

辽河油田勘探开发40年系列丛书

辽河油田勘探40年

李晓光 陈振岩 单俊峰 编
陈仁军 徐晓光 高险峰

LIAOHEYOUTIAN
KANTANSISHINIAN

LIAOHE

OILFIELD

石油工业出版社

辽河油田勘探开发 40 年系列丛书

辽河油田勘探 40 年

李晓光 陈振岩 单俊峰 陈仁军 徐晓光 高险峰 编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书以辽河油田勘探发现为主线,汇编了60篇论文,全面反映了辽河油田在不同勘探阶段随着勘探工作的不断深入,地质理论、地质认识不断深化以及勘探技术、勘探方法不断成熟的过程,着重体现了辽河油田几代勘探科研人员在不同时期运用新技术、新理论和新方法取得的辉煌成果以及为辽河油田实现“中国第三大油田”的目标和持续稳定发展所作出的突出贡献。

书中的文章来源于辽河油田的勘探实践,具有很强的实用性和借鉴意义,可供从事油气勘探的科研人员及有关院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

辽河油田勘探40年/李晓光等编.

北京:石油工业出版社,2007.3

(辽河油田勘探开发40年系列丛书)

ISBN 978-7-5021-5978-8

I. 辽…

II. 李…

III. 油气勘探-辽宁省

IV. P618.130.8

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第031971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

发行部:(010) 64210392

经 销:全国新华书店

印 刷:北京晨旭印刷厂

2007年3月第1版 2007年3月第1次印刷

787×1092毫米 开本:1/16 印张:41.5

字数:1000千字 印数:1—2000册

定价:120.00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

攀登石油科技高峰
實現辽河百年偉業

題贈辽河油田勘探开发研究院

二〇〇六年十一月

王濤



《辽河油田勘探开发 40 年系列丛书》编委会

主 任：谢文彦

副主任：任芳祥 孟卫工 张方礼

委 员：张占文 尹万泉 陈绍生 赵立岩 李晓光 张文坡
赵晓强 龚姚进 曹正林 刘绍峰 李铁军 张巨星
陈振岩 武 毅 马德胜 张吉昌

序

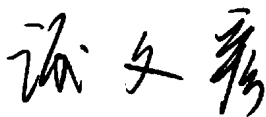
辽河拗陷地质条件极其复杂，构造破碎，发育多套生、储、盖组合，油气藏类型丰富，素有“地质大观园”之称。面对复杂的石油地质背景，广大科技工作者依靠自强不息的精神！把勘探开发目标由小做到大，把勘探开发思路由窄引向宽，原油年产量不断攀升，1995年达到了1550万吨，辽河油田跃居全国第三大油田，建成了全国最大的稠油、高凝油生产基地，为中国石油工业的发展作出了突出贡献。

辽河油田40年的勘探开发历程是一段波澜壮阔的历史，充满了艰辛与挑战。在近40年的勘探开发实践中，广大的勘探开发工作者面对复杂的勘探开发对象，勇于打破传统思维，开拓进取，大胆实践，探索和实践出了一整套适合辽河油田油藏特点的勘探开发思路和配套的勘探开发技术。特别是“九五”以来，勘探上围绕火成岩、潜山、复杂断块油气藏形成与分布理论开展研究，形成了一系列有特色的地质理论和技术，一大批具有千万吨级储量规模的油气藏相继涌现。油田开发上，普通稠油以及特超稠油蒸汽吞吐热力开采技术不断完善，形成了具有国内领先的中深层稠油中后期开发技术与室内试验研究技术；复杂断块精细油藏描述技术、特殊岩性油藏开发技术日臻完善；水平井技术取得突破性进展，不同类型水平井规模应用技术走到了中国石油的前列。这些瞩目的成绩，为中国石油“东部硬稳定”的发展格局奠定了坚实的基础。

在辽河油田勘探开发40周年暨辽河油田勘探开发研究院40年华诞之时，系统回顾与总结，并出版《辽河油田勘探开发40年系列丛书》是一件很有意义和值得庆贺的事情。该套丛书是辽河油田40年勘探开发实践和地质理论发展的真实写照，从不同侧面、不同角度反映出了40年来辽河油田勘探开发的巨大成就。该套丛书对广大科技人员长期付出的辛劳是一种很好的纪念，同时又是缅怀历史、启迪来者、获取知识、吸取营养的重要阶梯。

整套丛书紧密结合勘探开发实际，论述全面系统，资料翔实可靠，主体思路开阔，是难得的由石油科技工作者自己编写的专著。这套丛书对类似盆地的油气勘探开发具有一定的指导和借鉴作用，特别是很多石油勘探开发方法和规律性总结，均有较强的推广价值。

辽河油田目前已转入高成熟勘探开发阶段，但是仍有很多未经开拓的领域，老探区勘探开发仍然有很大的潜力，仍然有着做不完的大文章。我相信该套丛书的出版将有助于广大科技人员和石油职工利用已有的认识和经验，更有效地去探索新的油气领域，实现辽河油田持续、有效发展的长远目标，为我国石油事业继续作出更大的贡献。



2007年3月22日

前 言

自 1967 年大庆油田六七三厂接管地质部在辽河大地开展油气勘探以来,辽河油区勘探已经历 40 年历程。40 年来,辽河油田勘探开发研究院广大科技人员为实现“油老三”的目标和油田的持续、稳定发展,作出了重大贡献。在辽河油田勘探开发研究院成立 40 周年之际,为追忆过去的辉煌,激励后人奋进,重现老一代勘探家的风采,展示新一代勘探人的精神,特出版《辽河油田勘探 40 年》一书,以表纪念。

