

吉林探区 油气勘探理论与实践

王永春 康伟力 毛超林 著

石油工业出版社

吉林探区油气勘探理论与实践

王永春 康伟力 毛超林 著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书对吉林探区,包括松辽盆地南部、伊通地堑的构造地质学、沉积学、石油地质学和地球化学等方面进展进行了系统的总结,并对先进勘探技术的应用和勘探经验进行了介绍。这些理论及勘探技术与方法,对松辽盆地南部油气勘探具有重要指导意义,而且对其他陆相盆地油气藏的研究和勘探也有借鉴意义。

本书为油气勘探工作者提供了有价值的勘探理论和实际应用资料,也可供高等院校相关专业师生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

吉林探区油气勘探理论与实践 / 王永春等著.
北京:石油工业出版社,2007.11
ISBN 978-7-5021-6198-9

I. 吉…
II. 王…
III. 油气勘探—研究—吉林省
IV. P618.130.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 114232 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.cn
发行部:(010) 64210392
经 销:全国新华书店
印 刷:石油工业出版社印刷厂

2007 年 11 月第 1 版 2007 年 11 月第 1 次印刷
787×1092 毫米 开本:1/16 印张:28.75
字数:733 千字 印数:1—1000 册

定价:80.00 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

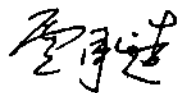
序 言

吉林探区主体位于松辽盆地南部,是我国重要的油气田之一。自1955年开始勘探以来,到2005年底,在松辽盆地南部和伊通地堑累计探明石油地质储量 $11.338 \times 10^8 \text{t}$,年产量达 $604.56 \times 10^4 \text{t}$,成为我国重要的产油区。“十五”以来,吉林油田在“立足中央,突破伊通,探索东南,准备西坡,发展滚动”二十字勘探方针指导下,勘探部署上坚持“区域甩开与重点解剖相结合,搞好三个战略接替,实现勘探良性循环;重点突破高丰度储量区,在构造复杂区块实施滚动勘探开发,不断扩大战果提高经济效益;积极侦察新区新层系,寻找后备勘探战场;发挥科技优势,向新理论、新技术、新方法要质量、要速度、要效益,实施油气并举”。在具体勘探工作中实施四个坚持:一是坚持精细研究、科学部署的原则,走精细勘探之路;二是坚持应用先进适用的勘探技术,保障部署的有效实施;三是坚持勘探开发一体化的原则,实现增储上产的统一;四是坚持提高勘探管理水平,向管理要效益。“十五”期间,累计探明石油地质储量 $2.574 \times 10^8 \text{t}$,控制石油地质储量 $1.2 \times 10^8 \text{t}$,预测石油地质储量 $1.7 \times 10^8 \text{t}$ 。在取得重大勘探成果的同时,丰富了勘探理论,积累了勘探经验,同时,也使吉林油田实现了跨越式发展。

吉林油田的跨越式发展,得益于吉林探区地质理论的形成、创新与深化,得益于吉林石油勘探工作者科学严谨的工作作风及艰苦的努力。为了使我国石油工业的勘探工作者全面了解吉林探区的石油地质条件、勘探理论和勘探实践,更好地稳步推进油气勘探,不断取得新成果,作者对吉林探区石油勘探实践和理论业已取得的进展和成果加以总结,写成本书。为推动吉林探区油气勘探事业,乃至我国石油天然气勘探事业的发展,促进我国石油地质等理论学科的发展贡献一份力量。

本书是吉林油田长期研究成果的总结,体现了集体的智慧,凝聚着吉林油田几代石油地质和石油工程专家的辛勤工作。我们相信,本书将为吉林油田乃至国际石油勘探工作者和后续的研究人员提供有益的资料,对吉林探区油气勘探发挥重要的指导作用,对其它陆相盆地油气藏的研究和勘探也有借鉴意义。

中国科学院院士



2007年9月

前 言

吉林油田油气勘探主要在松辽盆地南部和伊通地堑进行,在吉林省东部中—新生代小型盆地开展了油气地质调查和油页岩早期评价。松辽盆地南部面积为 $13 \times 10^4 \text{ km}^2$,其中吉林省境内面积为 $7.02 \times 10^4 \text{ km}^2$,有效勘探面积为 $5.2 \times 10^4 \text{ km}^2$,伊通地堑面积为 2225 km^2 。

自 1955 年以来,历经 50 余年的勘探,在松辽盆地南部和伊通地堑进行了大量的勘探工作。到 2005 年底,在松辽盆地南部和伊通地堑,完成二维数字地震 80498.02 km ,测网密度达 $0.5 \text{ km} \times 0.5 \text{ km} \sim 4 \text{ km} \times 8 \text{ km}$,多集中在中央拗陷区,完成三维地震 9449.1 km^2 ;完钻各类探井 2387 口,进尺 $346.472 \times 10^4 \text{ m}$,获工业油气流井 892 口;累计探明 29 个油气田,探明石油地质储量 $11.338 \times 10^8 \text{ t}$,探明天然气地质储量 $120.11 \times 10^8 \text{ m}^3$;控制石油地质储量 $2.8 \times 10^8 \text{ t}$,控制天然气地质储量 $82.2 \times 10^8 \text{ m}^3$;预测石油地质储量 $5.4697 \times 10^8 \text{ t}$,预测天然气地质储量 $792.89 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。建成 $550 \times 10^4 \text{ t}$ 年原油生产能力,创造了良好的勘探效益。

