

国家教委高等学校博士学科点

专项科研基金资助项目

项目编号：8918701

松辽盆地白垩纪 古气候 沉积旋回 层序地层

王东坡 刘 立 张立平 吕传江 著

吉林大学出版社

内容简介

本书主要涉及松辽盆地白垩纪湖相沉积的旋回地层学、层序地层学、古气候学与盆地形成的动力学等方面的内容。根据湖泊沉积的控制因素,建立了陆相盆地沉积旋回的多级分类系统和构造-气候控制的旋回模式;根据裂谷盆地演化阶段的特征,提出了大陆裂谷盆地的层序地层模式;根据全球碳旋回机制和孢粉资料,讨论了古气候演化与垂直分带;根据大陆构造沉积学原理,讨论了盆地形成与演化机制。本书内容是当前国际沉积学研究的前沿与热点,也是作者们多年研究工作的心得。

本书可供从事盆地沉积学及油气和煤勘探的广大地质工作者、地质院校教师、研究生和高年级学生参考。

松辽盆地白垩纪古气候 沉积旋回 层序地层

王东坡 刘立 张立平 吕传江 著

责任编辑、责任校对:陈铮

封面设计:

吉林大学出版社出版
(长春市东中华路 29 号)

吉林大学出版社 发行
长春地质学院印刷厂印刷

开本:787×1092 毫米 1/16

1995 年 10 月第 1 版

印张:13.125

1995 年 10 月第 1 次印刷

字数:315 千字

印数:1—400 册

ISBN7-5601-1824-0/P·19

定价:15.00 元

序

东坡教授的又一力作即将付梓,我有幸先期阅读了全文。该书以翔尽的资料和数据论述了松辽盆地的古气候变迁、沉积旋回和层序地层学特征。古气候、沉积旋回和层序地层表面上似乎相互独立,然而实质上具有密切的成因联系,这三者都是当前国际上沉积盆地分析及其相关领域研究的前沿。

地史时期古气候的恢复历来是地球科学研究的一个重要方面,该研究不但具有深远的理论意义,而且也具有十分重要的经济意义。我们需要通过了解地史中古气候变迁的规律来了解地球的演化历史,寻找与古气候关系密切的矿产资源,如煤、石油、天然气和蒸发盐矿产等。当前古气候研究的重点是:1)寻找和验证古气候恢复的标志;2)地史中古气候的变迁规律;3)古气候变迁的原因和沉积记录的样式。

旋回是地质文献中应用得最广的术语之一。沉积旋回术语引入地质文献也已有多多年,但几乎一直是海相地层研究的专属领域,陆相地层的相应研究则没有受到应有的重视。在沉积旋回机制的研究方面,近年来人们对他旋回的研究表现出了极大的兴趣,“旋回地层学”理论的提出和繁荣便是突出例证。

现代层序地层学理论植根于地震地层学的发展。60年代晚期到70年代中期,P. R. Vail和他的同事,根据由多道地震反射资料获得的时间地层关系,发展了层序地层学技术和理论。许多研究实例表明,层序地层学理论的应用使人们对于那些复杂和长期令人困惑的问题有了新的认识,并且在石油与天然气的勘探开发方面正在发挥着积极的作用。层序地层学理论目前已成功地应用于海相环境的被动大陆边缘盆地、前陆盆地和克拉通盆地。此外,在我国对非海相环境的层序地层的研究也取得了较大的进展。

东坡教授多年以来一直从事松辽盆地沉积-构造的研究。在充分了解和掌握了上述领域研究前沿的情况下,进一步开展了对松辽盆地的相应研究和撰写本专著。该专著运用先进理论、新技术和多种新手段重塑了松辽盆地白垩纪时期的古气候变迁史,提出碳旋回对古气候变迁的意义;研究了松辽盆地的沉积旋回,认为陆相盆地的沉积旋回受控于古构造与古气候变化;并且建立了大陆裂谷盆地层序地层学术语体系,讨论了层序地层的形成机制。总之,该专著的立论新颖,观点明确,不但对松辽盆地的进一步研究具有理论指导意义,而且对国内外类似的研究也具有借鉴意义。

我与东坡教授相识有年,我们在长春地院建院的最初十几个岁月中曾共同从事沉积岩石学教学工作,后来我虽奉命辗转各地任职,但常有鸿雁来往,东坡教授一直在长院辛勤耕耘,几十年如一日,为我国地质教育事业做出了杰出的贡献,取得了大量科研成果。我相信该专著的出版必将对古气候、沉积旋回和层序地层学的发展起到推动作用。我衷心希望东坡教授取得更大的成绩,有更多的力作问世。

中国科学院院士

业治铮

1994年12月25日于南京

前言

90年代以来,地学中令人瞩目的岩石圈、全球变化和地球深部层圈三大主题构成了当前全球地质学家关注的中心。全球变化的研究使地质科学进入把地球作为一个整体,把大气圈、生物圈、水圈、岩石圈和人类活动的相互作用、相互影响联系起来作为一个整体进行研究的时代。为此,1986年8月于澳大利亚第十二届国际沉积学大会上成立了全球沉积地质计划委员会(GSGPC)。我国亦于1987年成立了国际沉积地质计划中国委员会,推动和领导我国沉积学家积极投入全球的沉积地质对比研究工作。全球沉积地质计划委员会决定将白垩纪沉积地质的研究做为全球沉积地质研究的第一项试点项目,题目为“白垩纪地质记录与全球地质作用、资源、韵律和事件(CRER)”。