本书以钻探发现为主线,依据论文与钻探发现的密切关系,按照预测在先、总结在先、物探地质兼顾的原则,从辽河油区历年来 2005 篇勘探成果报告、8 本勘探开发研究报告集和 6 本勘探开发优秀论文集中,经过广泛征求意见,反复讨论,选定本书各篇论文。这些论文反映了辽河油区不同勘探阶段的基本观点和认识,是辽河几代勘探科研人员多年辛勤劳动的结晶,也是辽河石油人共享的一份宝贵的财富。在论文选取时,鉴于辽河油田勘探开发研究院建院 30 周年时已出版过《辽河油区勘探与开发》论文集,在勘探分册中有 45 篇论文已选入,故本次不再重复。

由于所选取的原始科研成果大多篇幅过大,因此在内容上只能做节录。既然是节录,就不同于缩写,更非代人重写,因此在文字删减中我们坚持了“抓两头、带中间”的基本原则,并做到了“两个保留”、“两个纠正”、“两个调整”、“一个统一”。

“两个保留”:为了忠实地反映广大科技人员对辽河拗陷地质规律的认识过程,我们保留了原论文的观点和认识,既不纠正,也不补充完善。原论文行文的结构、习惯和语气一律给予保留。

“两个纠正”:对原论文当中的错别字和明显错误的标点符号,进行纠正,个别漏字进行补充。

“两个调整”:由于原有的报告多为生产报告,出于汇编思路和论文要求的考虑,大部分标题做了修改和重新拟订。对当时并未按论文要求和格式行文编写的一些成果,本次汇编时对原始成果中的一些段落顺序进行了局部的调整。

“一个统一”:按照现今论文格式规范和石油规范名词,统一文字编排。

本书由辽河油田勘探开发研究院原总地质师吴铁生等专家认真审核、修改,并由辽河油田勘探开发研究院副院长李晓光最终审核定稿。编写过程中,承蒙辽河油田公司领导,辽河油田公司勘探处、辽河油田勘探开发院领导和各位老专家的鼎力支持,也得到勘探开发研究院广大科技人员的大力配合,在此谨向关心、支持和协助本书编写工作的单位和个人表示衷心的感谢!

由于受到篇幅的限制,尚有许多长期工作在勘探战线上的同志撰写的优秀科技论文未能汇编在内,在此深表歉意。同时,由于时间仓促,虽经多次修改,难免还有不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2007 年 3 月 22 日

目 录

辽河油区勘探历程	吴铁生 陈振岩 (1)
下辽河平原石油普查概论	地质部第一普查勘探大队 (18)
下辽河平原石油地质特征早期评价及工作设想	地质部第二普查勘探大队一区队 (26)
下辽河含油气坳陷石油地质初步认识	下辽河坳陷勘探调查规划组 (36)
下辽河地区石油地质普查勘探总结	地质部第一普查勘探大队 (43)
下辽河地区气田勘探成果及认识	大庆油田六七三厂 (50)
下辽河坳陷石油地质特征初步认识	大庆油田六七三厂地质队 (58)
下辽河坳陷基本石油地质特征	大庆油田六七三厂 (69)
下辽河坳陷勘探成果及工作安排	三二二油田地质指挥部 (80)
辽河坳陷基本石油地质特征	三二二油田地质指挥部 (88)
下辽河坳陷石油地质特征初步认识和二级构造带含油气性评价	三二二油田地质指挥部地质一连 (98)
下辽河坳陷地质特征及油气聚集带评价	童晓光 蔡舜天 廖兴明 申绍文 (109)
西斜坡勘探的总体认识及下步勘探部署	辽河油田勘探开发研究院区域室 (118)
辽河断陷古潜山油藏形成条件初步分析及有利地区的选择	廖兴明 (127)
下辽河坳陷古潜山分类及含油远景评价	辽河油田勘探开发研究院区域室古潜山研究小组 (138)
大民屯凹陷油气分布的初步认识与勘探方向	陈溥鹤 (147)
辽河断陷西部凹陷古近系沙河街组生油层若干问题的讨论	杨少华 李庆媛 朴明植 李茂芬 王保志 (156)
西斜坡断块群的勘探方法和体会	吴铁生 王明武 (167)
东部凹陷北部地区中生界、古生界构造研究	于天欣 宁小平 潘秀琳 (178)
辽河裂谷东部凹陷古近系沉积特征初步研究	阎 火 刘学安 李应暹 (186)
大民屯凹陷地震地层学研究	邱云贞 马念和 付之有 (195)
辽河断陷盆地大民屯凹陷古近系沉积相研究	刘学安 李应暹 周建德 (205)
双南—鸳鸯沟地区构造特征及勘探方向	吴仁山 刘振才 (217)
大民屯凹陷古近系生油层演化特征和资源量预测	许杏娟 任雅维 (225)
东胜堡古潜山储层研究	侯振文 惠 民 (236)
大民屯凹陷南部地区古近系油气藏形成条件	何登骥 刘学安 祝 耀 (246)
东部凹陷北部油气藏发育特征及勘探方向	路则平 王明学 (255)
辽河裂谷东部凹陷牛居地区沙二段和青龙台地区沙三段砂体沉积特征及其分布	阎 火 邱云贞 (266)
东部凹陷中段构造特征及评价	吴开耿 匡久贵 宁小平 杨光辉 (276)
辽河断陷牛心坨地区地质评价及勘探方向	张锦波 张梅芳 元春常 (286)

