰白色砂质细砂岩				陆源碎屑含煤建造		
				二	K ₁ d ₂	0 ~ 162	深灰色砂质泥岩与灰白、紫灰色砂岩互层、夹砂砾岩					半深湖— —湖沼	
				一	K ₁ d ₁	0 ~ 232	上部浅灰色砾岩、砂岩、下部为大片砾岩				火山岩和火山碎屑岩建造		
		营城组			K ₁ y	0 ~ 2860	下部为安山玄武岩、火山角砾岩、凝灰砂岩及灰色砂岩、砂砾岩、灰黑色泥岩、夹煤层；上部为酸性火山岩、火山碎屑岩及砂岩、粉砂岩和黑色泥岩、含可采煤层	油组合					
				沙河子组		K ₁ sh	0 ~ 1900					灰黑色、深灰色泥岩夹灰白色泥岩、粉砂岩及少量凝灰岩	
				火石岭组		K ₁ h	0 ~ 1600	凝灰质角砾岩、凝灰岩、安山岩、玄武岩及凝灰质砾岩					
		侏罗系	中统	白城组		J ₂ b	125 ~ 250	灰绿色、灰白色砂岩、砂砾岩夹黑色泥岩和煤层				山间盆地建造	
古生界						片麻岩、板岩、花岗岩				基底			

二、白垩系

白垩系为松辽盆地主要沉积盖层,覆盖全区,主要为陆相碎屑岩夹油页岩建造。最大厚度约 5500m。自下而上依次发育有下白垩统的火石岭组、沙河子组、营城组、登娄库组、泉头组和上白垩统的青山口组、姚家组、嫩江组、四方台组、明水组。

1. 火石岭组(K_1h)

火石岭组是松辽盆地发育早期沉积的一套火山岩和火山碎屑岩建造。在松辽盆地下部的断陷中均有分布。岩性主要为凝灰质角砾岩、凝灰岩、安山岩、玄武岩及凝灰质砾岩等。地层最厚处位于梨树、王府断陷区,可达 1600m。底部角度不整合于白城组或二叠系之上。

2. 沙河子组(K_1sh)

沙河子组广泛分布于盆地各断陷内,主要为一套水体相对较深的半深湖—湖沼相沉积,厚度可达 1900m。岩性以灰黑色、深灰色泥岩为主,夹有灰白色砂岩、粉砂岩及少量凝灰岩,局部夹煤线,与下伏地层呈局部不整合接触。

3. 营城组(K_1y)

营城组分布较为广泛,主要为一套火山—陆源碎屑含煤沉积建造,下部岩性主要为安山玄武岩、火山角砾岩、凝灰质砂岩及灰色砂岩、砂砾岩、灰黑色泥岩夹煤层;上部为酸性火山岩、火山碎屑岩及砂岩、粉砂岩和黑色泥岩,含可采煤层,顶部可见紫色泥岩薄层。地层最厚可达 2860m,与下伏地层呈整合或平行不整合接触。由于燕山运动三幕的影响,盆地内部分地区缺失营城组顶部地层。

4. 登娄库组(K_1d)

登娄库组是断拗转化过渡时期沉积的一套地层,主要分布于中部断陷带和东南隆起区。下部岩性以灰白色、杂色砂砾岩为主,夹灰绿、紫红色泥岩及少量凝灰岩;上部为灰绿、灰褐色泥岩与杂色砂砾岩互层。地层最厚可达 1000m,与下伏营城组呈角度不整合接触。

5. 泉头组(K_1q)

泉头组是松辽盆地拗陷期早期阶段的沉积,盆地内以河流相为主,向盆地边缘粒度变粗。按岩性可将该组分为四段:泉一段以紫灰、灰白色砂砾岩与砂岩互层,夹暗紫红色泥岩、凝灰岩;泉二段以紫红、褐红色泥岩为主,夹紫灰色、灰白色砂岩;泉三段以灰绿、紫灰色粉、细砂岩与紫红色泥岩互层为主;泉四段为灰绿、灰白色粉、细砂岩与紫红、棕红色泥岩互层,顶部常为灰绿色泥岩。地层总厚在 500~1000m,与下伏登娄库组呈整合—平行不整合接触,盆地边缘常超覆于不同层位的老地层之上。

