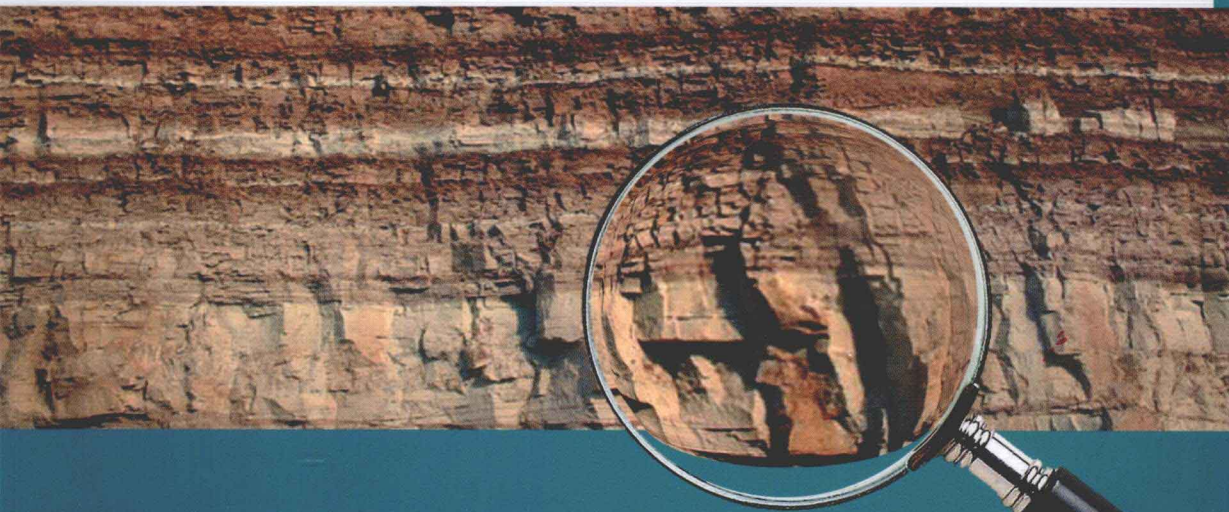


大庆油田精细储层 沉积学研究

赵翰卿 著



**DAQING OILFIELD
FINE RESERVOIR
SEDIMENTOLOGY**

石油工业出版社

大庆油田精细储层 沉积学研究

赵翰卿 著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书作为《松辽湖盆精细储层沉积学研究》的续集，补充论述了松辽盆地的区域地质特征，以及作者在大庆油田储层细分沉积相、表外储层地质特征、密井网精细储层描述、窄小河道砂体储层预测等方面所取得的重要研究成果，并对大型浅水湖泊三角洲的一些重要沉积现象和开发储层描述的思维方法进行了讨论，最后对油田高含水后期和三次采油阶段的储层描述提出了具体的意见和建议。

本书可供油田开发地质研究人员及石油院校相关专业的师生们参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

大庆油田精细储层沉积学研究/赵翰卿著.

北京:石油工业出版社,2012.5

ISBN 978-7-5021-9030-9

I. 大…

II. 赵

III. 油田-储集层-沉积学-研究-大庆市

IV. P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 076408 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) 64523589

发行部:(010) 64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:保定彩虹印刷有限公司

2012 年 5 月第 1 版 2012 年 5 月第 1 次印刷

787 × 1092 毫米 开本:1/16 印张:18

字数:217 千字

定价:55.00 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

2009年12月，由石油工业出版社出版的《松辽湖盆精细储层沉积学研究》，以论文的形式论述了20世纪70年代中期以来笔者在大庆油田精细储层沉积学研究方面所取得的重要成果，受文体的限制，该书主要偏重于方法、理论及其基本成果的阐述。应大庆油田部分开发地质人员的要求和建议，本书作为它的续集，重点补充了笔者在精细储层沉积学研究方面所取得的一些实用性研究成果。为了便于广大基层地质人员全面了解和掌握松辽盆地的区域地质特征，更好地开展开发储层描述工作，书中增加了区域地质特征的内容。此外，又对大庆长垣油田今后储层描述的攻关方向提出了具体的意见和建议。