吉林探区油气勘探所取得的突破和进展,得益于先进的石油地质理论的指导和先进勘探技术的应用。尤其是松辽盆地南部白垩系以低孔隙、低渗透、薄互层储层为主,“九五”以来发现的近 $5 \times 10^8 \text{ t}$ 石油探明储量 90% 以上是这类储层。在长期的勘探实践中,吉林油田形成了自己特色的陆相油气勘探理论和低孔隙、低渗透、薄互层储层的勘探技术,丰富了中国陆相盆地石油地质理论和勘探技术。因此,对吉林探区石油勘探实践和理论业已取得的进展和成绩加以总结,有利于推动我国石油天然气勘探事业的发展,促进我国石油地质等理论学科的发展。

本书对吉林探区,包括松辽盆地南部、伊通地堑的构造地质学、沉积学、石油地质学和地球化学等方面的进展进行了系统的总结,并对先进勘探技术的应用和勘探经验进行了介绍。全书分上、中、下三篇,共 17 章,包括了以下主要认识:

(1) 松辽盆地是中国东部具断拗双重结构的大型中—新生代沉积盆地,属于弧后裂谷盆地,盆地的形成演化主要受两种动力控制:一是地壳深部地幔物质的热动力,上地幔隆起、大陆壳张裂;二是太平洋板块向亚洲大陆俯冲形成的动力。盆地早期发育主要受第一种动力的控制,中、晚期发育主要受第二种动力的控制,由于两种动力性质的差异,使盆地在发展过程中表现为早期裂谷、中期拗陷和晚期抬升褶皱的特点。松辽盆地基底是晚古生代末至早中生代初所面结的大陆地壳,盆地南部或盆前的基底基岩主要是上古生界石炭、二叠系变质岩及同期岩浆岩,盆地南缘分布有志留系、泥盆系变质岩。

(2) 松辽盆地南部沉积充填为上侏罗统、白垩系、古近系和第四系。为陆相碎屑夹油页岩建造,最大厚度约 5500 m ;新近系主要分布在盆地西部地区,为陆相碎屑岩建造;其中下白垩统烃源岩和储层发育,是松辽盆地南部油气勘探开发的主要层系。

(3) 松辽盆地演化分为断裂期前热拱期、断陷期、断拗期、拗陷期、萎缩隆褶期、弱伸展期六个阶段。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。在演化历史中,火石岭期热拱运动奠定了该区伸展新陷形成的基础,促成沙河子组—营城组断陷的形成,使得水城体系扩大,沉积物源丰富,为烃源岩的形成创造了条件。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。

(4) 松辽盆地南部的上侏罗统至上白垩统可划分 1 个巨层序、3 个超层序组、6 个超层序、19 个层序。初始断陷超层序和断陷超层序皆形成于松辽裂谷盆地发育初期的断陷沉降阶段,二者构成了同裂谷沉降超层序组。断拗转化超层序、下部拗陷超层序、上部拗陷超层序皆形成于松辽裂谷盆地发育中期的拗陷沉降阶段,自下而上三个超层序沉降的湖盆总体发育规模逐渐增大,其上发育裂谷后萎缩超层序组。同裂谷沉降超层序组、裂谷后热沉降超层序组及裂谷后萎缩超层序组共同构成了松辽裂谷盆地的充填序列,形成了大陆裂谷盆地巨层序。

(5) 松辽盆地南部不同沉积历史时期都具有多物源、多沉积体系的特点,四大沉积体系从宏观上控制了盆地南部储层分布格局。断陷期各断陷水体相互分割,形成各自的沉积体系,而拗陷期沉积以来,松辽盆地南部主要发育四大物源七条水系,即西部物源的镇赉—英台水系、白城—红岗水系;西南部物源的通榆水系、保康水系;东南部物源的怀德水系、长春水系及东北部物源的长春岭—肇州水系。在上述水系控制下,主要发育冲积扇、扇三角洲、三角洲、浊积岩、滨浅湖、半深湖—深湖等沉积环境和沉积相。

(6) 松辽盆地南部演化经历了断陷和拗陷两个主要阶段,其烃源岩的形成和分布也主要在这两个时期。断陷时期,在深层主要发育一套湖相泥岩和煤系烃源岩;拗陷时期,主要发育了两套烃源岩,即青山口组和嫩江组。嫩一段和青一段泥岩有机质类型最好,以 I 型有机质为主,嫩二段有机质类型也比较好,为 I—II 型,嫩三段、嫩四段和青二+三段泥岩既有好的有机质类型,又有较差的有机质类型,营城组、沙河子组有机质类型以 II₂—III 型为主,含有部分 II₁型,沙河子组有机质类型优于营城组。平而上,中浅层有机质类型的分布与沉积环境、水体深度、有机质保存条件等多种因素相关。深层各断陷有机质类型的分布严格受控于沉积相带,从滨浅湖到深湖有机质类型逐渐变好。

