

主 编 陈韶生

副主编 汤 琦 牛文金 张 宏 孙大树 王 影

# 辽河油田公司优秀科技成果汇编

(2008年度)

石油工业出版社

# 辽河油田公司优秀科技 成果汇编 (2008 年度)

主 编：陈韶生

副主编：汤 琦 牛文金 张 宏 孙大树 王 影

石油工业出版社

## 内 容 提 要

本书优选了辽河油田公司 2008 年度有关集团公司和油田公司级重大科研项目的科技论文 80 余篇, 内容涉及油气勘探、油田开发、钻采工艺、人力资源管理等方面。

本书可供从事石油地质、油藏工程、钻采工艺的科技人员和石油院校师生参考。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

辽河油田公司优秀科技成果汇编·2008 年/陈韶生主编.

北京: 石油工业出版社, 2011. 12

ISBN 978-7-5021-8758-3

I. 辽…

II. 陈…

III. 石油工程-科技成果-汇编-辽宁省-2008

IV. TE-12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 213834 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](http://www.petropub.com.cn)

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

---

2011 年 12 月第 1 版 2011 年 12 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本: 1/16 印张: 47.75

字数: 1225 千字 印数: 1—1000 册

---

定价: 95.00 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

《辽河油田公司优秀科技成果汇编  
(2008 年度)》  
编 委 会

主 编：陈韶生

副主编：汤 琦 牛文金 张 宏 孙大树 王 影

编 委：张春山 王洁雯 张凌达 陈晓甫 陆福刚

王志信 陈本文 时冀淮 王建平 尉小明

杨宗霖 于 萍 顾玉兰 钟 宏 陈鸿雁

王占胜

# 目 录

|                                   |     |     |            |
|-----------------------------------|-----|-----|------------|
| 辽河油田可持续发展勘探潜力分析及区带优选 .....        | 单俊峰 | 高险峰 | 李玉金等 (1)   |
| 张强凹陷南部地区油藏形成条件研究 .....            | 张巨星 | 雷安贵 | 方炳钟等 (8)   |
| 西斜坡薄层稠油聚集规律研究及水平井滚动评价 .....       | 杨彦东 | 苻 鹏 | 袁清秋等 (15)  |
| 辽河油田原油稳产 1200 万吨规划研究 .....        | 王海生 | 刘 勇 | 杨 军等 (22)  |
| 利用水平井 (复杂结构井) 高效开发大民屯凹陷潜山油藏 ..... | 张吉昌 | 韩小峰 | 李西林等 (31)  |
| 水平井均匀注汽技术 .....                   | 赵政超 | 刘德铸 | 孙守国等 (38)  |
| 高温大排量油井举升技术 .....                 | 王 潜 | 杨建平 | 孙建光等 (46)  |