本书共分为三篇：第一篇为区域地质特征，高度概括性地论述了松辽盆地的地层、构造、沉积和油气藏的区域地质特征；第二篇为大庆油田精细储层描述，补充论述了笔者在大庆油田储层细分沉积相、表外储层地质特征、密井网精细储层描述、窄小河道砂体储层预测等方面所取得的一些重要研究成果和认识，并对松辽湖盆大型浅水三角洲的一些沉积现象和开发储层描述的思维方法与工作方法进行了系统讨论；第三篇为储层描述攻关方向，从油层精细对比、细分沉积相、单砂体识别、建筑结构定量表征、流动单元与大孔道识别描述、三维地质建模、地震储层描

述、精细测井解释、储量潜力研究等方面，对大庆长垣油田高含水后期和三次采油阶段储层描述的攻关方向提出了具体的意见和建议。

本书的完成同样饱含着大庆油田公司和大庆勘探开发研究院广大开发地质工作者多年来卓绝奋斗的成果，也饱含着大庆油田公司和大庆勘探开发研究院各级领导的关心与支持，尤其是对储层描述攻关方向的论证，在很大程度上反映了有关领导对开发地质工作所提出的要求和希望。在此，对他们的贡献一并表示衷心的感谢！

由于水平有限，书中谬误之处在所难免，敬请读者批评指正！

作者

2011年8月于大庆

目 录

第一篇 区域地质特征

- 松辽盆地区域地质特征与油气藏…………… (3)
- 大庆长垣萨、葡、高油层的沉积背景 …… (32)

第二篇 大庆油田精细储层描述

- 大庆油田葡 I 1—4 油层沉积环境与模式 …… (53)
- 长垣北部萨、葡油层相带展布与砂体类型 …… (114)
- 松辽盆地北部沉积体系的侧向联合三角洲 …… (132)
- 长垣外围姚一段窄小河道砂体的预测方法 …… (144)
- 喇、萨、杏油田表外储层的性质与开发潜力 …… (169)
- 模式绘图法是精细储层描述的精髓 …… (199)
- 对松辽湖盆大型叶状三角洲某些沉积现象的讨论 …… (213)
- 油田开发储层描述的思维方式和工作方法 …… (225)

第三篇 储层描述攻关方向

- 准确掌握高分辨率层序地层学方法理论 发展完善小层
对比技术…………… (241)
- 深入认识各时期的砂体展布特征 发展完善储层细分沉积
相技术…………… (249)

精细识别各类单砂体 形成可操作的单砂体描述技术	(252)
分类研究河道砂体内部建筑结构 完善储层非均质定量 表征技术	(267)
正确认识储层流动单元 形成大孔道有效识别与描述 技术	(273)
其他相关技术研究	(279)

第一篇 区域地质特征

松辽盆地区域地质特征与油气藏

油田开发地质工作不能坐井观天，必须以所在区域的地质背景为依托，全面掌握油藏的整体特征与规律，才能深入解决油田开发中的地质问题。本文系统阐述了松辽盆地区的域地质特征与油气藏的基本特点，以供油田开发地质人员参考。

一、区域地质背景

松辽盆地是我国东北地区的一个大型中、新生代陆相沉积盆地，在现今的地质结构中，它呈北东向伸展的不规则四边形，东西宽 350km，南北长 750km，面积约为 $26 \times 10^4 \text{km}^2$ ，横跨黑龙江、吉林、辽宁三省。盆地四周被一系列褶皱山系所环抱，之间由深大断裂分开：西侧由形成于早、中侏罗世的嫩江—白城壳断裂把盆地与大兴安岭和内蒙古海西褶皱带分开；北及东北侧由勃利—勇进壳断裂、东侧由依兰—伊通壳断裂把盆地与小兴安岭、张广才岭和老爷岭等吉黑—海西褶皱带分开，依兰—伊通壳断裂属郯庐断裂的北延分叉部分，从三叠纪末期就开始活动，晚白垩世和新近纪—古近纪活动最强烈；盆地的南侧由赤峰—开原壳断裂与康平、法库丘陵等内蒙古地轴相隔，表明盆地的现今边界与其四周的壳断裂有密切的成因关系（图 1）。