全球沉积地质计划的第一个试点项目主要是着重于全球海相白垩纪地层的对比。松辽盆地的白垩系是内陆湖泊沉积,是否可以与国际上海相白垩纪地层进行对比是一个值得探讨的问题。根据我们对松辽盆地多年研究,该盆地在其形成演化过程中的一些重大沉积地质作用,除了缺乏碳酸盐台地沉积外,无论在层序地层、旋回沉积、黑色页岩的沉积和古地理古气候等方面都与全球的沉积地质过程有一定的联系,这些问题很值得进行探索研究。为了跟踪国际沉积地学研究前沿,探索全球白垩纪海陆相沉积地层的对比,我们申请并承担了国家教委高等学校博士学科点专项科研项目《中国东北白垩纪湖相沉积的层序、旋回和古气候的研究》,并在此基础上编辑成书,希望本书的出版能对全球白垩纪的研究有所裨益。

在研究工作中以当代地学中大陆动力学和大陆构造沉积学的前沿理论为指导,并密切结合地球物理工作成果,对地质资料进行综合分析。

本书主要内容如下:

1. 古气候研究:利用碳氧同位素和孢粉资料,建立了陆相盆地的古气候垂直分带和古气候的演化特征;以古气候重建的岩性、砂岩组成、孢粉和碳氧同位素的标志,研究了氧同位素测温和碳旋回对古气候变迁的响应以及古气候对层序地层和旋回沉积的控制作用及古气候变迁的机制。

2. 旋回地层研究:建立了陆相盆地沉积旋回的多级分类系统;旋回沉积与层序地层的关系;旋回的形成受控于构造与古气候变化所导致的盆地升降、沉积物补给及湖水体积变化速率的周期性波动所致;建立了构造-气候控制旋回的模式。

3. 层序地层学研究:以松辽盆地为列,建立了大陆裂谷盆地的层序地层模式与地层格架,将大陆裂谷盆地的层序地层划分为同裂谷沉降和后裂谷沉降两大超层序,每个超层序中又包含若干个以不整合为界线的层序;考虑到陆相湖盆的特点,将层序的内部单元划分为湖进体系域、湖泛期体系域和湖退体系域;编制了各时期湖区范围变化曲线,并与相应时期海平面变化曲线进行了对比;提出大陆裂谷湖泊盆地演化中构造作用是控制层序地层的首要因素,其次为古气候的因素。

4. 讨论了松辽盆地形成与演化的大陆动力学机制。

参加项目研究和执笔的人员有:王东坡、刘立、吕传江、张立平等。最后由王东坡和刘立

审阅全文,并作了必要的修改、补充和定稿。

在研究工作中得到吉林石油指挥所程日恒、张宁学、魏汉华和王立夫等高级工程师的大力支持。在本书编写过程中业治铮、王鸿祯、杨遵仪等院士,田在艺、曾允乎、徐怀大、李思田、刘焕杰、王英华、王德发、陶维屏、李不惑等教授,王宜生、丘东洲研究员和李文汉高工等在百忙之中对本书层序地层学研究及盆地演化史等章节提出了宝贵的意见并给予充分肯定。特别感谢业治铮院士在百忙之中为本书撰写序言。长春地质学院研究生部和科研处的同仁们也给予大力支持和帮助。在此,向他们表示衷心的感谢,特别是老前辈们的指导与关怀,给予我们极大的鼓励。由于水平所限,书中不免会有疏漏及不当之处,敬请读者批评指正。

著 者

1994年4月

目 录

第一章 区域地质背景和盖层特征	(1)
第一节 区域地质背景.....	(1)
第二节 白垩纪沉积相和沉积体系.....	(9)
第二章 白垩纪古气候	(25)
第一节 古气候的沉积记录	(25)
第二节 古气候恢复的砂岩碎屑组成标志	(31)
第三节 古气候恢复的孢粉—古植物群标志	(35)
第四节 河流—湖泊相沉积物的稳定同位素记录与古气候变化	(52)
第五节 碳旋回与古气候的响应	(59)
第六节 古气候变迁机制的探讨	(63)
第三章 沉积旋回	(67)
第一节 沉积旋回的概念与类型	(67)
第二节 松辽盆地沉积旋回的划分	(70)
第三节 松辽盆地沉积旋回特征	(77)
第四章 层序地层学	(104)
第一节 松辽盆地的层序地层术语与层序地层划分.....	(104)
第二节 同裂谷沉降超层序.....	(112)
第三节 裂谷后沉降超层序.....	(123)
第四节 层序地层模式.....	(153)
第五章 层序地层和旋回发展的控制因素	(156)
第一节 盆地形成与演化的构造机制.....	(156)
第二节 盆地形成与演化机制对层序地层的控制.....	(166)
第三节 容纳空间.....	(169)
第四节 古气候对湖区范围变化和层序地层的影响.....	(171)
第五节 沉积旋回与层序地层.....	(173)
第六节 湖海沟通的层序地层学意义.....	(175)
第七节 松辽盆地的层序地层发展史.....	(182)
第八节 层序地层学的研究意义.....	(185)
结束语	(187)
主要参考文献	(188)
英文摘要	(200)

Contents

Chapter 1 Regional Geology Setting and Feature of Sedimentary Cover	(1)
Section 1 Regional Geology Setting	(1)
Section 2 Sedimentary Facies and Depositional Systems of Cretaceous	(9)
Chapter 2 Paleoclimate of Cretaceous	(25)
Section 1 Sedimentary Records of Paleoclimate	(25)
Section 2 Sandstone Detrital Composition Markers of Paleoclimate Restoration	(31)
Section 3 Pollen—Paleobotanic Group Markers of Paleoclimate Restoration	(35)
Section 4 Stable Isotope Record of Sediment and Paleoclimate Changing in Stream and Lacustrine	(52)
Section 5 Carbon Cycle and the Response of Paleoclimate	(59)
Section 6 Discussion for the Mechanism of Paleoclimate Changes	(63)
Chapter 3 Sedimentary Cycles	(67)
Section 1 Conception and Type of Sedimentary Cycle	(67)
Section 2 Division of Sedimentary Cycles in Songliao Basin	(70)
Section 3 Features of Sedimentary Cycles in Songliao Basin	(77)
Chapter 4 Sequence Stratigraphy	(104)
Section 1 Terminology and Classification of Sequence Stratigraphy in Songliao Basin	(104)
Section 2 Suppersequence of Syn-rifting Subsidence	(112)
Section 3 Suppersequence of Post-rifting Subsidence	(123)
Section 4 Models of Sequence Stratigraphy	(153)
Chapter 5 Controlled Factors of Sequence Stratigraphy and Sedimentary Cycles	(156)
Section 1 Tectonic Mechanism of Basin Formation and Evolution	(156)
Section 2 Sequence Stratigraphy Contyolled by Mechanism of Basin Formation and Evolution	(166)
Section 3 Accommodation Space	(169)
Section 4 Influence of Paleoclimate on Lacustrine Area Change and Sequence Stratigraphy	(171)
Section 5 Sedimentary Cycles and Sequence Stratigraphy	(173)
Section 6 Significance of Sequence Stratigraphy of the Sea Links up with the Lacustrine	(175)
Section 7 Evolution History of Sequence Stratigraphy in Songliao Basin	(182)
Section 8 Studying Significance of Sequence Stratigraphy	(185)
Conclusion	(187)
References	(188)
Abstract	(200)