(7) 松辽盆地形成和发育经历了多次水进水退,沉积环境多变,进而形成了多种成因类型砂体。各种砂体十分发育,特别是三角洲砂体、扇三角洲砂体、河道砂体以及盆地东部断陷深水重力流砂体广泛发育,还发育火山岩储层和泥岩裂缝储层等特殊储层,为油气藏的形成提供了广泛的储集空间和场所。砂岩储层储集性的优劣是诸多影响因素综合作用的结果。具备下列条件的储层是有利储层:①具有三角洲、辫状河三角洲、浅水三角洲、扇三角洲相和河流相形成的分支河道、水下分支河道、河口坝和主河道砂体的储层,这些砂体颗粒粗,分选磨圆好,往往发育优质储层。②砂岩单层厚度大、砂地比高,砂岩累计厚度大,砂岩物性好,是优质储层的重要条件。③从砂岩孔隙结构分类上看,具有粗喉、中喉砂岩,即具有 I、II 类孔隙结构的砂岩储层好,具有细喉和微细喉砂岩,即具有 III 类和 IV 类孔隙结构类型的砂岩储层较差。④从孔隙演化看,具有原生孔隙带、混合孔隙带及次生孔隙发育带的砂岩储层最好,特别是混合孔隙发育带,往往形成于烃源岩层上、下,距烃源岩层很近,烃源岩生成的油气首先进入这种类型孔隙中储集。⑤从成岩期看,最好是处于早成岩期 B 亚期和晚成岩期 A 亚期的层段。该成岩期砂岩埋深不大,受成岩作用影响较弱,且也是油气主要生成期,储层与烃源岩层距离很近,生成的油气很容易进入储层中,有利于油气的运移和聚集。

(8) 松辽盆地南部是断拗双层结构的盆地,含油气系统的发育也表现为多个含油气系统纵向上的叠合。中浅层可划分为 2 个含油气系统, K₂qn—P、G、F、Y 含油气系统和

K_2n^{1-2} —H 含油气系统, 1 个复合含油气系统为 K_2qn 、 K_2n^{1-2} —S 复合含油气系统。松辽盆地南部深层往往以断陷为基本单元形成一系列的含油气系统, 它们具有相同层位的烃源岩、储层和盖层, 往往具有相似的油气生成、运移、聚集和油气藏的形成史。泉二段以下到基岩层系划分为一个含油气系统, 即深层含油气系统。

(9) 松辽盆地南部已发现的天然气类型丰富, 既有油型气、煤型气、生物气及油型气与煤型气的混合气, 又无机 CO_2 气, 甚至可能还有无机烷烃气。坳陷期以形成中浅层生物气、油型气为主, 主要分布于中央坳陷区, 天然气受嫩江组二段—明水组气源层系和嫩江组一段—青山口组一段气源层系两套烃源岩控制, 主要分布于长岭、大安凹陷周边, 烃源岩宏观上控制着生物气、油型气的分布; 断陷期以形成深层煤型气为主, 主要分布于东南隆起区和长岭断陷, 受营城组—沙河子组气源层系的控制, 已发现的煤型气藏大都分布于断陷内, 断陷宏观上控制着深层煤型气的分布。

(10) 盆地深层已发现的油气藏集中分布于断陷内几条呈 NNE 走向的断裂构造带上, 深部断陷宏观上控制油气分布, 各断陷具有独立的含油气系统, 但油气分布不仅受生烃主凹陷的控制。盆地中浅层扶余油层形成中央坳陷区满坳、满坡含油趋势, 优质储层、断层、超压与垂向岩性组合的配置控制高产富集区的分布, 可以形成一个超大型岩性油气藏群。高台子油层为自生、自储、自盖式生储盖组合, 凹陷内部垂向运移起主导作用, 青一段暗色泥岩与砂岩的叠合范围, 宏观上控制了青山口组油气的分布范围, 而且受沉积相带控制, 从砂岩体核部到前缘岩性油气藏的类型呈规律性的变化。葡萄花油层在中央坳陷区从南到北沿盆地轴向呈串珠状零星分布, 其中南部的乾安、乾北、两井、新立围绕长岭凹陷呈条带状分布, 北部的大安北、南山湾绕嫩江带状分布; 保乾砂体形成大情字井、乾安、让字井、新立岩性圈闭带, 并且砂体从大情字井的三角洲内前缘到新立的断续砂岩尖灭带、岩性圈闭带的油藏类型呈规律性变化。萨尔图油层砂体发育, 以侧向运移为主, 油气藏受构造控制比较明显, 主要受西部物源控制, 砂体和油气藏主要分布在红岗阶地、西部斜坡区; 在中央坳陷区不发育, 主要为泥岩裂缝油气藏。黑帝庙油层平面上呈零星分布, 多不连片, 砂岩单层厚度薄, 油层厚度小, 影响形成储量规模; 由南向北含油气层位有逐渐抬高的趋势, 黑帝庙油层以岩性油藏为主。