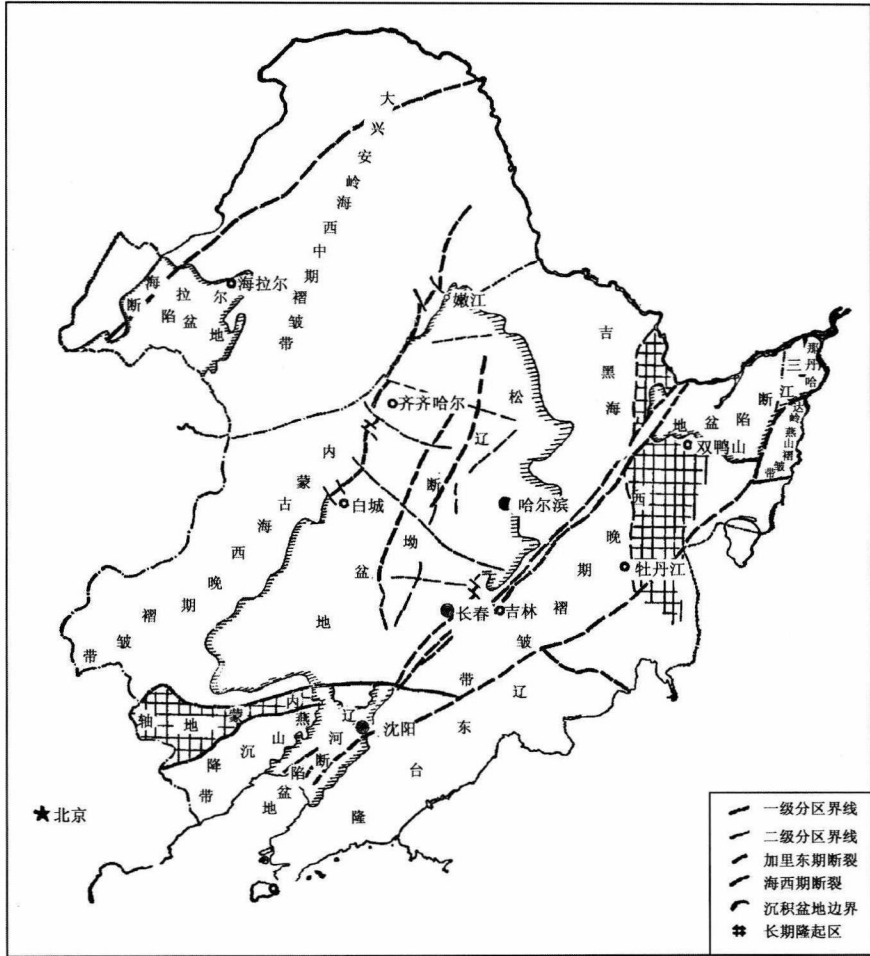


图1 东北地区大地构造分区略图

(一) 地层层序

松辽盆地是经燕山运动发展起来的一个中、新生代沉积盆地，其基底为东北地槽系海西褶皱带合并基底。沉积盖层从侏罗系至新生界均有发育，总厚度 11000m 以上，其中白垩系厚度大于 7000m，是盆地内主要含油岩系，地表均被第四系所覆盖。地