第一章 区域地质背景和盖层特征

第一节 区域地质背景

一、地理位置与盆地类型

松辽盆地位于东经 $119^{\circ}40' - 128^{\circ}24'$ ，北纬 $42^{\circ}25' - 49^{\circ}23'$ 之间，长约 820km，宽约 350km，面积约 260 000km²，呈 NNE 向展布，盆地形态近似菱形（图 1-1）。

盆地周围为山脉、丘陵所环绕，其东部为张广才岭，西部为大兴安岭，北部与小兴安岭相邻，南部为康平-法库丘陵地带。盆地内部是嫩江-松花江和辽河两大水系的大片平原和沼泽。

松辽盆地是一个大型中、新生代含油气盆地。关于松辽盆地的类型和性质，许多研究者已从不同方面进行了较深入的研究，概括起来有以下几种观点：1) 弧后盆地（高名修，1979）；2) 双岩浆弧后裂谷盆地（张恺，1981）；3) 克拉通内裂谷盆地（Klemme，1980）；4) 克拉通内复合盆地（高瑞祺、杨万里等，1980）；5) 大陆裂谷盆地（程学儒，1987；刘嘉麒，1989；Tan Zaiyi et al.，1992；刘和甫，1992；刘招君等，1992；王东坡等，1994）；6) 新克拉通内复合型盆地（程学儒，1982）；7) 裂陷盆地（李思田等，1990）；8) 伸展盆地（陈发景等，1992）；9) 弧后内陆裂谷盆地（杨祖序，1988）；10) 多旋回复杂类型盆地（魏汉华、程日恒，1990）。

我们这里采用大陆裂谷盆地的观点，并进一步将松辽裂谷盆地的演化划分为同裂谷沉降（Syn-rift subsidence）阶段和裂谷后沉降（Post-rift subsidence）阶段。其中，同裂谷沉降阶段相当于大庆石油地质学家划分的断陷阶段，裂谷后沉降阶段相当于他们划分的断拗转化阶段、拗陷阶段和萎缩阶段（杨万里等，1985）。

二、前中生代（裂前）地质构造特征

1. 区域大地构造背景

松辽盆地所在地区的大地构造背景的研究近年来取得了较大的进展，代表性的研究主要有郭成铠（1985）、程日恒等（1990）、王鸿祯等（1988）和张贻侠等（1992）的杰出工作。

郭成铠（1985）从槽台观点出发，将东北地区的地质发展历史分为两大阶段，即元古代至古生代末为地槽发育时期，中生代至地台发育时期。东北地区介于北部西伯利亚地台与南部中朝地台之间，古生代是一个广阔的海槽，即中亚蒙古大地槽的东端。由于西伯利亚和中朝两大古陆不断增生，地槽多次迁移，终于于早二迭世末期南北两大古陆碰撞，使欧亚古陆联合，结束了槽区发展史。在详细描述了东北地区在前古生代，早古生代（ ϵ 、 O ），志留—泥盆，石炭—早二叠世，和晚二叠世时期构造沉积演化特征的基础上，划分出

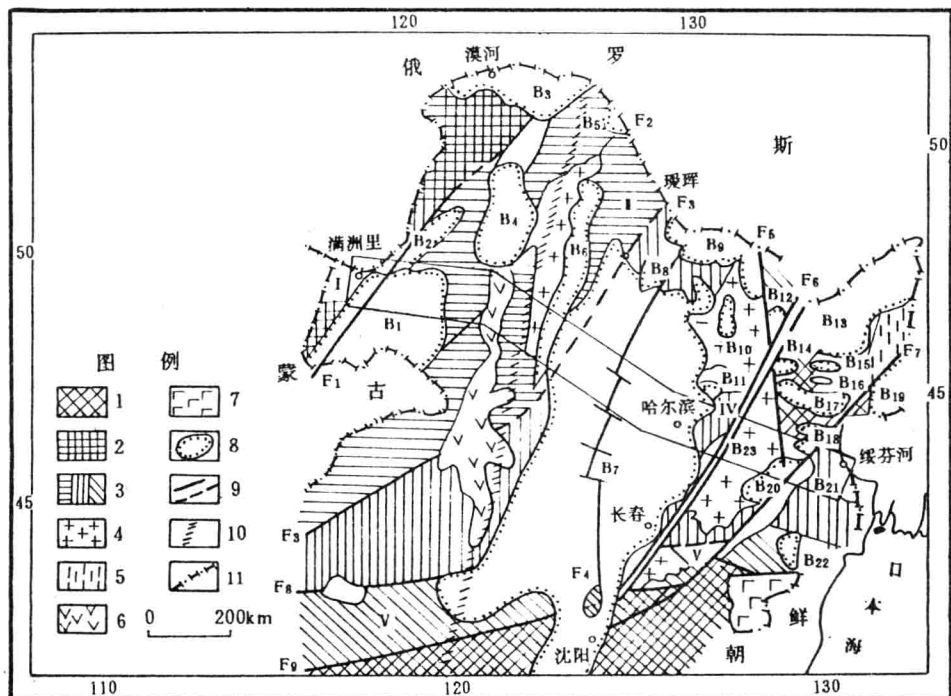


图 1-1 松辽盆地位置图 (据张贻侠等, 1992, 修改)