(11) 松辽盆地南部石油剩余资源量中浅层为 $9.5 \times 10^8 t$, 深层为 $3.7 \times 10^8 t$ 。石油剩余资源量主要分布在松辽盆地南部中浅层, 中浅层剩余资源又多分布在下部组合扶杨油层、中部组合高台子油层。天然气剩余资源深层为 $8300 \times 10^8 m^3$, 剩余资源主要分布在长岭断陷深层。中浅层是实施勘探战略展开、落实石油储量的主战场, 扶杨油层是下步勘探的重点层系, 长岭断陷则是加快深层天然气勘探的重要领域。

(12) 伊通地堑位于佳—伊地堑南段, 为著名的郯庐断裂在中国境内的北延部分, 盆地基底是天山—兴安古生代褶皱区, 辉南—伊通断裂以北是吉林海西晚期褶皱带, 以南是呼兰—青龙村加里东褶皱带。基底岩性为大面积海西期和燕山期花岗岩。伊通地堑主要为古近系断陷盆地, 地层厚度一般为 2000 ~ 6000m。自下而上发育侏罗—白垩系、古近—新近系的双阳组、奢岭组、永吉组、万昌组、齐家组和岔路河组。其中双阳组和奢岭组为本区的主要目的层, 永吉组、万昌组和齐家组在岔路河断陷也有油气发现。古近系主要岩性为砂砾岩、砂岩和黑色、灰色、灰绿色泥岩。

(13) 伊通地堑在整个形成演化过程中, 经历了断陷期、坳陷期、盆地反转期, 在双一段、双三段、永四段沉积期发生了三次水进过程及奢岭组沉积末期和永三段沉积期等的水

退过程,形成了双阳组、奢岭组、永吉组三套主要烃源岩,双阳组、奢岭组、永吉组、万昌组四套主要储集层系,双阳组、奢岭组、永吉组、齐家组四套区域性盖层条件,具备了良好的生储盖配置。

(14) 伊通地堑不同断陷不同区带油气藏类型的发育特点有差异,如莫里青断陷油气藏分布的基本特点是,从西北边界到生烃凹陷向东南缘,油气藏类型一般由简单到复杂,西北缘断裂带主要发育断层—岩性油气藏,生烃凹陷中主要分布岩性油气藏和断层—岩性油气藏,向东逐渐转为构造控制为主的油气藏。鹿乡断陷大南凹陷到东南缘分布岩性油气藏、断层(断块)—岩性油气藏和断鼻构造油气藏。莫里青—鹿乡断陷南北两端发育地层超覆油气藏和断块油气藏。岔路河断陷勘探程度低,但其内部油气藏类型的分布也与莫里青、鹿乡断陷的油气藏分布相类似。西北缘可发育断层—岩性油气藏,向东可发育岩性、断块、断块—岩性、地层、断鼻构造油气藏。伊退地堑梁家构造带、新安堡凹陷是今后油气勘探的重点。

(15) 吉林油田以陆相生油理论为基础,在实践中不断总结上升,并逐步形成了相带控油论、主导因素宏观控油论等适合于指导松辽盆地南部整体勘探的石油地质理论及适合于局部地区勘探的反向正断层控油理论和低阻油藏认识等,这些理论认识的产生有效地指导了松辽盆地南部油气田的勘探。

(16) 吉林探区低渗透油气藏适用勘探配套技术归纳起来主要体现在以下三个方面,即发展物探技术,提高钻探成功率;攻关压裂“瓶颈”,提升储量形象;发展井筒技术,加快发现节奏,提高勘探效益。其特点是最大限度地体现组合创新,提高勘探效益。

(17) 吉林含油气区油气勘探获得很丰富的经验,突出勘探重中之重的地位,确立正确勘探思路是实现勘探突破的前提;加强地质综合研究,深化认识,实施科学部署是实现勘探突破的关键;采用针对性勘探技术是取得勘探突破的重要保障;勘探开发一体化是实现勘探开发效益统一的最好途径;坚持勘探程序,创造良性循环条件,提高勘探经济效益;实施现代勘探项目管理是搞好勘探工作的重要保证。

本书是集体研究成果的总结,凝聚着吉林油田老、中、青石油地质和石油工程专家多年的辛勤工作,还包含了许多大专院校和科研院所专家的研究成果。本书由王永春、康伟力、毛超林编写,赵占银、王立武参加了部分编写工作,最后由康伟力统稿完成。在本书编写过程中,吉林油田分公司梁春秀、赵志魁、魏兆胜给予了大力支持,油田分公司勘探部、研究院、钻采院和油田集团公司、各技术施工单位给予了大力协助,中国石油大学(北京)黄志龙、高岗老师给予了大力帮助,在此一并表示感谢。本书编写过程中引用前人的资料,因数量大,涉及面广,不能一一列举,特此表示歉意。