层自下而上依次为：前古生界、古生界、侏罗系、白垩系、古近系、新近系和第四系（图2）。

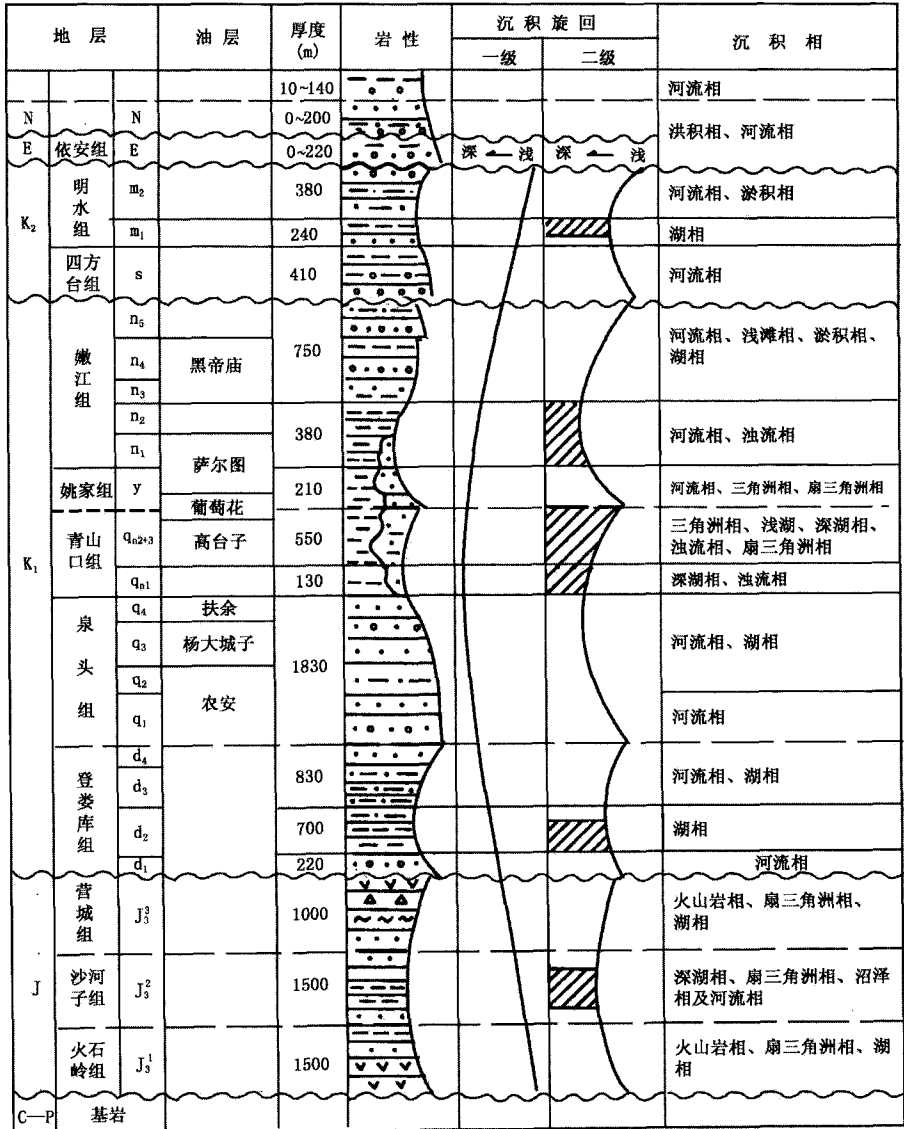


图2 松辽盆地地层层序与沉积旋回
(据东北三省中、新生代地层会议, 1974)

1. 基底 (C—P)

松辽盆地的基底主要由古生界加里东期、海西期褶皱变质岩系与同期及燕山期花岗岩侵入体组成，属东北海西地槽的一部分，局部地区出现前震旦系古老地块。

2. 侏罗系 (J)

松辽盆地的侏罗系属于彼此分隔的断陷沉积，其岩性可分为以正常沉积岩为主的含煤建造和以火山岩为主的含煤火山岩建造。自下而上划分为3个组，即火石岭组、沙河子组、营城组，是煤和深层天然气的主要产出层位。

3. 白垩系 (K)

松辽盆地的白垩系是我国陆相白垩系发育最完整的地层，以湖相、三角洲相、河流相碎屑岩为主，夹有油页岩和化学岩沉积。它分布面积广、沉积厚度大，含油气丰富。自下而上分为2个统、7个组：即下白垩统登娄库组、泉头组、青山口组、姚家组和嫩江组，上白垩统四方台组和明水组。

1) 登娄库组 (K_1d)