中央凸起南部倾没带勘探潜力评价及近期工作安排	孙景龙	吴开耿	阎火	(300)
辽河盆地中央凸起南部倾没带有利圈闭评价	阎火	吴开耿	何秉才	(309)
冷东—雷家地区构造特征及有利地区预测	霍振军	王之前	梁淑贤	元容华 (320)
开鲁盆地陆家堡凹陷早期资源评价	胡冰	王殿春	闫树义	郭永建 谷云飞 (333)
曙光地区原油性质及油源	李茂芬		许杏娟	(344)
台安一大洼断裂带油气分布特征及有利圈闭预测	熊崇钰	于天欣	戴春山	(357)
辽河油田浅海滩地区早期勘探目标评价	钟振林	张伟		(368)
辽河断陷浅海滩地区圈闭评价	张锦波	宋天辉	元容华	仇劲涛 (376)
开鲁盆地陆东凹陷圈闭评价及勘探方向	方汉华	冯国忠		(388)
辽河盆地分层系储量资源量系列研究	李晓光	王艳	徐君	崔虹 (402)
曙 103 井区成藏地质条件研究及勘探远景分析	张占文	张凤莲	丁秀春	(413)
龙湾筒凹陷汉代—额尔吐地区油气富集条件及分布规律研究	殷敬红	苍瑞波	咎国军	赵会民 崔成军 (424)
热河台—欧利坨子地区火山岩储层特征及油气成藏条件	蔡国刚	刘汉之	张坤	刘敏 于兰 (432)
辽河盆地深层综合地质研究及重点目标评价	孟卫工	张凤莲	王学良	张亚丽 陈仁军 (443)
大民屯凹陷低潜山成藏条件分析及勘探前景展望	窦欣	高庆胜	顾国忠	苏晓捷 安菊华 (456)
辽河盆地西部凹陷东部陡坡带中段油气聚集规律及勘探目标选择	余成	刘宝鸿	钱宝娟	陈仁军 (467)
辽河盆地东部凹陷深化勘探研究及目标评价	孙红军	陈振岩		(478)
西部凹陷雷家地区隐蔽油气藏研究及勘探实践	刘宝鸿	钱宝娟	余成	潘日芳 (490)
辽河油田油气勘探战略研究	谢文彦	张占文	肖乾华	(504)
大民屯西部复杂断块区目标评价技术及勘探效果分析	郭彦民	高庆胜	王丹	顾国忠 尤桂彬 窦欣 (514)
牛心坨北部地区中生界火山岩成藏条件及勘探目标选择	余成	刘宝鸿	慕德梁	(527)
新开一大湾斜坡带岩性油气藏形成条件研究与目标评价	李军	赵立旻	赵淑琴	时林春 韩宏伟 周旭红 (537)
太阳岛—葵花岛构造带油气藏地质评价	张凤莲	邹丙方	郑云生	崔玉哲 刘金英 邹文海 (550)
兴隆台—马圈子地区潜山及岩性油气藏勘探研究	刘宝鸿	钱宝娟	余成	刘敬 王光明 梁淑贤 (562)
西部凹陷中南段油藏分布特征研究	单俊峰	张菊香	回雪峰	李春峰 窦欣 朱红梅 (573)
油气勘探新领域——火成岩油气藏勘探	张占文	陈振岩	蔡国刚	马志宏 (582)
滩海东部成藏地质条件研究及勘探目标评价	邹丙方	吴兴录	张凤莲	吴冬梅 陈鸿雁 郑云生 李松 (592)

辽河外围中生代盆地“下洼找油气”勘探与实践

..... 殷敬红 雷安贵 苍瑞波 宫振超 (605)

南海海域沉积盆地石油地质条件初步评价 郑丽辉 (614)

大民屯凹陷低潜山综合勘探技术及效果 郭彦民 (622)

辽河坳陷潜山内幕多期裂缝油藏成藏模式

..... 谢文彦 孟卫工 张占文 李晓光 陈振岩 (633)

附录一

辽河油田勘探大事记..... (638)

附录二

附表 1 中国地壳演化构造阶段 (641)

附表 2 盆地演化序列与构造旋回 (642)

附表 3 陆相中各种沉积相的主要鉴别标志 (643)

附表 4 湖盆主要砂体类型沉积特征和鉴别标志 (644)

附表 5 几种沉积相的主要鉴别标志 (645)

附表 6 海相中各种沉积相的主要鉴别标志 (647)

附表 7 中国含油气盆地分类 (648)

附表 8 全球标准年代地层(地质年代)表 (649)

附表 9 辽河坳陷第三系历年划分方案沿革表 (650)

辽河油区勘探历程

自大庆油田六七三厂接替地质部工作以来，辽河油区的油气勘探已经历了 40 年。在漫长的勘探历程中，随着勘探方法的改进、新技术的采用、勘探精度的提高以及对地质规律认识的深化，从而呈现出一定的阶段性。同一阶段，有着大致相同的认识基础、勘探指导思想、部署原则和具体做法，不同阶段，则有不同的认识基础、部署原则和具体做法，而在时间、地域上往往又存在交叉、重叠。即使是在同一阶段，也经常是重点地区拿储量、建产能和甩开预探求发现并存的状况。如何确切划分勘探阶段？本次勘探阶段的划分是在以往历次工作基础上，以重点勘探地区、主要勘探对象的变化为依据，分为 7 个大的勘探阶段。