Fig. 1-1 Location Map of Songliao Basin (after Zhang et al, 1992, revised)

1. 早元古代—太古代克拉通; 2. 前寒武纪或早前寒武纪克拉通; 3. 古生代沟弧系岩石组合及部分较老岩块; 4. 晚海西—印支期花岗岩带; 5. 中生代蛇绿岩及海相沉积; 6. 中生代 CA 火山岩带; 7. 新生代幔源玄武岩带; 8. 中生代陆相盆地; 9. 实测和推测的主要断层; 10. 重力梯度带; 11. 国界。

I. 额尔古纳前寒武纪或早前寒武纪褶皱带; II. 大兴安岭加里东—海西早期褶皱带; III. 内蒙海西晚期褶皱带; IV. 小兴安岭—张广才岭海西晚期褶皱带; V. 华北北缘加里东—海西褶皱带; VI. 华北克拉通; M₁. 大兴安岭火山岩带 (J₃—K₁); M₂. 上甘河花岗岩带 (γ_3^1 — γ_6^1); M₃. 张广才岭花岗岩带 (γ_3^1 — γ_6^1); B₇. 松辽盆地

七个前中生代构造单元: 1) 佳木斯古隆起; 2) 额尔古纳加里东褶皱带; 3) 青龙—呼兰加里东褶皱带; 4) 兴安岭海西早期褶皱带; 5) 张广才岭海西早期褶皱带; 6) 内蒙吉林海西晚期褶皱带; 7) 那丹哈达岭晚古生代地槽。

程日恒 (1990) 认为, 控制地壳形成与形变的构造运动体制, 随地质历史变化而具有阶段性差异, 不能用一种固定不变的模式以今溯古。古生代及其以前与中、新生代地壳运动方式不同, 前者为槽台体制, 后者为板块体制。松辽所在地区兴蒙与吉黑大部分地区属北亚陆间区的一部分。晚元古代至早寒武世期间为边缘海广泛发育的小洋盆, 兴凯运动使小洋盆关闭, 西伯利亚地台与中朝地台相连。经中晚寒武世至奥陶世一段时间的剥蚀后, 形

成加里东—海西期再生地槽。中石炭—晚二叠世初地槽相继关闭,南北大陆终成一统。印支运动使这种以关闭-拉开-再关闭的“手风琴”运动方式为特征的槽台体制,转化成具“转运带”运动方式的滨太平洋域的现代板块构造体制。

王鸿祯等(1990)将中国及邻区的构造单元划分为北亚(安加拉赫斯坦),亚洲中轴(中朝—塔里木),南亚,东冈瓦那和环太平洋构造域。松辽地区位于北亚构造域中布列亚—松辽亚构造域的南段。该亚构造域在前震旦纪由布列亚、佳木斯和松辽地块组成,其西部为蒙古—兴安(陆缘)亚构造域,东部为环太平洋构造域。

张贻侠等(1992)在满洲里—绥芬河地质断面的研究中,将东北地区的大地构造单元初步划分为:1)额尔古纳地体;2)大兴安岭地体组合;3)张广才—松嫩地体组合;4)佳木斯地体,兴凯地体和华北地块六个构造单元(图1-1)。在随后的工作中,将额尔古纳地体与大兴安岭地体组合合并,厘定为兴安—蒙古微板块,松嫩—锡林浩特微板块,布列亚—佳木斯—兴凯微板块和中朝板块(葛肖虹,1993会议交流)。几乎与此同时,大庆油田在一个与满绥地质断面类似的研究中,将东北北部划分成西缘、西部、中部、东部和东缘五个构造单元(郭占谦,1993,会议交流)。

2. 基底结构与构造

二百多口钻遇基底钻井的岩芯统计表明,松辽盆地的基底主要由中深变质岩、浅变质岩和花岗岩组成。中深变质岩主要由花岗岩片麻岩、片麻岩、各种片岩、大理岩和变质火山岩组成。浅变质岩主要为千枚岩、板岩和浅变质砂岩以及轻微变质的灰岩。

在浅变质岩石中现已发现蜓科化石(石炭—二叠,保6井,灰岩)和四射海绵骨针(下志留统,朝深4井),因而对于浅变质岩组合时代的认识比较统一,即主要为石炭—二叠系,可能还包括部分奥陶、志留或泥盆系(程日恒,1990)。

对于中深变质岩组合的时代归属目前存在着较大的争议,一种观点认为其属于兴凯期,另一种观点认为它们是海西期的产物。

兴凯期观点的主要依据是,基底与周边地层的联系与变质程度的可比性。松辽盆地存在前寒武纪结晶基底的认识,可能最早是由地质部航空磁测904队(1958)提出的。他们认为:“盆地大部分地区,基底的下构造层是由前震旦系深变质岩组成,中上古生界为上构造层……”。穆元(1963)提出:“在康平、法库一带,前震旦系片麻岩的片理呈NE向,重力磁力异常以NE向延入本区,说明内蒙地轴东段确有向松辽盆地内部倾末的趋势”。钟其权等(1974)认为,绿泥片岩、石英片岩及片麻岩等区域深变质岩,从地层对比来看,可能属元古界地层。程日恒(1990)的研究表明,变质程度较深的变质岩呈NE向展布在安达—双辽一线和昌图—康平一线,并且沿四平—铁岭沿线,见到与盆地外缘下二台子群或呼兰群相连,于甘南及其北部见与下寒武统鄂依那河组连接。呼兰群上部黄莺屯组变质年龄为542Ma(单继彩,1983),侵入到该层位岩体的同位素年龄为320—502Ma(朴春燮,转引自魏汉华等,1990),并在下二台子群下部的盘岭组中打到始海绵化石,因而呼兰群或下二台子群沉积时代的上限应大于542Ma,应属于前中寒武世。李成立(1990)提出,盆地中央存在的几处面积较大,幅值特别平缓的磁异常的形成,与前震旦系强磁性基岩的存在有关,例如在盆地南缘法库附近出露的前震旦系混合岩,片麻岩所测得的磁化率最高达 $40000 \times 10^{-5} \text{SI}$,平均值在 $1900-2000 \times 10^{-5} \text{SI}$ 。