目 录

上篇 松辽盆地南部

第一章 松辽盆地南部构造地质特征	3
第一节 盆地区域构造背景及基底构造.....	3
第二节 盆地演化特征.....	7
第三节 盆地构造单元划分及其特征.....	15
第四节 断层特征.....	20
第二章 地层层序与沉积环境	24
第一节 地层层序划分和层序特征.....	24
第二节 沉积环境与沉积相.....	30
第三节 沉积体系特征与展布.....	43
第三章 松辽盆地南部烃源岩与石油地球化学	52
第一节 烃源岩分布特征.....	52
第二节 烃源岩地球化学特征.....	59
第三节 石油地球化学特征.....	68
第四节 油源对比.....	75
第四章 松辽盆地南部储层特征及分布	90
第一节 储层类型.....	90
第二节 砂岩储层特征.....	92
第三节 裂缝性储层特征.....	113
第四节 火山岩储层特征.....	116
第五章 松辽盆地南部流体特征与含油气系统	122
第一节 油气水性质.....	122
第二节 盖层和含油气组合.....	129
第三节 含油气系统划分及其特征.....	134
第六章 松辽盆地南部油气藏类型及聚集规律	148
第一节 油气藏类型与特征.....	148
第二节 油气分布规律和控制因素.....	160
第七章 松辽盆地南部天然气的形成与分布规律	179
第一节 天然气成因类型和气源.....	179
第二节 典型天然气藏解剖.....	188
第三节 天然气分布规律.....	195

中篇 伊通地堑

第八章 伊通地堑主要地质特征	203
第一节 伊通地堑勘探概况	203
第二节 伊通地堑主要地质特征	204
第九章 伊通地堑主要地质特征	219
第一节 烃源岩特征及生排烃作用	219
第二节 伊通地堑储盖层特征及分布	233
第十章 伊通地堑油气藏特征与分布规律	247
第一节 油气藏特征	247
第二节 油气藏形成机制	253
第三节 油气分布规律	262
第四节 油气富集和分布的主控因素	263

下篇 吉林油气勘探实践

第十一章 吉林油气区勘探现状与简史	277
第一节 勘探现状	277
第二节 勘探历程	279
第十二章 油气勘探发现与实践实例解剖	291
第一节 背斜构造油藏勘探发现与实践	291
第二节 复杂断块构造油藏勘探发现与实践——木头油田	296
第三节 低阻油气田的勘探发现与实践——大老爷府油田	298
第四节 构造与岩性复合型油藏勘探发现与实践	302
第五节 岩性油藏勘探发现与实践	319
第六节 稠油油田的勘探发现与实践——套堡油田	327
第十三章 吉林油气勘探理论	330
第一节 吉林油气勘探地质理论认识回顾	330
第二节 松辽盆地南部大型岩性油藏形成理论	333
第十四章 吉林油田油气勘探方法与技术	342
第一节 吉林油气勘探技术发展历程	342
第二节 油气勘探配套技术与应用	345
第十五章 吉林含油气区油气资源评价	381
第一节 国外油气资源评价的现状和发展趋势	381
第二节 国内油气资源评价研究现状	384
第三节 吉林探区初次、二次油气资源评价方法及特点	386
第四节 三次油气资源评价	395
第十六章 吉林含油气区勘探潜力和发展战略	424
第一节 资源潜力与勘探目标	424
第二节 未来勘探发展趋势预测	429

第三节 勘探思路与勘探发展战略.....	432
第十七章 油气勘探经验.....	438
参考文献.....	445

上 篇
松辽盆地南部

第一章 松辽盆地南部构造地质特征

松辽盆地是中国东部具断拗双重结构的大型中—新生代沉积盆地，属于弧后裂谷盆地，盆地的形成演化主要受两种动力控制：一是地壳深部地幔物质的热动力，上地幔隆起大陆壳张裂；二是太平洋板块向亚洲大陆俯冲形成的动力。盆地早期发育主要受第一种动力的控制，中、晚期发育主要受第二种动力控制，由于两种动力性质的差异，使盆地在发展过程中表现为早期裂谷、中期拗陷和晚期抬升褶皱的特点。

第一节 盆地区域构造背景及基底构造

一、区域构造背景

松辽盆地大地构造位于天山—兴蒙地槽褶皱系的东端，属于吉黑地槽褶皱系，西部为早海西褶皱带和晚海西—印支褶皱带，东北部是加里东增生褶皱带，南邻华北地台北缘——加里东增生褶皱带。盆地边界受深断裂控制，西部为嫩江断裂，南部为开源—赤峰断裂，东部为依兰—伊通断裂，北部受塔溪—鸡西断裂控制。盆地基底具有拼合特征（图 1-1）。基底断裂控制盆地的形成和发育，同时对上覆盖层沉积及构造也起着至关重要的作用。

松辽盆地处于上地幔隆起带上，中—新生代沉积最厚的地带，恰是莫霍面上拱最高、地壳最薄的地带，呈明显的镜像对称关系。莫霍面拱起走向为北北东向，与松辽盆地走向一致（图 1-2）。这使得松辽盆地具有较高的地温梯度和较快的沉积速率，平均地温梯度为 $4.2^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ，最高可达 $8.9^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ，这是中国诸盆地中地温梯度最高的；视沉积速率为 0.17mm/a ，拗陷期视沉积速率为 0.78mm/a ，小于华北地区，而大于西部诸盆地。