1 区域普查勘探阶段（1967 年以前）

从 1955 年开始勘探到 1964 年钻第一口区域探井——辽 1 井，在古近系见良好油气显示。这是一个以地球物理方法为主的普查勘探阶段，也是下辽河拗陷前期勘探阶段。完成主要工作量包括重力、磁法、航磁、电法、地震等多种地球物理勘探（详见表 1）。自 1964 年开始钻探，共完成 13 口探井，其中 12 口井位于东部凹陷（仅辽 8 井 1 口井布在西部凹陷），取得较好的成果，在 5 个构造上有 7 口井获工业油气流或油气流，发现了大平房、荣兴屯油田，肯定了下辽河拗陷是一个有希望的油气勘探领域。这一阶段的地质研究主要是确定地层层次和勘探目的层系，初步研究拗陷的区域构造。

表 1 历年地球物理勘探工作量表

项 目	物 性 测 定		重 力 测 量		航 空 磁 测		地 面 磁 测		
	密度 (块)	磁化率 (块)	剖面 (km)	面积 1:20 万 (km ²)	面积 1:100 万 (km ²)	面积 1:20 万 (km ²)	面积 1:20 万 (km ²)	面积 1:10 万 (km ²)	剖面 (km)
工作量	15956	12999	485	20525	54062.5	20325	27962.5	4100	485
项 目	扭称测量	垂 向 测 深			大 地 电 流		地 震 测 量		
	面积 1:10 万 (km ²)	剖面 (点/km ²)	面积 1:20 万 (点/km ²)	面积 1:10 万 (点/km ²)	面积 1:50 万 (点/km ²)	面积 1:20 万 (点/km ²)	反射剖面 (km)	折射剖面 (km)	地震测井 (口)
工作量	1167	270/660.5	1329/118	199/985	53/1888	985/9475	23100.11	63.25	23

通过勘探普查，初步了解拗陷的分布范围、基底结构及其埋藏深度、边界位置和接触关系，划分次一级的构造单元（凹陷与凸起），并对下辽河拗陷的含油气远景进行初步评价。

2 区域展开预探，局部详探阶段（1967—1971 年）

下辽河拗陷区域钻探首先从东部凹陷的南部地区展开，由于这一地区前期勘探工作相对做得多一些，大庆油田六七三厂的油气勘探亦是从这里开始。当时除了发展已有的勘探成果

外,整个勘探工作的特点是:以地震勘探详查、落实局部构造为主,以便寻找更多的有利圈闭。钻探部署着眼于区域展开,预探构造为主要目标,局部详探建产能。至1969年发现了兴隆台、黄金带、于楼、榆树台、欧利坨子、牛居等具有工业开采价值的6个含油构造,证实热河台和黄金带两个含油构造为油气田。1970年发现桃园含油气构造。

在这一阶段初期,由于对小凹陷的石油地质特征缺乏认识,把东部凹陷中部构造带看作长垣式的构造带,于1967年确定了整体解剖的部署方案。采用先打高点,后打鞍部和两翼的做法,结果在高点部位的井出油,而在鞍部及两翼的井如热1、热2、黄2井则落空。联系地质部钻在翼部的辽4、辽7、辽13等井的钻探情况,得出了“下辽河盆地构造小,油气分布受局部构造的高点控制”的片面结论。在部署的指导思想上,导致“找鸡蛋,占高点,守山头”。具体做法是:在第一口井出油后,“顺着轴线追,向着两翼摸,打到油层往外扩,打到水层往里缩”,摸着石头过河,未能打开勘探局面。黄金带勘探两年,还是在 3km^2 范围内拿面积。兴隆台构造的勘探也有类似情况。尽管建成了一定油气生产能力,却丢掉了带有全局性的战略部署。1971年在总结经验教训基础上,确定“区域甩开找资源,集中兵力拿能力”的勘探部署原则,在区域勘探上大步甩开,对大民屯凹陷、西部凹陷和东部凹陷展开区域预探,并在大民屯、双台子、油燕沟等构造获得工业油气流。

这阶段的地质研究主要是开展地层、构造等基础研究,石油地质特征和油气分布规律的初步研究。由于对断块油田的成藏与油气分布、富集规律缺乏认识,本阶段的效果亦较差,平均年储量增长 $250\times 10^4\text{t}$,每口探井探明地质储量仅 $17\times 10^4\text{t}$ 。

3 以兴隆台为主的勘探阶段(1970—1975年)

1970年辽河石油勘探会战指挥部的成立,标志着一个新勘探阶段的开始,勘探队伍迅速扩大,钻井队由1969年的6个,增加到1970年的21个,地震队伍也由原来的2个增加到11个,特别是在1970年冬到1971年春的地震勘探年度内,组织了一次地震小会战,参加会战的地震队多达27个。地震技术装备也有很大改善,模拟多次覆盖逐步取代了单次测量,地震资料的精度和质量都有所提高。

这个时期勘探的主导思想是:在重点地区,集中力量进行钻探,并以一定力量甩开进行区域预探,在有利的勘探领域继续扩大勘探成果。经过会战初期进一步甩开钻探,勘探范围已扩展到大民屯、西部、东部等3个主要生油凹陷,并且有9个二级构造带获得了工业油气流。