该组受断陷控制沉积范围小，主要分布于盆地中部和东部。岩性为灰白—灰绿色块状砂岩与暗色（灰绿、灰黑、暗紫红色）砂质泥岩频繁互层的类复理式沉积，与下伏营城组不整合接触。自下而上分为4段：登一段、登二段、登三段、登四段。登三段砂岩厚度大、储层发育，是深层天然气勘探的目的层之一，目前已获工业气流。

2) 泉头组 (K_1q)

该组沉积初期为填平补齐式沉积，后期沉积范围逐渐扩大。岩性主要为一套棕红、暗紫红色泥岩与紫灰、灰绿、灰白色砂岩组成的较粗粒红色陆相碎屑岩，与下伏登娄库组呈整合—假整合

接触，并超覆于不同层位老地层之上。自下而上分为4段：泉一段、泉二段、泉三段、泉四段。

①泉一段、泉二段：因多处见含油、油浸砂岩，被命名为农安油层。

②泉三段：具良好油气显示，多处已获工业油气流，被命名为杨大城子油层。

③泉四段：含油性良好，亦多处获得工业油气流，被命名为扶余油层。

扶余油层和杨大城子油层是大庆长垣以东地区的主要产油层之一。

3) 青山口组 (K_1qn)

该组分布面积广泛。岩性主要为一套黑、绿色泥岩与砂岩组成的反旋回沉积，下部以泥岩为主，向上砂质岩逐渐增多，与下伏泉头组为整合接触。自下而上分为3段：青一段、青二段、青三段。

①青一段：在盆地内广大地区发育黑、灰黑色泥岩、页岩夹劣质油页岩，是盆地内最有利的生油层之一。

②青二段、青三段：盆地中部为灰黑色泥岩，北部、西部和西南部砂岩发育。该段既是松辽盆地有利生油层之一，又是大庆长垣及其以西地区的主要产油层之一，被命名为高台子油层（其中高零组油层在油田上划归葡萄花油层）。

4) 姚家组 (K_1y)

该组沉积初期分布面积较小，后期扩大。岩性主要为灰绿、灰黑色及部分棕红、紫红色泥岩与灰绿、灰白色砂岩互层，与下伏青山口组在坳陷中部为整合接触，在北部和西部为假整合接触。自下而上分为3段：姚一段、姚二段、姚三段。

①姚一段：主要为灰绿、棕红、紫红色泥岩与绿灰、灰白色砂

岩互层，因边部遭受剥蚀覆盖面积变小，但砂质岩靠近盆地中部。该段储层发育良好，是松辽盆地的主力油层，命名为葡萄花油层。

②姚二、姚三段：为灰绿、灰黑色及少量红色泥岩与灰绿、灰白色砂岩互层，覆盖面积较广。该段储层发育，是大庆长垣北部及以西地区的主要产油层系，命名为萨尔图油层。

5) 嫩江组 (K_{1n})

松辽盆地的嫩江组在 1958—1974 年间被称为伏龙泉组，于 1974 年在东北三省中、新生代地层会议上改为嫩江组。

该组前期沉积分布范围最广，后期沉积分布范围逐渐缩小。主要由灰黑色泥岩、页岩与劣质油页岩、灰绿色泥岩夹灰白、灰色粉岩、细砂岩组成，上部出现红色泥岩，与下伏姚家组整合接触。自下而上分为 5 段：

①嫩一段：在盆地北部和东北部为灰绿、灰黑色泥岩夹泥质粉砂岩、粉砂岩；在盆地中部和南部为大段灰黑色泥岩。是盆地最有利的生油层之一，也是大庆长垣北部及其以西地区主要产油层之一，也被命名为萨尔图油层。

②嫩二段：本段分布范围最广，已超出现今盆地边界。全盆地以灰黑色泥岩、页岩夹薄层油页岩为主，仅北部及西北部边缘地区出现少量砂质岩，是盆地内较有利生油层之一。

③嫩三段：本段分布面积较广。主要为灰白色泥质粉砂岩、砂岩与灰黑色粉砂质泥岩、泥岩互层。该段储层较发育，在大庆长垣及以西地区多处发现工业性油气流，被命名为黑帝庙油层。