持海西期观点的研究者,主要强调基底岩石的同位素年龄偏新和根据变质程度推断时

代的不可靠性。杨继良(1989)根据30多块基底岩石的K/Ar同位素年龄范围为135—301Ma,未发现大于350Ma的数据认为,松辽盆地的基底为海西期的产物。郭成铠(1985)暗示,以岩石变质深浅论时代新老的认识存在问题,例如,盆地东西部所见的片岩、片麻岩曾确定为前震旦系,进而与呼兰群和好田群进行对比,但呼兰群的时代现已被厘定为下古生代(吉林省区域地质志,1988),好田群为二叠纪,因此基底是由加里东、海西期变质岩系及同期岩浆岩组成。

关于盆地基底的属性也存在着两种截然不同的意见。一些研究者(钟其权、马力、石宝珩,1977;穆元,1964;王鸿祯,1985,1988;李成立,1990;及其他研究者)认为,松辽盆地中部可能存在一古老地块,其证据主要为(钟其权、马力、石宝珩,1977):1)松辽中间地块与吉黑地区的老岭中间隆起同为平缓的高值重力异常区;2)地球物理场与华北地台基本一致;3)盆地中部大部分地区缺失石炭—二叠系。王鸿祯(1990)指出,“在前震旦纪,松辽为一地块,并且与佳木斯地块和俄罗斯境内的布列亚地块一起构成布列亚—松辽亚构造域。松辽地块的存在是由其周围的下古生界构造沉积带以及边缘古老岩系的出露推论而得”。李成立(1990)根据重磁资料的研究表明,在松辽盆地北部大致沿盆地轴线存在数块(如明水、大同镇和泰康等附近)孤立的前震旦纪结晶基底。这些古老的孤立块体被海西构造运动形成的褶皱带所环绕,褶皱带主要由石炭—二叠纪浅变质岩组成。

由于否认松辽盆地存在前寒武纪结晶基底,因此,持海西期观点的研究者(杨继良等,1989;郭成铠,1985)大都认为松辽盆地的基底为周边山区前中生代地层的自然延伸。因此,否认在松辽盆地有前寒武纪结晶基底的存在。

此外,还有一些研究者侧重于调查盆地内部的基底构造格局,如史若珩等(1977)和程日恒等(1990)的研究工作,使人们对于盆地基底的岩性分布有了进一步的了解。

史若珩等(1977)利用重磁资料和近百口探井岩性资料首次编制了全盆地规模的基岩岩性分布图,首次明确地指出岩浆岩(主要为花岗岩其次为闪长岩)分布面积约占盆地基底的三分之一。在岩浆岩中,以海西期花岗岩分布面积最大,在盆地内部形成三条较大规模的条带,自西向东依次为:三尖—德都,明水—大安和哈尔滨—杨大城子。三条带大致呈NE 20—30°分布,长度在200—300km,宽50—70km。燕山期花岗岩分布面积次之,主要分布在盆地东部,以尚志—海伦,尚志—肇东,宾县—乾安三个带为主,各带长约200—300km,宽30—50km。加里东期花岗岩分布面积最小,仅见于盆地西北齐齐哈尔—嫩江一带,以及东南边缘的九台地区。

根据岩浆岩的时代,断裂分布和变质程度,将基底划分为三个复背斜和两个复向斜带:

1) 富拉尔基复背斜带,轴向NE 25—30°,沿走向延伸约30km,主要分布有加里东期花岗岩和深变质岩。

2) 安广—林甸复向斜带,轴向NE 25—30°,沿走向延伸达300km,主要由千枚岩、板岩和大理岩组成。

3) 乾安—明水复背斜带,轴向NE 25—40°,轴向延伸达300km,主要由海西期花岗岩组成,沿轴线部位分布有板岩和绿泥石片岩。

4) 长岭—肇东复向斜带,轴向NE 25—40°,轴向延伸达250km,由千枚岩、板岩、绢云母—绿泥石片岩及海西期花岗岩组成。

5) 九台—宾县复背斜带, NE 40°左右, 延伸为 280km, 主要由板岩、千枚岩、大理岩、变质砂岩及变质中基性火山岩和海西期花岗岩组成。

程日恒等(1990)提出, 松辽及其外围地区, 具“内外三大块”的构造格局。所谓“外三块”即: 1) 后中条期华北地台; 2) 兴凯期佳木斯地块; 3) 兴凯期额尔古纳褶皱带。三块之间, 大致以西拉木伦、安康、长春及通辽—大安—北安断裂为界, 划分出三个次一级的构造单元, 即所谓的“内三块”。松辽盆地是在后三者毗连处逐渐发育起来的中新生代含油气盆地。内三块的主要特征为:

1) 吉黑北东向断、褶区

位于安康—长春断裂、北安—大安—通辽断裂与牡丹江断裂之间的三角地带, 具有 NE 与 NW 向两组重、磁特征线和 NE 向展布的宽缓升高异常及变化微弱, 平静负异常相间出现的磁场特征, 标志着沿 NE 向展布的复式褶皱并伴有 NE 与 NW 向两组交叉断裂切割的格子状构造背景。