6. 青山口组(K_2qn)

青山口组沉积范围比较大,下部以深湖—半深湖相泥岩、页岩为主,夹油页岩;上部为黑色、深灰色泥岩夹灰色、灰绿色钙质粉砂岩和多层介形虫灰岩,是松辽盆地主要的烃源岩层。向盆地边部粗碎屑增多。地层总厚 400 ~ 515m,与下伏泉头组呈整合—平行不整合接触。古生物研究发现在西部斜坡带缺失青山口组顶部部分地层,梨树凹陷的青山口组顶部也有部分被剥蚀。

7. 姚家组(K_2y)

姚家组属于河流—泛滥平原—浅湖沉积,以紫红色、棕红色、灰绿色泥岩与灰白色砂岩互层为主,盆地中部可见有黑色泥岩。地层总厚 120 ~ 155m,与下伏青山口组呈整合—不整合接触。姚家组在区内分布较广,但在梨树凹陷一带被剥蚀。

8. 嫩江组(K_2n)

嫩江组是盆地内分布范围最广的地层,在北部和东北部已超出现今盆地边界。下部岩性主要为黑色、灰黑色泥岩、页岩,夹油页岩;上部为灰绿、深灰、棕色泥岩与粉砂岩、细砂岩互层,主要为半深湖—深湖沉积。地层总厚 800 ~ 1000m,与下伏姚家组呈整合接触。由于嫩江组末期燕山运动四幕的影响,在西部斜坡部分地区嫩江组上部被部分剥蚀,在德惠凹陷和梨树凹陷地区被完全剥蚀。

9. 四方台组(K_2s)

四方台组属盆地萎缩期的沉积,分布范围已大大缩小,且沉积中心西移,主要分布于盆地的中部和西部,以浅湖及河流相为主。下部岩性主要是砖红色含细砾的砂泥岩夹棕灰色砂岩和泥质粉砂岩;中部为灰色细砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩与砖红色、紫红色泥岩互层;上部以红色、紫红色泥岩为主,夹少量灰白色粉砂岩、泥质粉砂岩。地层厚度 250 ~ 320m,与下伏嫩江组呈角度不整合接触。

10. 明水组(K_2m)

明水组比四方台组分布范围更为局限,主要分布于盆地中部和西部,东部地区普遍缺失。西部斜坡和乾安坳陷地区也有部分缺失。岩性主要由灰绿、灰黑色泥岩与灰、灰绿色砂岩、泥质砂岩交互组成。地层总厚可达 430m,与下伏四方台组呈整合—平行不整合接触。

三、新近系(N)

新近系主要分布于松辽盆地西部,自下而上发育有大安组、泰康组。以泰康组分布最为广泛,主要岩性为一套河流相为主的灰绿、黄绿、深灰色泥岩与砂岩、砾岩互层组成,地层厚度为 90 ~ 100m,与下伏地层呈角度不整合接触。

四、第四系(Q)

盆地内第四系沉积非常发育,厚度可在 50 ~ 90m 之间,主要为风成堆积和河湖相沉积。岩性多为黄土状亚粘土、黑色淤泥质亚粘土、亚粘土、砂土及砂砾层,与下伏新近系呈平行不整合—角度不整合接触。

上述地层中,松辽盆地南部分别在火石岭组—营城组、泉头组一段—二段、泉头组三段、泉头组四段、青山口组、姚家组一段、姚家组二段—嫩江组一段、嫩江组三段—五段以及明水组等地层中形成了怀德油气层、农安气层、杨大城子油层、扶余油层、高台子油层、葡萄花油层、萨尔图油层、黑帝庙油层、明水气层等油气层。其中,松辽盆地南部的主力油层之一——扶余油层是本书重点解剖的目的层。