松辽盆地南部是中—新生代具有断拗双重结构的大型复合型沉积盆地，依盆地演化发育了具有“断”、“拗”双层结构性质的沉积盖层（图 1-3）。在断陷构造层内发育了梨树、德惠、王府、长岭等多个断陷，断陷之间主要以凸起相过渡，整体上形成断凸相间的构造格局，由此控制着深层烃源岩、储层的分布；拗陷构造层在端承古构造的基础上，以平稳沉降为主，在拗陷构造层沉积末期，东南隆起区在挤压应力作用下整体上反转抬升，并且持续至古近纪末，造成沉积盖层严重剥蚀，并且形成一系列的反转构造（图 1-3）。

二、基底性质

松辽盆地基底是晚古生代末至早中生代初所固结的大陆地壳。从区域陆壳建造、改造和陆壳成熟度三方面分析，组成松辽盆地基底的陆壳成分并非是统一造陆环境下的产物，而是一个拼合陆壳。盆地南部或盆前的基底基岩主要是上古生界石炭、二叠系变质岩及同期岩浆岩，盆地南缘分布有志留系、泥盆系变质岩（图 1-4）。根据南部钻井资料分析，大致以长春—通榆为界，南部为变质程度较深的片麻岩和变质岩，为早古生代吉林加里东褶皱系，北部为变质程度较浅的板岩、蚀变火山岩，伴有大量花岗岩侵入体，为晚古生代吉林海西褶皱系。它们均是西伯利亚地台和中朝准地台之间的古生代中亚海槽收缩回返的产物。

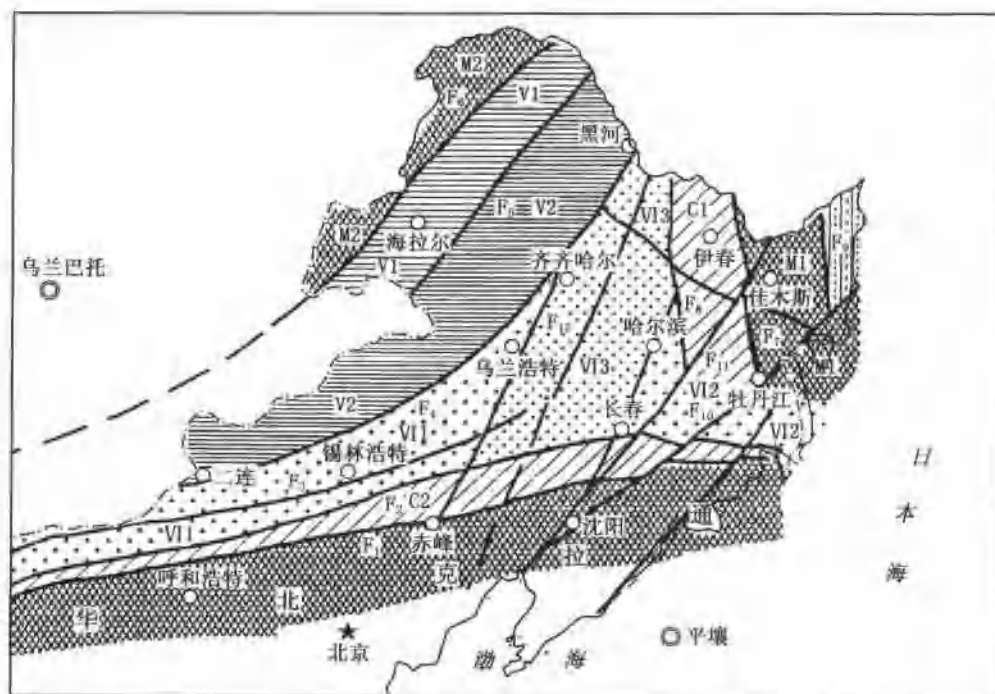


图 1-1 松辽盆地构造位置图(据汪新文, 1997)

1. 地块: M1. 佳木斯, M2. 额尔古纳; 2. 加里东褶皱带: C1. 尹春—延寿, C2. 温都尔庙—翁牛特旗; 3. 早海西褶皱带: V1. 喜桂图旗, V2. 东乌珠穆沁旗—罕达气; 4. 晚海西—印支褶皱带或断褶带: VII. 索伦—林西, VI2 吉林—延边, VI3. 小兴安岭—松辽; 5. 燕山褶皱带: Y1. 那丹哈达, 古亚洲构造域深断裂: F₁. 赤峰—开原, F₂. 温都尔庙—西拉木伦河, F₃. 林西, F₄. 二连—贺根山, F₅. 乌奴尔—鄂伦春, F₆. 得尔布干, F₇. 牡丹江, F₈. 逊河—铁力滨太平洋构造域深断裂, F₉. 大和镇, F₁₀. 敦化—密山, F₁₁. 依兰—伊通, F₁₂. 嫩江。