2) 大兴安弧形与东西向褶皱叠加区

位于西拉木伦、北安—大安—通辽与额尔古纳之间, 为一系列向东南方向突出的弧形复式褶皱与东西向复式褶皱叠加区, 大型断裂相对不甚发育。

3) 辽西东西向断、褶区

位于西拉木伦、安康—长春断裂以南, 南侧与华北地台接壤, 西部至翁牛特旗附近及西拉木伦河北岸。断裂与褶皱均较发育, 主体构造线呈 EW 向展布。

至于基底断裂系统的研究基本上没有改变过去的整体认识, 这主要是由于基底构造格局的研究主要依赖于航磁和重力资料的解释。松辽盆地的基底断裂系统由 NE—NNE、NW、EW 和 SN 向四组断裂组成, 其中主要以 NE—NNE 向为主, 其次为 EW 向。在时间上 EW 和 SN 向展布的断裂形成较早, NE—NNE 向断裂形成稍晚, NW 向断裂形成最晚。断裂在平面上西部少, 南部与中部较发育, 尤以中部地区最发育。中、东部地区以 NE 向断裂为主, 次为 NW 向, 南部则以 EW 向断裂为主, 次为 SN 向。在上述诸断裂中, 以嫩江断裂、孙吴—双辽断裂、海伦—登娄库断裂、滨洲断裂、富裕—明水断裂规模较大, 其主要特征如下:

1) 嫩江断裂

嫩江断裂是大兴安岭褶皱带与松辽盆地的分界线, 最近被确定为兴安—蒙古微板块与松嫩—锡林浩特微板块间的界线(满—绥地学断面, 1993, 未发表的资料)。该断裂在滨洲线以北呈 NNE 向展布, 在滨洲线以南呈 NE 向展布。

2) 孙吴—双辽断裂

该断裂带宽一般 5—10km, 长达 300km。断裂走向在滨洲线以北为 NE10—20°, 滨洲线以南为 NE30—40°(李晶, 1992)。

3) 海伦—登娄库断裂

该断裂是盆地东部的一条规模最大的断裂。走向 NE30—40°, 在肇深 1 井和二深 1 井分别钻遇破碎花岗岩和糜棱岩化花岗岩。

4) 滨洲断裂

该断裂是横贯松辽盆地北部三条 NW 向大断裂之一, 走向 NW50—70°。

5) 富裕—明水断裂

与滨洲断裂大致平行, 平均距离 70km, 走向 NW60°。

汪筱林等（1994）系统收集 200 余口钻遇基底的岩芯资料，十几口井基底岩芯的观察并结合重、磁资料的基础上，重新编制了松辽盆地基底地质图（图 1-2）和基底构造格架图（图 1-3），并提出了如下几点认识：

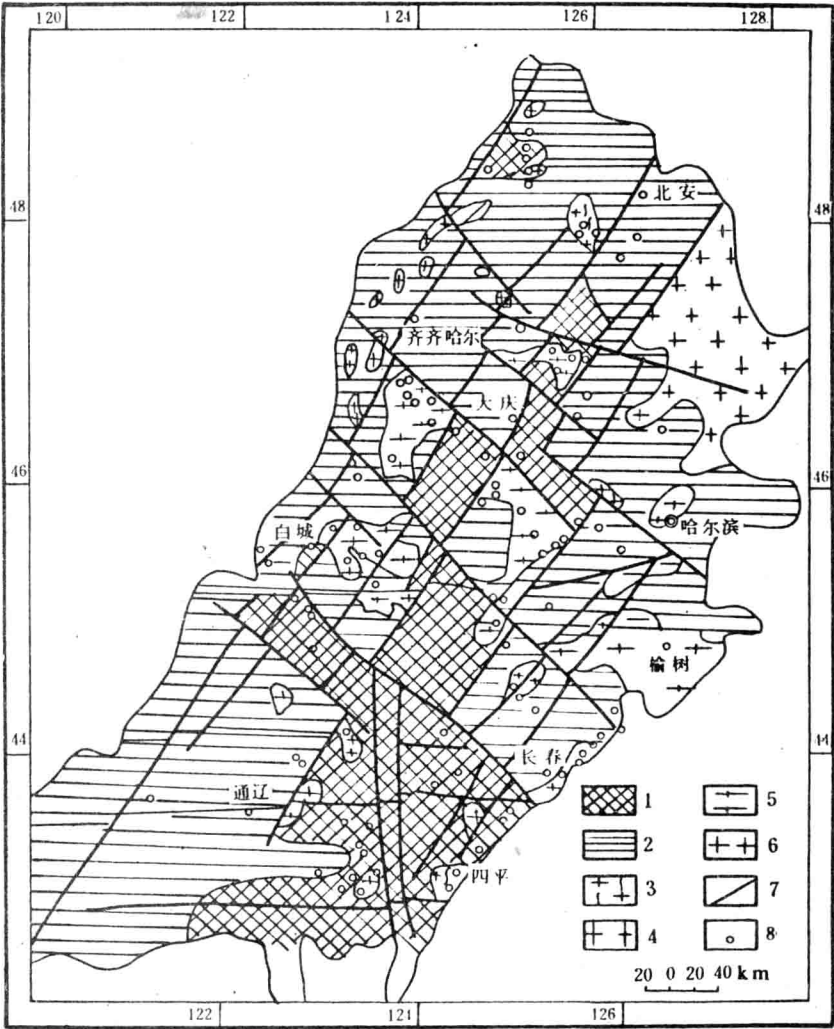


图 1-2 松辽盆地基底地质图（据汪筱林等，1994）

Fig. 1-2 Basement Geological Map of Songliao Basin (after Wang et al, 1994)

1. 前寒武纪深变质岩系（结晶基底）；2. 早古生代—中石炭世浅变质岩系，包括部分晚古生代晚期（C₂—P）沉积；3. 前寒武纪片麻状花岗岩或花岗片麻岩；4. 加里东期花岗岩；5. 海西期花岗岩或闪长岩；6. 印支—燕山早期花岗岩；7. 基底断裂；8. 基底控制井位（前寒武纪 51 口；古生代 58 口；海西及印支—燕山早期花岗、闪长岩 71 口）