第三节 松辽盆地南部扶余油层勘探概况

扶余油层是松辽盆地南部最重要的勘探目的层之一,钻遇或钻穿扶余油层的探井达 1800 余口,但钻井分布极不均匀。勘探程度较高的地区主要有扶新凸起带、华字井阶地及大安—红岗北地区(图 1-3)。其他地区勘探程度均较低。

吉林油田经过 50 多年的勘探,取得了丰硕的成果。已在扶余油层发现油田 10 余个,探明石油地质储量近 $7 \times 10^8 \text{t}$ 。其中,扶新凸起带上已发现扶余油田、新民油田、新立油田、新庙油田、木头油田、两井油田;华字井阶地已发现大老爷府油田、孤店油田,另有大量的控制、预测区块及出油点;大安—红岗阶地的英台—四方坨子地区、大安—海坨子地区均提交了探明石油地质储量。整体上看,除了乾安—查干泡地区勘探程度较低以外,整个中央坳陷的周边地区,呈现了宏观连片的特征。

“十五”后期,随着扶余油层岩性成藏机制的深入研究,扶余油层在中央坳陷区具有“垂向输导、超压控藏、满坳含油、宏观连片”的特征。在此认识的指导下,松辽盆地南部中央坳陷区扶余油层岩性油气藏勘探工作逐步展开,勘探效果明显。“十五”后期至“十一五”早期的四年间,扶余油层新增探明储量近 $1.5 \times 10^8 \text{t}$,其中以岩性为主要控制因素的近 $1.3 \times 10^8 \text{t}$ 。2004 年以来松辽盆地南部的预探发现多以扶余油层为主,先后发现了扶新凸起围斜、红岗北—海坨子、花敖泡—查干泡、乾东—孤西、民东—长春岭等多个亿吨级勘探目标。上述地区预探提交的控制和预测石油地质储量以及勘探揭示的潜力总计可达 $6 \times 10^8 \text{t}$ 以上。近年的研究成果和勘探实践证实,扶余油层仍具有较大的剩余可探明资源量,是“十一五”后期和“十二五”期间松辽盆地南部中央坳陷的主力勘探层系,也是吉林油田下一步油气勘探的重点。