| 曙三区防砂主导技术研究 .....                 | 孙厚利 | 张守军 | 许国民等 (55)  |
| 辽河稠油作业技术集成 .....                  | 李国林 | 赵 鑫 | 宋彦武等 (62)  |
| 不压井作业技术升级及配套工艺研究 .....            | 范玉平 | 刘 宝 | 严玉中等 (66)  |
| 大型低压、低产气田枝上枝地面集输工艺技术研究 .....      | 裴 红 | 刘文伟 | 刘 伟等 (68)  |
| ZJ70/4500DB 钻机的设计制造技术 .....       | 胡德祥 | 戴克文 | 王建才等 (73)  |
| 砂岩型铀矿床无试剂地浸采矿技术研究与应用 .....        | 颜明友 | 李作臣 | 付春延等 (81)  |
| 西部凹陷基底结构及油气成藏特征 .....             | 刘宝鸿 | 鞠俊成 | 刘 敬等 (87)  |
| 大民屯凹陷基岩成藏模式与勘探实践 .....            | 吴文柱 | 高万有 | 王智勇等 (95)  |
| 兴隆台潜山及周边构造带高精度成像方法研究 .....        | 张文坡 | 郭 平 | 张淑梅等 (102) |
| 辽河油田勘探决策系统构建及应用 .....             | 廉仲元 | 张天亮 | 李松辉等 (110) |
| 勘探部署信息化研究与应用 .....                | 罗海炳 | 陈振岩 | 张守昌等 (118) |
| 冷家堡油田特一超稠油二次开发技术研究与实践 .....       | 户昶昊 | 曹光胜 | 周 捷等 (122) |
| 辽河滩海地区低阻油气层测井评价方法研究及应用 .....      | 李铁军 | 孔令福 | 胡英杰等 (128) |
| 奈曼低渗稠油油藏有效开发研究与实践 .....           | 武 毅 | 王奎斌 | 许 宁等 (136) |
| 金马公司稠油油田多元化稳产技术研究及应用 .....        | 张庆昌 | 赵立文 | 孙洪安等 (144) |
| 辽河油区 2007 年油藏评价及新增探明储量研究 .....    | 柳锦云 | 崔晓娟 | 纪 加等 (153) |
| 静安堡潜山滚动扩边部署研究 .....               | 王 强 | 李西林 | 王庆文等 (161) |
| 锦 612 块大凌河油层高效水平井部署研究 .....       | 刘贵满 | 廖家彬 | 张德海等 (170) |
| 提高互层状超稠油油藏开发效果配套技术 .....          | 刘喜林 | 陈铁铮 | 张守军等 (177) |
| 观察井分层温度压力一体化直读监测工艺技术研究 .....      | 杨志祥 | 张福兴 | 刘祖和等 (185) |
| 沈阳油田高凝油冷采技术研究应用 .....             | 王立军 | 陈怀满 | 黄世秋等 (193) |
| 高升油田难动用储量开采配套技术研究与应用 .....        | 陈保钢 | 潘建华 | 高本成等 (203) |
| 小洼油田调堵排一体化技术研究及规模化应用 .....        | 韩树柏 | 汪小平 | 吕小凤等 (210) |
| 葵海油气田完井配套技术研究 .....               | 钱 伟 | 李 峰 | 李显辉等 (220) |
| 曹台潜山高凝油开采技术研究及实验 .....            | 康铭辉 | 袁 武 | 孟 强等 (231) |