1969年,开始钻探兴隆台构造,当时在兴隆台构造的高点部署了兴1、兴2两口预探井。同年9月,兴1井在沙河街组一段中部(黄金带油层)试油,首次获得100t以上的高产油气流,发现了兴隆台含油构造。此后一年多时间主要是扩大含油面积,但在油田扩边上仍未完全摆脱“局部构造高部位含油”的思想约束,导致兴隆台油田沿轴线向北东方向的高部位追踪,虽然发现了陈家含油区块,却推迟了构造中南部低断块油气富集区的发现。1972年,吸取前期的教训,解放了思想,在油田扩边上“下山头,出胡同,勇上低断块(阶)”,取得丰硕成果:在于楼—黄金带东侧及兴隆台南部的低断阶钻探中,有6口井获工业油气流,其中于9、于11、兴15、兴53都是百吨级高产井,并在马1、黄20井获厚油层。同时,甩开的预探井注1井在1321~1332m井段的东一段获工业油流(稠油)。实践进一步打破了“局部构造高点含油”的思想约束,深化了对断块油田石油地质规律的认识,初步明确了二

级构造带是油气聚集的基本单元的观念。1972年的勘探成果，揭示了西部凹陷具有更大的含油远景，西部凹陷是下辽河拗陷的主要生油凹陷，深而开阔。兴隆台构造带是该凹陷内的一个二级构造带，是“凹中之隆”，处于陈家、盘山、清水诸生油洼陷之间，构造位置十分有利。为此决定把主要勘探力量投入到西部凹陷，从而导致1973年辽河油气勘探的第一次重大战略转移。

1973年，根据“三稀”方针，制定了“区域甩开与重点解剖相结合，集中主要力量拿面积，夺高产”的勘探原则，加强高产规律的研究，提出“占断块，打高点，沿断层找高产，找到高产多打眼”的勘探方法。当年涌现高产井28口，并相继出现兴411、马20等初试日产千吨和双千吨的高产油井。但是，由于过分强调夺高产，眼睛盯着小断块，唱起断层歌，忽视了解剖二级构造带。结果造成后备探区、后备储量跟不上油田开发需要，“多处出油无面积，找到高产无储量”的被动局面。1974年进一步总结经验教训，提出着眼于二级带区域含油，狠抓二级带整体勘探的部署原则，以兴隆台构造带为主战场，集中优势兵力打歼灭战，探面积，建能力，成果显著。很快扩大了含油气面积，形成了生产能力。到1975年就全面拿下了兴隆台油田，年产原油从1970年的2152t，增长到1975年的 245.4×10^4 t，达到一个新的高度。兴隆台油田从开始勘探，到油田建成全面投入开发，仅用了6年时间，这是辽河石油会战以来，在当时取得的一项重大成果。

这一时期，地质研究主要侧重地层、构造及油气田地质特征、形成条件及分布规律研究，断块油田油气富集高产控制因素的研究。

在兴隆台集中力量进行勘探和产能建设的同时，区域勘探也有重要进展。在东部凹陷北部的牛居—青龙台断裂背斜构造带、西部凹陷的西部斜坡带和大民屯凹陷同时展开。

东部凹陷北部的牛居—青龙台断裂背斜构造带面积303km²，也是一个凹中隆。早在1971年进行区域预探时，牛居构造上的牛1井就已经获得工业油流。1974年，按石油工业部“稀井广探”方针，在牛居构造的主体部位完成了牛5井，通过试油，在沙河街组一段中部（黄金带油层）喷出了日产原油254m³、天然气25060m³的高产油气流。但是，由于该地区地质构造条件十分复杂，当时的地震技术尚不足以认识其规律性，于1975年暂时中断勘探。

在这期间大民屯凹陷亦一直在坚持勘探，1971年沈1井获油流，为了进一步认识该构造带的含油气情况，在其中段的腰岗子高点上又部署了沈5井和沈6井。1972年，这两口井试油先后获得工业气流和工业油流，打开了这一地区勘探的新局面，接着该构造带北段的大古城子高点和南段的前当铺高点也都先后喷出工业油、气流，终于发现了前进（大民屯）油田。1972年以后，在集中钻探前进断裂背斜构造带的同时，也注意凹陷内的区域展开。经过5年勘探，到1975年底，大民屯凹陷共钻各类井82口，其中探井66口，探井进尺155429m，钻探了6个二级构造，找到了前进（大民屯）、法哈牛两个油气田，并发现了曹台、静安堡、偏堡子、韩三家子、大荒地等含油构造，初步探明石油地质储量 4602×10^4 t。原油性质在各区变化大，有稀油、高凝油、低凝油等多种油品。由于当时的试油、试采工艺未过关，致使高凝油井均无法开发。同时，受当时的地震勘探技术的局限，得不到深层反射资料，对基底的形态结构缺乏认识。恰在此时，西部凹陷的西斜坡勘探取得重大突破，暂时中断大民屯凹陷的勘探。

到1975年底，下辽河拗陷已累计完成地震测线19740km，完成各类探井68口，探井总进尺为 20.5×10^4 m，勘探工作进入到一个新的阶段。在主攻兴隆台的同时，还抓紧了对其

他地区的区域勘探,并为新的勘探主战场的选择和接替准备了必要的条件。

该阶段,勘探效果有明显提高,平均年增长地质储量达 $4000 \times 10^4 \text{ t}$ 以上,是第二阶段的 7 倍。

4 西斜坡为主的勘探时期(1975—1979 年)