三、盖层组成及地层分布概况

松辽盆地南部沉积盖层主要为上侏罗统、白垩系、新近系和第四系(表 1-1)。上侏罗统主要发育火石岭组(J₃hs)。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为沙河子组(K₁sh)、营城组(K₁yc)、登娄库组(K₁d)、泉头组(K₁q)、青山口组(K₁qn)、姚家组(K₁y)、嫩江组(K₁n)。上白垩统包括四方台组(K₂s)和明水组(K₂m)。沉积盖层可分为中—新生代断、拗两层, 断陷层包括火石岭组、沙河子组、营城组, 主要为陆相含煤火山碎屑岩建造, 最大厚度达 8000 余米; 拗陷层包括登娄库组、泉头组、青山口组、姚家组、嫩江组、四方台组和明水组, 为陆相碎屑夹油页岩建造, 最大厚度约 5500m。新近系主要分布在盆地西部地区, 为陆相碎屑岩建造; 第四系广布全区。

火石岭组是热张拱时期的沉积建造, 全区皆有分布, 岩性主要为火山碎屑岩及火山喷发岩。沙河子组分布较为广泛, 主要发育深湖—半深湖、滨浅湖及扇三角洲相, 岩性主要为砂砾岩、砂岩、泥岩, 其中湖相泥岩发育, 下部见凝灰岩、安山岩。营城组主要为半深湖、滨浅湖及扇三角洲相, 岩性主要为凝灰岩、凝灰质砂岩、火山岩、角砾岩和浅灰色砂砾岩、砂岩、灰黑色泥岩互层, 多见煤线。登娄库组主要发育滨湖相环境和扇三角洲平原、前缘相及河流相沉积, 岩性主要为灰白色含砾砂岩夹灰绿色、灰黑色、灰色泥岩。泉头组分布稳定, 沉积时期气候较为干旱, 以河流相沉积为主, 见滨浅湖相沉积, 岩性主要为紫

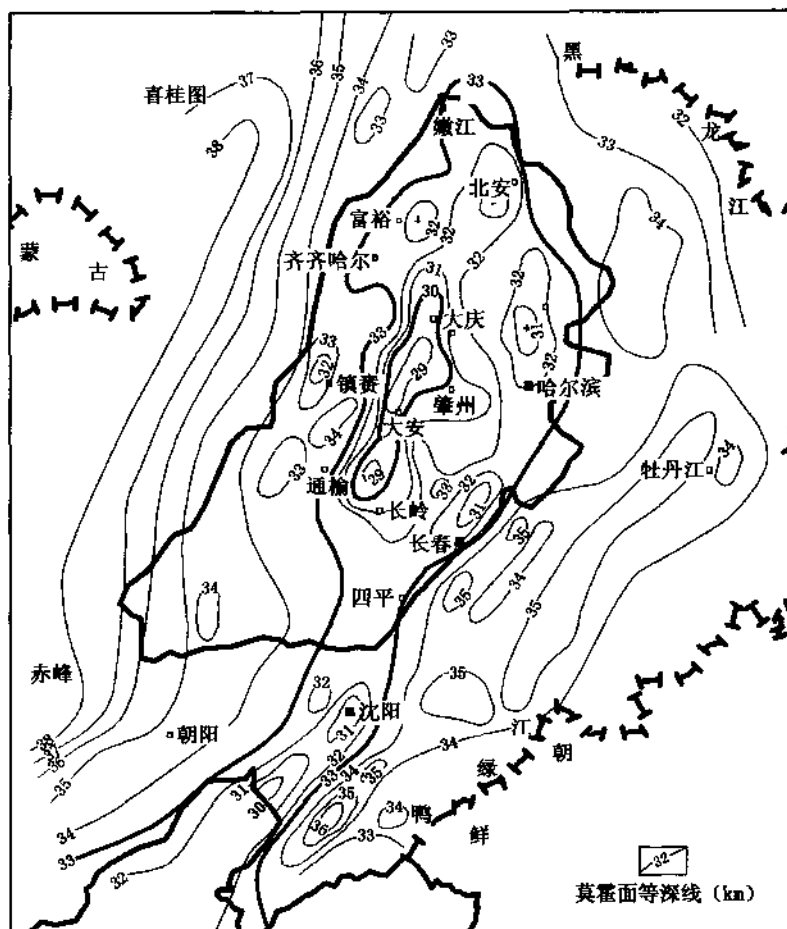


图 1-2 松辽盆地及邻近地区莫霍面轮廓图

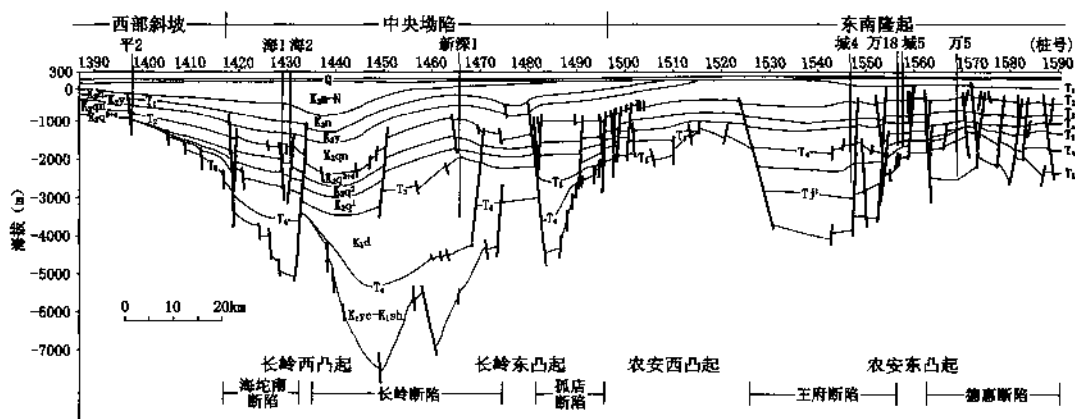


图 1-3 松辽盆地南部地质剖面 (S68 测线)