## 欢（东）—双油田低渗区块注水综合配套技术研究与应用

|                                         |     |     |      |       |
|-----------------------------------------|-----|-----|------|-------|
| .....                                   | 张维申 | 蒋生健 | 李刚等  | (240) |
| 油井防排砂综合技术.....                          | 张建军 | 吕民  | 王志坚等 | (246) |
| 复杂结构水平井在辽河油田的试验与应用.....                 | 薄珉  | 尹万泉 | 孙岩等  | (256) |
| 套变井防砂及综合治理技术研究.....                     | 张飘石 | 李殿国 | 黄武成等 | (262) |
| 液控剪切式射孔防喷装置.....                        | 蒋东义 | 孙成威 | 刘雪峰等 | (267) |
| 控制压力钻井技术在辽河油田的试验.....                   | 陈勋  | 齐海鹰 | 吴俊林等 | (272) |
| 辽河油田原油外输系统调整研究与应用.....                  | 韩秀丽 | 张树林 | 董昌生等 | (279) |
| 钢质管道熔结环氧粉末内防腐工艺技术研究及应用.....             | 衣红兵 | 吴德兴 | 谢旺民等 | (286) |
| 11.2 吨燃油燃气注汽锅炉研制与应用 .....               | 吴永宁 | 李晓慧 | 邓晓友等 | (292) |
| 苏十块配套采气装备研制及应用.....                     | 潘耀庆 | 刘福东 | 李志等  | (295) |
| 早期乳腺癌的保乳手术结合适形放疗的疗效观察.....              | 张宝库 | 韩宏斌 | 王旻等  | (300) |
| 后腹腔镜肾上腺肿瘤切除术的临床应用.....                  | 邹本警 | 李雨成 | 王秉东等 | (302) |
| 运用 X—刀开展三维适形放疗（3D—CRT）新技术的临床应用<br>..... | 乌左翔 | 李淑萍 | 张宝库等 | (305) |
| 稠油开采技术知识产权研究.....                       | 汤琦  | 张宏  | 王洁雯等 | (307) |
| 辽河油田规模实施项目综合管理信息体系.....                 | 檀德库 | 梁书娟 | 肖丽宇等 | (310) |
| 辽河油田公司油田化学品采购标准体系建设与应用.....             | 郭占文 | 姜忠民 | 李晓峰等 | (317) |
| 辽河石油勘探局人才工作机制研究.....                    | 崔浩然 | 张金利 | 刘荣富等 | (325) |
| 开鲁盆地铀成矿地质特征研究及有利区带预测.....               | 郑纪伟 | 田时丰 | 李作臣等 | (332) |
| 东部凹陷南部地区中深层油气勘探潜力分析.....                | 孙洪斌 | 高建军 | 时林春等 | (339) |
| 曙光—雷家地区特种油气藏勘探实践.....                   | 回雪峰 | 金科  | 张坤等  | (346) |
| 辽河油田矿区地热资源勘查评价.....                     | 杨启来 | 孙伟  | 刘长生等 | (357) |
| 勘探项目经济效益评价方法与指标体系研究.....                | 刘斌  | 张占文 | 王国春等 | (365) |
| 辽河滩海葵东 1 块油藏评价及开发研究.....                | 曾宪红 | 宋兴文 | 温静等  | (375) |
| 层状稠油油藏水平井整体开发技术研究与应用.....               | 王卫东 | 高忠敏 | 刘永华等 | (381) |
| 曙一区超稠油水平井高效开发技术研究.....                  | 龚姚进 | 李晓漫 | 冯昕等  | (389) |
| 锦 16（东）块特高含水期改善注水效果技术研究 .....           | 符永江 | 周旭  | 蒋生健等 | (399) |
| 水平井技术欢喜岭油田二次开发的应用.....                  | 刘影  | 蔡玉川 | 高荣杰等 | (405) |
| 雷 64 块高效开发技术研究 .....                    | 王伟林 | 曹敬涛 | 金兆勋等 | (412) |
| 超稠油蒸汽吞吐后提高采收率对策研究.....                  | 孟强  | 王丽洁 | 支印民等 | (421) |
| 海南 3 断块滚动扩边综合地质研究及效果评价.....             | 孙岩  | 张崇刚 | 张顺利等 | (428) |
| 辽河稠油油藏注蒸汽开发过程中硫化氢成因机理研究<br>.....        | 杨俊印 | 张晓颖 | 黄毅等  | (439) |
| 牛居油田开发后期改善开发效果研究.....                   | 王家帮 | 王振  | 杨士萍等 | (444) |
| 曙 2—5—11 井区深度开发技术应用研究 .....             | 吴宝华 | 沈光伟 | 刘广东等 | (449) |
| 兴采 2007 年多类型油藏水平井部署及跟踪调整研究 .....        | 石忠仁 | 张红军 | 屈丰君等 | (453) |
| 欧利坨油田高效开发技术研究与应用.....                   | 高养军 | 张华春 | 耿宝林等 | (460) |
| 曙一区集中注汽技术与试验.....                       | 褚月平 | 臧世军 | 李宗生等 | (466) |
| 储层物理化学综合处理技术.....                       | 王显荣 | 宋福军 | 刘玉等  | (473) |