④嫩四段：本段分布范围变小。主要由灰绿、灰白色砂岩、粉砂岩与灰绿色泥岩组成。该段储层发育，在大庆长垣及以西地区多处发现工业性油气流，亦命名为黑帝庙油层。

⑤嫩五段：本段的边缘大面积遭受剥蚀，仅在盆地中部保存较全。为灰绿、棕红色泥岩夹灰绿、灰白色中砂岩、细砂岩及部

分粗砂岩。

6) 四方台组 (K_2s)

该组主要分布于盆地中部和西部,范围较小。以红色、紫红色泥岩与含细砾的砂岩、粉砂岩互层为主,与下伏嫩江组不整合接触。

7) 明水组 (K_2m)

该组分布于盆地中部和西部。主要为灰绿、棕红色泥岩与砂岩、砾岩的互层,中部夹两层灰黑色泥岩,与下伏四方台组在盆地南部为整合接触,北部为假整合接触。自下而上分为两段:明一段和明二段。

4. 古近系 (E)、新近系 (N)

主要分布在盆地西半部。由一套灰绿、黄绿、深灰色泥岩与砂岩、砾岩组成。自下而上分为3个组,即古近系依安组 (E_3y)、新近系大安组 (N_1d) 和泰康组 (N_2t) (注:图2中 N_1d 与 N_2t 没有细分),各组间均为侵蚀间断与超覆不整合接触,与下伏白垩系也为不整合接触。

5. 第四系 (Q)

在盆地内广泛分布,出露全,是我国第四系发育的标准地区。由亚黏土、亚沙土、沙层及沙、砾石层组成,与下伏新近系呈平行不整合—不整合接触。

注:关于松辽盆地白垩系上、下统的界限划分,长期以来一直存在着较大的分歧,本文采用的是生产上多年来一直沿用的划分意见。关于松辽盆地白垩系下限的划分,近年来也产生了分歧,本文采用的是1974年东北三省中、新生代地层会议以来油田生产中沿用的划分意见。

(二) 盆地构造及发育史

1. 盆地演化与构造发育史

松辽盆地是在我国东北地槽系海西褶皱带合并基底的基础

上，经燕山运动重新发展起来的一个大型中、新生代陆相断拗盆地。它的形成和演化大致经历了热隆张裂、裂陷、拗陷和萎缩褶皱4个阶段。

1) 热隆张裂阶段（中晚侏罗世）

东北地槽系在二叠纪末期海西晚期运动的作用下，回返上升形成一个高差不大的统一古陆，并长期遭受剥蚀。至三叠纪—早侏罗世印支运动期间，由于莫霍面拱起产生的热穹隆作用引发张裂构造。直到侏罗纪中晚期形成规模不等、零散分布的裂陷盆地，并且沿断裂大量发生火山喷发，盆地内充填了巨厚的裂谷式补偿沉积。

2) 裂陷阶段（早白垩世登娄库组沉积时期）

早白垩世初期登娄库组沉积时，在燕山早期运动的作用下，盆地中部莫霍面拱起使盆地继续拉张。在西部齐家—古龙—乾安一带和东部太平川—朝阳沟一带，由深大断裂的控制形成了两个初具规模而又陡峭的裂谷型断陷盆地，在它们之间为一北北东向展布的古中央隆起带。裂陷沉降速度快，物源供给丰富，沉积了一套粗屑类复理石建造。登三、登四段沉积时期，裂陷逐渐扩大，并超覆到古中央隆起带之上。至登娄库组沉积期末，基本上将古中央隆起带覆盖，形成中间连通的两个大型拗陷，结束了盆地的裂陷阶段。

3) 拗陷阶段（早白垩世泉头组—嫩江组沉积时期）

早白垩世泉头组沉积以来，由于岩石圈冷却产生的热收缩作用，以及太平洋板块向西的加速俯冲，使松辽盆地的盆底开始整体下沉，向拗陷转化，进入盆地发展的全盛时期。此间盆地西部拗陷扩大，东部拗陷缩小，形成一个包括齐家、古龙、乾安、三肇等地区在内的统一大型沉积拗陷。地壳运动的特点是以较快速