1) 松辽盆地存在前寒武纪结晶基底。前寒武纪结晶基底由较深变质岩系组成包括片麻岩、花岗片麻岩、各种片岩等，其同位素年龄值为 600—700Ma（任纪舜，1990）。前寒武纪结晶基底沿盆地纵轴轴部呈带状分布，两侧为古生代浅变质岩系。

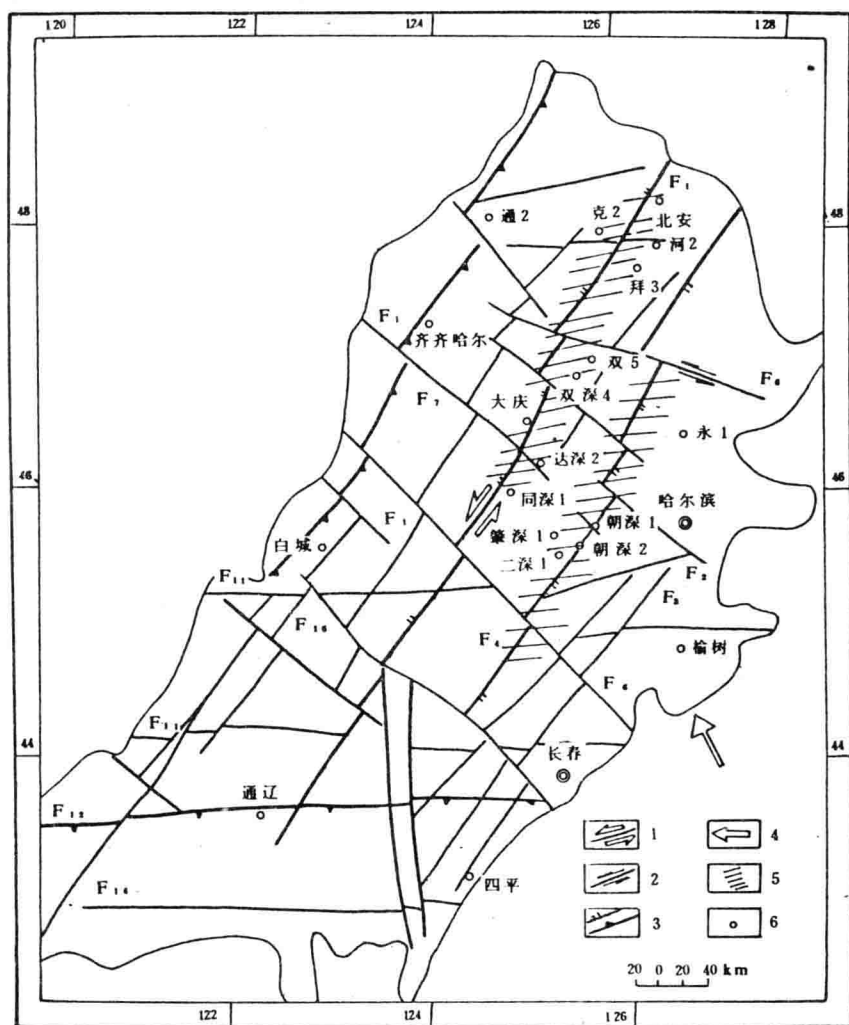


图 1-3 松辽盆地基底构造格架图 (据汪筱林等, 1994)

Fig. 1-3 Basement Tectonic Framework Map of Songliao Basin (after Wang et al, 1994)

1. 主要断裂及走滑方向; 2. 一般断裂及走滑方向; 3. 碰撞缝合带或逆掩冲断带; 4. 主应力方向;
5. 韧性变形带; 6. 构造变形控制井位

F₁. 嫩江断裂带; F₂. 依安—林甸断裂; F₃. 孙吴—双辽(中央)断裂带; F₄. 海伦—肇州—三站断裂带; F₅. 长春—农安断裂; F₆. 富裕—绥化断裂; F₇—F₈. 滨洲断裂; F₉. 扶余—吉林断裂; F₁₀. 长春—通榆断裂; F₁₁. 长春岭断裂; F₁₂. 哈拉木图断裂; F₁₃. 西拉木伦—吉东断裂; F₁₄. 八面山断裂

2) 基底具有双层结构特征, 即上部由古生代浅变质岩系组成, 下部由前寒武纪较深变质岩系组成。

3) 嫩江断裂为一东倾古老俯冲带, 并且至少在泥盆纪以前, 松辽地区与张广才岭地区为同一微板块, 在泥盆纪以后才与大兴安岭—蒙古微板块联成一体。

4) 沿 NE、NNE 向断裂, 发育韧性剪切带, 构造变形变质特征明显。

3. 裂前沉积

自晚海西期起,布列亚—松辽和哈萨克斯坦亚构造域都已成为规模宏大的安加拉赫斯坦构造域的组成部分(王鸿祯等,1990)。经晚期海西运动后东北地区褶皱、固结海水基本退出(裘松余,1984)。