红色泥岩、灰白色、灰绿色砂岩互层，底部砂砾岩发育。青山口组分布较广，为典型的湖相沉积，顶部岩性主要为棕红色泥岩夹灰绿色泥岩、粉砂岩、灰白色钙质粉砂岩，底部岩性主要为黑色泥岩、油页岩。姚家组为滨浅湖相沉积环境，岩性主要为棕红色、暗紫色泥

岩夹灰绿色泥岩、灰白色泥粉砂岩和泥质粉砂岩。嫩江组沉积时期是松辽湖盆由极盛变为衰亡的沉积时期，嫩一、二段发育水进沉积体系，沉积环境为大面积分布的半深湖相，由于嫩江期末的抬升剥蚀，嫩五段发育不全。

表 1-1 松辽盆地南部地层特征简表

地 层					地震 反射层	主要沉积及岩性特征				
系、统	组	段	厚度 (m)	年代 (Ma)						
第四系		Q	10 ~ 48	2	T ₀ ¹		上部为黄土，中部为浅黄色细砂，底部为砾石层			
新近系	泰康组	Nt	0 ~ 88	6		区域上以河流相沉积为主	上部为灰绿色泥岩、粉砂质泥岩互层，下部以砂砾岩为主			
	大安组	Nd	0 ~ 88	25			土黄色、浅黄色细砂岩。东南隆起缺失			
白 垩 系	上白垩统	明水组	K ₂ m ²	0 ~ 138	67.7	区域上为滨浅湖及湖沼相	棕红色、灰绿色泥岩、粉砂岩互层			
			K ₂ m ¹	0 ~ 243						
		四方台组	K ₂ s	0 ~ 172	73	T ₀ ³	绿色碎屑岩组成，粉砂岩为主，间夹浅棕色泥岩			
		嫩江组	K ₂ n ⁵	未见	77.4	缺失	缺失			
			K ₂ n ⁴	0 ~ 101				T ₀ ⁴	厚层状灰色泥岩为主夹灰色及灰白色细砂岩、泥质砂岩	
			K ₂ n ³	0 ~ 99				T ₀ ⁵	砂泥岩交互层，泥岩灰色，砂岩浅黄色及灰绿色	
			K ₂ n ²	20 ~ 157	84	T ₀ ⁷	大段灰色泥砂岩，下部深灰色泥岩与黑褐色细砂岩互层			
			K ₂ n ¹	60 ~ 68		T ₁	深灰色泥岩为主，夹少量深灰色砂质泥岩			
		姚家组	K ₂ y ²⁺³	22 ~ 80	87.5	T ₁ ¹	泥、粉砂岩，上部灰绿色，下部暗棕红色夹灰绿色			
			K ₂ y ¹	26 ~ 60			88.5	暗棕红色泥岩为主，夹粉砂岩		
		青山口组	K ₂ qn ²⁺³	212 ~ 287	100	T ₂	深湖、滨浅湖相为主	紫红色、暗棕红色泥岩为主		
			K ₂ qn ¹	40 ~ 62			灰色、深灰色泥岩夹油页岩			
		下白垩统	泉头组	K ₁ q ⁴	85 ~ 105	113	T ₂ ¹	干旱气候下的滨浅湖、河流相沉积为主	酱紫色泥岩、灰绿色泥岩夹灰白微绿色粉砂岩	
				K ₁ q ³	305 ~ 395					紫红色泥、粉砂岩为主，下部砂岩发育
				K ₁ q ²	125 ~ 372				T ₃ ²	紫色泥岩夹粉砂岩
				K ₁ q ¹	0 ~ 127				T ₃	浅灰绿色细砂岩与暗紫色泥岩交互
			登娄库组	K ₁ d	0 ~ 1000	125	T ₄	滨湖、扇三角洲河流沉积为主	灰白色砂砾岩夹紫红色、深灰色泥岩	
			营城组	K ₁ yc	0 ~ 2860	131	T ₄ ¹ (T ₁ ²)	湖沼相为主，间有火山岩相	灰黑色砂泥岩与火山岩间互夹煤层	
	沙河子组		K ₁ sh	0 ~ 1900	144	(T ₁ ¹)	湖沼相为主	下部见火山岩，中、上部为浅、深灰色、黑色砂泥岩夹有煤线		
	上侏罗统		火石岭组	J ₃ hs	0 ~ 1620	156	T ₅	火山岩相为主	主要见火山碎屑和火山喷发岩	
	基 底		C—P			T _g				