西部凹陷的西部斜坡带原来叫做高升—西八千断裂鼻状构造带,是因其从北到南有一系列自西向东倾没的鼻状构造组成而命名,总勘探面积达 1230 km^2 , 占整个西部凹陷面积的一半以上。经过多年地震勘探,对这个面积很大的西部斜坡带的构造面貌和地质特征已经有了基本了解,并且在这个斜坡带上发现了高升、曙光、杜家台、胜利塘、齐家、欢喜岭、西八千等受断裂控制、以鼻状构造为主要特征的局部构造圈闭,已经具备了进行预探的条件。

西部斜坡带的预探开始于 1973 年,当时圈定的西部斜坡带(高升—西八千断裂鼻状构造带)构造面积只有 710 km^2 , 约为目前确定的西部斜坡带面积的一半。1973 年在该带南段完成了千 1 和锦 1 两口预探井,千 1 井位于斜坡的最高部位,未发现油气显示,却钻遇了侏罗系的厚煤层;锦 1 井经过试油,首次在 $3128.8 \sim 3131.4 \text{ m}$ 层段,沙河街组二段(兴隆台油层)获得少量油和气,数量虽少,但意义重大。1974 年,又在西部斜坡带上完成了锦 2、杜 1、杜 2、杜 4、曙 1 等探井,勘探范围扩大到斜坡带的中段,普遍见到了油气显示,有的井测井资料综合解释有油气层。通过这些井钻探的发现,说明初探斜坡带已取得明显效果,证实了西部斜坡带具有良好的含油气前景。1975 年 4 月,斜坡带南段的欢喜岭地区,杜 4 井在沙河街组四段(杜家台油层)试油,获 100 t 以上的高产油流,该井在 $2641.8 \sim 2659.0 \text{ m}$ 井段,射开 3 层 8.4 m , 10 mm 油嘴求产,日产油 113.8 t 、天然气 13953 m^3 。这是欢喜岭油田的第一口发现井,也是西部斜坡带的第一口发现井。同年 5 月,西部斜坡带中段的曙光地区杜 7 井也在杜家台油层获得近百吨的高产油流,在 $1946.4 \sim 2016.0 \text{ m}$ 井段,日产油 98.13 t 、天然气 6786 m^3 ,这是曙光油田的第一口发现井。

西部斜坡带勘探取得重大突破,揭开了西斜坡石油会战的新时期。勘探力量迅速向西斜坡集中,在斜坡范围全面展开。1975 年 9 月,在辽河石油勘探局勘探技术座谈会上,认真总结前期勘探工作,深化了对石油地质规律的认识,通过兴隆台和西斜坡钻探实践所揭示的地质特征看,油气的聚集、富集,不仅受构造因素控制,而且还受岩相带的控制,明确提出构造岩相带是控制油气聚集的基本地质单元的观点。在勘探方法上,认真总结了兴隆台勘探的教训,认识到对一个二级构造带的早期勘探而言,没有一定的勘探程序,探一块,开发一块,不仅速度上不去,油田建设也十分被动。明确提出勘探必须地震先行,钻探应按预探、整体解剖、详探的程序进行。上述认识及时指导了西斜坡的勘探,确定沿斜坡轴向的中高部位部署 13 口预探井,垂直轴向(沿倾向)部署 14 条剖面,剖面尽可能过预探井,整体解剖斜坡带,成效显著。10 月,西部斜坡带北段高升地区的高 1 井又在沙河街组四段(高升油层)试油获得工业油流。至此,整个西部斜坡带从南到北捷报频传、全面开花,勘探的形势越来越好。

根据西部斜坡带勘探的大好形势,1975 年底,石油工业部组织了曙光石油会战。大庆油田的石油队伍亦南下并肩作战,在曙光地区大约 200 km^2 的范围内进行全面勘探和开发,在不到两年的时间里就基本探明了石油及天然气储量,一举拿下曙光油田。

1977 年,高升油田进入全面勘探,其主要含油目的层为莲花油层,是发育在沙河街组

三段内部的一个浊积砂体，油层厚而且集中，几乎没有明显的泥岩隔层，高点部位油气层的厚度可达 200m 以上，虽然含油范围仅有 16km²，但却是一个油、气储量丰度很高的油田。经过一年勘探，就探明了含油面积和储量。

1978 年，勘探与开发的重心移到了西部斜坡带南段的欢喜岭油田。南部欢喜岭地区的构造面貌和断裂发育程度要比北部高升地区复杂得多。在欢喜岭地区，斜坡带又可以进一步分为上台阶、高垒带、下台阶等 3 个次级带，这 3 个带的特征由南向北一直可以延伸到曙光油田。由于上台阶主要是稠油分布的区域，而下台阶油层的埋藏深度又太大，因此从一开始就把着眼点放在勘探高垒带上。高垒带油层埋藏深度适中、油层巨厚、产量很高、储量丰富。按照先肥后瘦、先易后难、先浅后深的原则，首先集中勘探了高垒带上的锦 16、欢 26 两个高产区块，以后以滚动勘探开发方式，逐步扩展。到 1978 年底，就基本探明高垒带的含油气面积和石油及天然气地质储量，取得非常明显的勘探效果。拿下高垒带以后，继续扩大成果，一方面大胆钻探下台阶低断块，另一方面集中勘探上台阶稠油富集区，并进行稠油开采攻关，很快取得经济效益。