在三叠世时期,除毗邻锡霍特—阿林地槽的宝清南双鸭山,虎林芳山林场、密山兴凯北等地有海相上三叠统外,其余全为陆相沉积(裘松余,1984)。

早三叠世沉积出露于吉林九台和大兴安岭中、南段。出露于吉林九台附近的早三叠世沉积为芦家组,该组共分三段,厚达4000余米。与下伏地层马达屯组(P_2)为平行不整合接触,与上覆地层营城组(K_1)呈角度不整合接触。芦家屯组由碎屑岩组成,其上段为黑色岩段,产丰富的瓣腮、植物、叶肢介和介形类化石。大兴安岭南部的早三叠世幸福之路组(朱儒峰等,1992)为一套河湖环境的产物,反映炎热干燥的气候条件,自下而上划分三个岩性段:下段为杂色砂岩,厚172.8m,局部可达342.1m;中段以红层为标志,主要为紫红色砂岩、粉砂岩和砂砾岩,厚520m,局部可达千余米;上段以暗色细碎屑岩为特征,厚860m以上,含有丰富的双壳类。该组与下伏二叠系林西组之间推测呈平行不整合接触,上部被上侏罗统玛尼吐组不整合覆盖。该组在大兴安岭南段主要见于巴林右旗的幸福之路地区,扎鲁特旗的陶海营子,林西县的煤窑沟及阿巴嘎旗的乌兰温多等地。与芦家屯组和幸福之路组不同的是,大兴安岭中段的早三叠世沉积—哈达陶勒盖组(姜万德,1992)为一套火山熔岩,火山碎屑岩和陆源碎屑沉积组合。其下段为灰绿—灰黑色中酸性火山碎屑岩及中性熔岩,厚度大于303.4m;中段为杂色沉积火山碎屑岩,陆源碎屑沉积岩,厚度为32.3m;上段为灰绿、灰色、紫色安山岩,蚀变安山岩,厚度大于1267.6m。该组与下伏上二叠统索伦组(P_2S)为角度不整合接触,上部为上侏罗统满克头鄂博组(J_3m)角度不整合覆盖。

中三叠世沉积仅在辽宁有零星分布,上下分两个组,即后富隆山组和林家组,为一套陆源沉积组合(裘松余,1984)。

晚三叠世沉积比较普遍,可分为:1)陆源碎屑沉积组合;2)陆源碎屑沉积与火山岩组合;3)海陆交互沉积组合。组合1)见于辽西凌源老虎沟(老虎沟组),北票坤头波罗村(坤头波罗组)和羊草沟(羊草沟组),及吉林浑江石人镇(北山组或小河口组);组合2)主要发育于双阳大酱缸和汪清天桥岭(孙革等,1979,1983)和黑龙江东宁老黑山(吉林省1/20万区测图幅,老黑山幅);组合3)仅见于宝清一带(南双鸭山组)。

早中侏罗世沉积除“三江穆棱河沉积域”(程学儒等,1990)为海陆交互沉积外,陆相地层集中在两个带上(郭成铠,1985):1)北自漠河经海拉尔至二连;2)西起二连东经开鲁至辽源。其岩性大体相同,为火山岩—含煤沉积岩系。

从现存三叠—中侏罗地层中夹有大量火山岩和主要受断裂控制的情况来看,该时期形成的盆地可能主要为小型断陷盆地。该时期地层在松辽盆地中是否存在,目前仍是一个悬而未决的问题。郭成铠(1985)根据松辽东西两侧山区已发现的上三叠统均存在于复式向斜的断陷中,推测松辽盆地的中央深断陷中和开鲁盆地的深断陷中都有可能存在上三叠统。如果存在上三叠统,史若珩(1986)认为,上三叠统很可能是中生代以来未被认识的第一个断/拗发展阶段。至于中侏罗统,目前业已在白城地区钻遇,并命名为白城组。

4. 裂谷沉积

松辽盆地的裂谷沉积地层由晚侏罗—白垩纪地层组成,其中白垩纪地层是沉积充填的

主体。白垩纪地层发育齐全，沉积厚度达 5000m 以上，分布广泛，剖面完整，生物化石丰富，保存完好，形成了一套完整的白垩纪地层（叶得泉，1991）。根据沉积旋回，岩性特征，生物群面貌及构造关系等，可划分成九个地层组，二十一个地层段。关于白垩纪地层下限的问题目前尚未取得共识，大庆油田将其划在登娄库组与营城组之间，吉林省地矿局（吉林省区域地质志，1988）采纳杨学林（1981）的意见，将其下延至营城组与沙河子组之间，魏汉华、程日恒（1990）；裘松余（1991）和王东坡（1994）则放在沙河子组与火石岭组之间；我们采用后一种意见。至于各组与西欧所划分的阶的对比问题，存在的分歧更大，本文采用王东坡等（1994）的对比方案（表 1-1）。各阶的绝对年龄则按照第 28 届国际地质大会公布的，国际地科联推荐的 1989 全球地层表的年龄值（Cowle 和 Bassett，1989）。

表 1-1 松辽盆地晚侏罗—白垩纪地层及其与西欧阶对比沿革表
Table 1-1 Late Jura—Cretaceous Strata and Correlation with West Europe Stage

时间 (Ma)	时 代	魏汉华等 1985	程日恒等 1990	裘松余 1991	方大钧 叶得泉 1992	高瑞祺 1992	王东坡等 1993
65	MAASTRICHTIAN		明水组	明水组	明水组	明水组	
70							
75	CAMPANIAN	明水组	四方台组	四方台组	四方台组	四方台组	明水组
80					嫩江组	嫩江组	
85	SANTONIAN	四方台组	嫩江组	嫩江组			
	CONIACAN				姚家组	姚家组	四方台组
90	TURONIAN	嫩江组	姚家组	姚家组			嫩江组
	CENOMANIAN		青山口组 泉头组	青山口组	青山口组	青山口组	姚家组
95							
100	ALBIAN	青山口组		泉头组	泉头组	泉头组	青山口组
105			登娄库组				
110	APTIAN	泉头组		登娄库组	登娄库组		泉头组
115	BARREMIAN		营城组	营城组		登娄库组	登娄库组
	HAOTERIVIAN	登娄库组			营城组	营城组	营城组
120				沙河子组			
125	VALAGINIAN	营城组	沙河子组		沙河子组	沙河子组	沙河子组
130	BERRIASIAN						
135	TITHONIAN						火石岭组
140	KIMMERLD GIAN						

第二节 白垩纪沉积相和沉积体系

一、沉积相

尽管松辽盆地中沉积环境多变，但组成的岩相却是有限的，作者将其归纳为 28 种类型