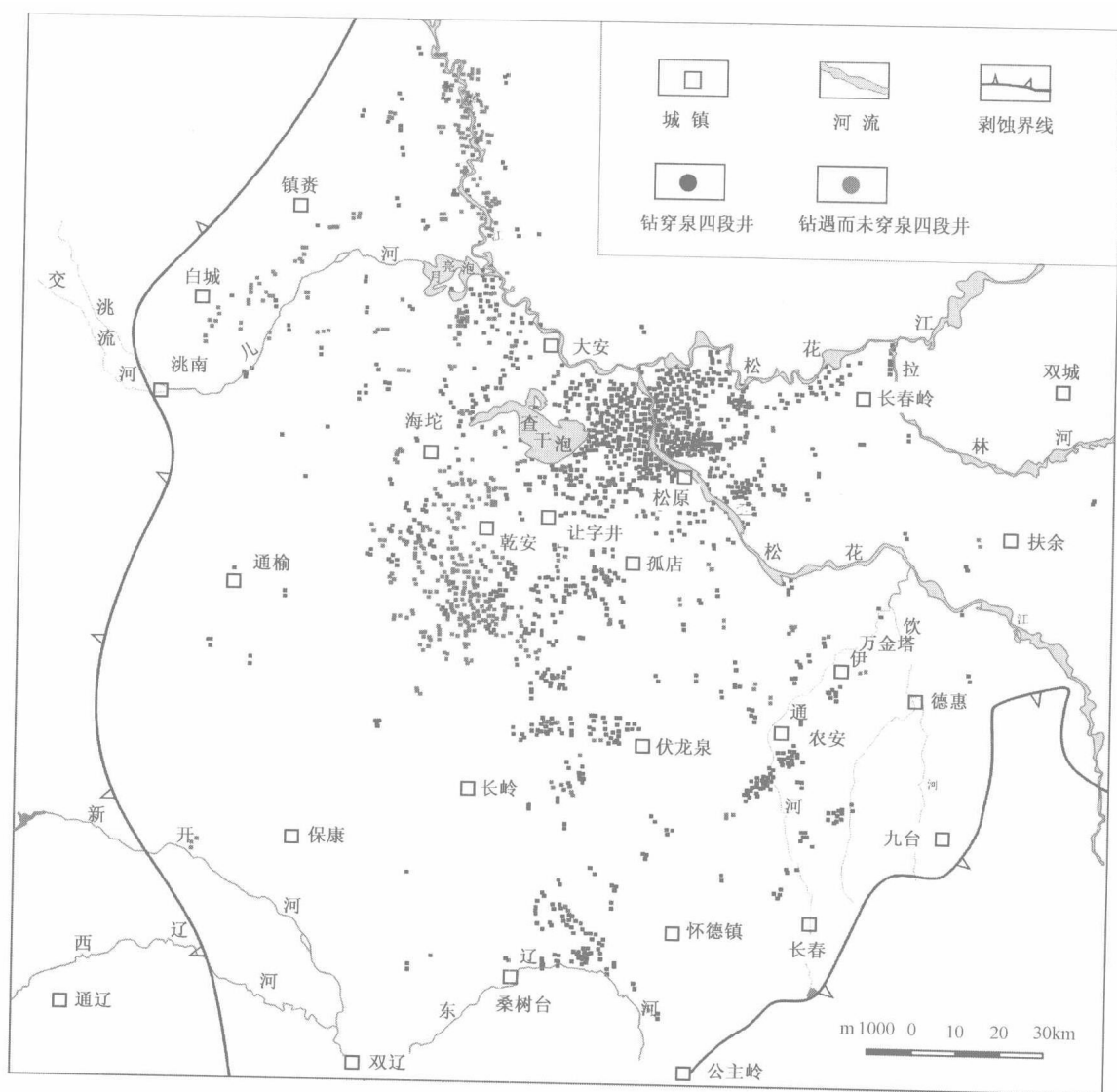


图 1-3 松辽盆地南部钻穿或钻遇泉四段的探井分布图

第二章 松辽盆地南部泉四段 沉积体系再认识

前人对泉四段(扶余油层)沉积体系有不同的观点和认识,有人用“干枝”三角洲来形容泉四段的沉积体系,但更多的学者一直沿用河流—浅水三角洲的传统概念。沉积体系是沉积微相和岩性油气藏研究的基础,为此,本次研究重新对松辽盆地南部泉四段沉积体系进行了厘定,并建立了沉积体系模式。

第一节 松辽盆地南部泉四段沉积特征

研究区南部为河流沉积体系,这早已为大家所公认,争议的焦点主要在研究区的北部是否存在三角洲,是否是“湖泊—三角洲”沉积体系。所以,笔者重点对存在争议的研究区北部进行了深入研究。

为了较全面客观地认识松辽盆地南部泉四段的沉积体系面貌,在对前人研究资料充分分析的基础上,对研究区东南部地区的泉四段露头进行了细致观察,并对研究区北部地区的扶余、新立、查干泡以及研究区西部地区的红岗等地的 50 多口井的岩心进行了详细描述分析,结合研究区内探井和开发井的录井、测井、测试等资料的综合研究,总结出了松辽盆地南部泉四段沉积的基本特征。

一、地层分布特征

地层对比及地震剖面反射特征分析表明,松辽盆地南部泉四段除在盆地边缘变薄尖灭外,大部分地区保存完整。由于构造抬升作用,泉四段被完全剥蚀或部分剥蚀的局部地区主要为登娄库背斜带的部分地带。该地带的第四系与泉三段为不整合接触,属沉积后期局部遭受破坏所致。

大量的钻探资料揭示表明,松辽盆地南部泉四段地层厚度变化较小,分布稳定。在面积约 $13.4 \times 10^4 \text{ km}^2$ 的研究区范围内,除西部边缘存在一狭窄的地层厚度快速减薄带外,其他绝大部分区域,以 10m 为间距的地层厚度等值线分布极为稀疏,地层厚度一般在 100 ~ 120m(图 2-1)。在这样大的面积内,地