西部斜坡带从开始预探发现油田到初步探明近 $3 \times 10^8 \text{ t}$ (1979 年底为 $29820 \times 10^4 \text{ t}$) 石油地质储量、全面投入开发，前后只用了 5 年时间，特别是 1975 年以后，基本上是一年勘探、开发一个大油田，三年跨出三大步，不但体现了较高的勘探速度和成效，而且也体现了勘探技术水平的提高。在这一阶段，石油地质储量有大幅度增长，平均年增长为第三阶段的 1.4 倍，平均每口探井探明地质储量为 $168 \times 10^4 \text{ t}$ ，是前一阶段的 1.5 倍。

在这一阶段的地质研究，除含油区带评价等部署研究外还展开生油研究、油气聚集单元研究、古潜山油藏类型及形成条件研究、油气分布聚集规律研究和辽河断陷形成机制研究，及时为勘探部署提供依据。

在主攻西部斜坡带的同时，基础地质研究和综合地质研究都有明显进展，通过对曙 2、曙 71、曙 4-5-23 井的录井资料的复查和认识，确认在西斜坡的曙光—高升地区，存在以震旦系（中上元古界）碳酸盐岩为储油层的潜山油藏，为辽河油区的深层勘探开辟了新领域。1979 年曙光古潜山勘探取得重大突破，10 多口井获工业油流，其中有 5 口井获 100t 以上的高产油流。此外，在本阶段后期，还加强了双台子构造带的石油地质研究，勘探开发了双台子油气田。但是，由于当时的勘探力量过于集中在西斜坡，未能处理好集中与甩开，建产能与积极寻找后备接替区的关系，以致为后续勘探造成被动局面。

5 二探大民屯凹陷，持续勘探西斜坡，甩开预探找发现阶段（1980—1989 年）

西斜坡勘探的大好形势，致使几年中几乎集中了辽河全部勘探力量投入在西斜坡，忽略了甩开钻探搞接替的问题。在相继拿下 3 个大油田后，进一步的勘探方向不明，1980 年出现当年储量负增长（ $-103 \times 10^4 \text{ t}$ ）的局面。通过反思，再次确定甩开钻探找发现，扩大新区搞接替的思路。迅速把勘探力量散向 3 个凹陷：西部凹陷探双南、东侧陡坡带；东部凹陷重上牛居—青龙台构造带、预探茨榆坨；二次勘探大民屯凹陷。开创了甩开预探与重点勘探相结合的勘探新阶段。

在地质研究方面，及时加强了烃源岩地球化学研究，以凹陷为单元的构造、沉积特征及其演化研究，油气藏类型及分布富集规律研究，古潜山储层特征研究。按照石油系统的统一

安排,开展辽河油区第一次油气资源评价,首次提出辽河断陷石油远景资源量达 $30.5 \times 10^8 \text{ t}$ (陆上 $23 \times 10^8 \text{ t}$, 滩海 $7.5 \times 10^8 \text{ t}$), 天然气资源量为 $3500 \times 10^8 \text{ m}^3$ (陆上 $2500 \times 10^8 \text{ m}^3$, 滩海 $1000 \times 10^8 \text{ m}^3$)。当时,辽河外围中生代盆地资料很少,评价结果是:石油资源量为 $(10 \sim 12) \times 10^8 \text{ t}$, 天然气资源量为 $2200 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。丰富的油气资源,极大地鼓舞了辽河广大勘探人员,满怀信心地投入到扩大已有成果,开辟新区、新领域的奋斗中。通过扎实的地质研究,提出在陆相凹陷湖盆中广泛存在扇三角洲、浊积岩(湖底扇)的观点,建立了构造、沉积及油气藏分布模式、复式油气聚集带模式。这些新观点、新认识,及时指导了勘探部署,使勘探工作取得更有成效的进展。

5.1 二探大民屯凹陷

5.1.1 地震先行,应用新技术,搞清凹陷结构

从1980年冬开始,在大民屯凹陷重新部署地震详查,进行模拟12次覆盖和数字24次覆盖地震连片测量,使资料品质有了明显改善,得到了较好的深层反射资料,主要地层界面都获得了清晰的反射,只有部分地区由于侧面反射波的干扰显得杂乱。资料品质的改善为搞清凹陷结构提供了先决条件。在进行资料解释的同时,还应用了地震地层学解释技术,通过对地震、地质和测井资料的综合研究认为:基底为太古宇、元古界和中生界;第三系沉积厚度达6000m以上,经受多期构造运动,断裂发育;凹陷发育早,沙四—沙三段沉积厚度占80%以上,缺失沙二段,而沙一段、东营组和新近系亦均较薄;沙四段为主要生油层,分布面积广,生油条件好,油气资源丰富;生油岩之上广泛发育沙三段河流三角洲和扇三角洲,生储盖配置条件和油气藏保存条件好,含油气丰度较高。原油以高含蜡、高凝固点油品为主。

5.1.2 突破潜山找油新领域

数字地震证实凹陷南部最大埋深6900m,大部分地区基底反射特征十分明显,由低频、强振幅、连续性好的2~4个相位组成,在凹陷大部分地区能连续对比追踪。由于受到北东向一组早期断裂作用,形成了高差悬殊、起伏错落的3个潜山带,呈斜列式排列。东胜堡潜山带是由一条西掉断层控制的单断型潜山。1982年在解释733.0叠加剖面时,在2~3s的两个强反射层之间找到了一个杂乱反射相,层速度高,故将上反射层解释为沙三段底界,下反射层解释为太古宇,高速层为巨厚的浊积体,认为浊积砂体既有构造背景,储层又发育,是十分有利的圈闭。并在有利部位部署一口探井—胜3井,该井于1982年12月在2633m钻遇太古宇变质岩,发现良好的油气显示,试油获221t的高产油流,从而发现了东胜堡潜山。潜山顶面深度与原解释砂体顶面深度基本相符,却不是砂岩,原来认为深层强反射是基底,实际上是侧面波,这是解释上的一个失误。随后,用钻井标定层位,在偏移剖面上解释断层,识别潜山反射,做出了潜山顶面构造图,证实东胜堡潜山是一个单断型潜山。并采用裂缝测井系列,结合岩心、倾角测井、双井径测井、脉冲测井等资料,划分出裂缝发育段,预测裂缝发育级别和主裂缝发育方向,在潜山不同部位部署一批探井,很快探明潜山的石油地质储量。

1983年底,在静安堡断裂鼻状构造带上设计钻探第三系砂岩油藏的静3井加深钻探进入潜山,结果发现了中、上元古界石灰岩潜山油藏。1984年在井深2632m以下发现一套灰质白云岩,岩心裂缝十分发育,而且有很好的油气显示,在揭开白云岩段厚度80m后完井,进行裸眼测试,用热电缆在井下加温的方法获得了自喷能力,日产油222t,这是在大民屯

凹陷首次发现的中、上元古界石灰岩油藏。静3井获高产油流后,根据这一地区的地震反射特征,预测了中、上元古界石灰岩可能分布的区域,很快就控制了静北石灰岩油藏的分布范围,随后,采用岩心、岩性测井系列,较好地划分出碳酸盐岩体的各种岩性。

利用倾角测井资料,结合岩心和其他测井资料,较好地认识了潜山内幕与向斜构造形态。通过构造编图及综合分析研究,相继部署了十字剖面,经钻探,均钻遇中、上元古界,并见到很好的油气层,3口井初试均获得日产千吨高产油气流,其中安74井获得日产油2508t、天然气 $6 \times 10^4 \text{ m}^3$ 的高产油气流,成为中、上元古界潜山第一口双千吨井,也是辽河油区继马20井之后的第二口双千吨高产油井。1983年以后,大民屯凹陷的勘探全面展开,勘探重心放在凹陷东部地区,并以潜山油藏作为勘探的主要目标。这以后,大民屯凹陷事实上已经成为勘探的重点地区,当时集中17台钻机(相当全局钻探井动用钻机总数的60%)进行钻探。

5.1.3 搞清断裂和构造特征,发现多种类型的圈闭

大民屯凹陷经历了多期构造运动,断裂构造十分发育。经研究认为,构造运动分为3个时期,沙四段时期继承了中生代北东走向的构造格局,基底构造、主干断裂均为北东走向的西倾断层。沙三段时期断裂在走向上继承了沙四段时期格局,而断面倾向相反,与沙四段时期断层构成“人”字形组合。并且新发育北北东方向断裂。沙三段时期断裂作用形成了盖层构造,改变了以前认为构造是晚期形成的认识。沙一段时期断裂主要为近东西方向,将早期构造及断裂复杂化。同时在凹陷发现逆冲断层,其中三台子逆冲断层已被钻井证实。在构造解释的同时,应用地震地层学的方法对凹陷的圈闭类型进行了分析,找到了潜山及其披覆背斜构造、断鼻构造、断块构造、前积砂体、河道砂体、泥岩刺穿等多种类型的圈闭,证实大民屯凹陷是多种类型油气藏在垂向叠置、平面上叠合连片的复式油气富集区。此外,在荣胜堡洼陷西侧,根据层速度低、古地理环境及平面几何形态等分析认为是泥岩刺穿构造,经钻探证实预测是成功的,并获得工业气流。

在地震先行、应用新技术解释的同时,还加强了地质基础研究、生油研究、沉积相研究、古潜山储层研究等以油气藏形成条件为中心的综合研究。1984年以后,又对主力油层段—沙三段进行了详细的划分,为编制各油层段的局部圈闭提供了可靠的依据,更准确地落实了有利于油气聚集的圈闭,加快了勘探进程,提高了勘探效益。

1985年,在大民屯凹陷开展了生油研究,认为大民屯凹陷的主力生油层是沙四段,其次是沙三段。用热模拟、TTI、齐波福法等多种方法计算和比较,大民屯凹陷的石油资源量比早期评价增加5倍。与此同时,开展了沉积体系及沉积相特征研究。把大民屯凹陷沉积体系归为河流—三角洲—湖泊沉积体系和冲积扇—扇三角洲—湖泊沉积体系,这些沉积体系造就了多种沉积相类型,如冲积扇相、泛滥平原相、三角洲相、扇三角洲相、浊积岩相等。其中静安堡三角洲同构造配置形成了沈84—安12块沙三段油气最富集的断块区,法哈牛沙三段扇三角洲置于暗色泥岩包围之中,具有较好的生储盖组合,成为主力油层。

另外,还对大民屯凹陷的古潜山变质岩体裂缝系统及潜山内幕构造、变质岩潜山岩性等进行研究,对潜山油气藏形成条件及潜山储层进行评价,使大民屯凹陷古潜山勘探不断取得新进展。

由于大民屯凹陷原油性质具有高凝固点、高含蜡的特点,在第二阶段的勘探实践中,经过引进、消化,应用和发展了一整套适合陆相小凹陷,高含蜡、高凝固点原油的测试技术;科学打井、完井及射孔可以有效地保护油层;地层测试技术有效地解决了高凝油层试油难的