|                                        |     |     |       |       |
|----------------------------------------|-----|-----|-------|-------|
| 海外河油田多轮次调堵技术研究与应用·····                 | 汪小平 | 陈志会 | 杨 开 等 | (481) |
| 冷 42 块中部深层稠油开发后期提高采出程度综合技术研究<br>·····  | 杨双虎 | 孙福群 | 白云渡 等 | (486) |
| 提高水驱油效率技术在老油田的研究与应用·····               | 邱衍辉 | 边朝亮 | 刘 涛 等 | (495) |
| 非均质油藏泡沫驱提高采收率技术与实验·····                | 王亚金 | 丁 旻 | 冯永明 等 | (501) |
| 锦 607 块化学防窜技术·····                     | 张玉增 | 曹继红 | 王德伟 等 | (508) |
| 超稠油油藏自生 CO <sub>2</sub> 辅助吞吐增效技术 ····· | 陈铁铮 | 张守军 | 宋福军 等 | (516) |
| 欢喜岭油田提高稠油采收率配套技术的研究与应用·····            | 陆 刚 | 蒋生健 | 李 勇 等 | (522) |
| 沈阳油田井筒举升潜力研究与综合提液技术应用·····             | 李鸿程 | 付光勇 | 马占军 等 | (529) |
| 活化稠油选择性堵水技术的改进与应用·····                 | 马春宝 | 张英伟 | 徐恩宽 等 | (537) |
| 连续油管作业配套技术研究与应用·····                   | 尹 恕 | 徐世俊 | 钦焕光 等 | (543) |
| 复杂措施井配套打捞工艺技术研究及应用·····                | 戴长生 | 张 勇 | 刘敬党 等 | (550) |
| 水平井酸化工艺技术·····                         | 孟丽华 | 王疆宁 | 塔耀晶 等 | (558) |
| 漏失井高效封窜工艺技术研究与应用·····                  | 管恩东 | 王敏卓 | 赵再生 等 | (563) |
| 井控装备智能检测系统设计应用·····                    | 关玉双 | 凌遗文 | 刘秀平 等 | (569) |
| 高压水射流深穿透射孔技术及配套工艺研究与应用<br>·····        | 徐宏权 | 朱 文 | 杜艳萍 等 | (574) |
| 钻井工程井深结构优化技术·····                      | 宋学义 | 王 宇 | 栾伯川 等 | (581) |
| 精细分层压裂工艺技术·····                        | 刘福建 | 冯小宁 | 张克海 等 | (588) |
| 捞油车作业智能监测管理系统研究与应用·····                | 范 炜 | 张 伟 | 杨 雄 等 | (601) |
| 水平井投产作业技术研究与应用·····                    | 秦福运 | 董晓彬 | 陶煜征 等 | (605) |
| 难采区块开发效果评价及调整对策研究·····                 | 马常星 | 宁 奎 | 田立新 等 | (609) |
| 一孔多管无约束自由回拖定向钻施工技术应用·····              | 杨 顺 | 刘武杰 | 李小罗 等 | (617) |
| 中压复合吸附及 NX 深度液化技术研究与应用 ·····           | 孙家国 | 董茂森 | 王绍勤 等 | (624) |
| 锅炉压力容器热处理技术的应用与推广·····                 | 段占军 | 陈晓霞 | 任志勇 等 | (629) |
| 海排粉煤灰特种添加剂研制及应用·····                   | 田锡君 | 孙培刚 | 杭国敏 等 | (634) |
| 高温热泵在联合站中的推广应用·····                    | 蔡文双 | 赵永和 | 李福忠 等 | (639) |
| 水网淤泥地段长输管道施工技术研究与应用·····               | 孙树山 | 于洪山 | 张 禹 等 | (643) |
| 茨榆坨 20 万轻烃装置提高收率工艺改进 ·····             | 邱履彪 | 梁 建 | 何 昕 等 | (648) |
| ZJ30/1700DB 电动变频钻修机 ·····              | 樊岩松 | 丁 斌 | 赵 娜 等 | (653) |
| 辽河油田通信交换网升级改造·····                     | 颜景龙 | 姜百军 | 郝桂芝 等 | (658) |
| 钻机电代油电网技术研究与应用·····                    | 刘申明 | 曾嘉树 | 白照东 等 | (667) |
| XJ90DBZ 交流变频电驱驱动修井机 ·····              | 李连仁 | 李明辉 | 王锡斌 等 | (674) |
| 气密封石油套管的研制开发与应用·····                   | 田耕民 | 张之和 | 金凤彪 等 | (681) |
| 64 层螺旋 CT 冠状动脉成像与冠状动脉造影对照研究<br>·····   | 陈国栋 | 杜 鹃 | 刘文光 等 | (683) |
| 经阴道手术微创治疗子宫疾病的研究·····                  | 马 萍 | 刘 辉 | 韩桂英 等 | (688) |
| 社区高血压病例规范化管理·····                      | 张瑞萍 | 王 莉 | 曲洪莲 等 | (690) |
| 经单鼻腔—蝶窦入路切除垂体腺瘤·····                   | 周志远 | 张振彪 | 耿 煜 等 | (694) |
| 亚低温治疗重型颅脑损伤临床研究·····                   | 耿 煜 | 张振彪 | 张庆辉 等 | (696) |

# 辽河油田生产一线硫化氢气体防护管理现状评价及防护措施研究

|                           |     |     |       |       |
|---------------------------|-----|-----|-------|-------|
| .....                     | 潘贵和 | 王 莉 | 赵 艳 等 | (699) |
| 辽河油田物业及公共事业服务社会化改革研究..... | 张 力 | 巴 芳 | 姜 波 等 | (701) |
| 稠油污水回用于湿蒸汽发生器水质指标及水质检验方法  |     |     |       |       |
| .....                     | 张 英 | 齐先有 | 张艳芳 等 | (709) |
| 油田开发措施评价体系研究及应用.....      | 卢时林 | 刘 斌 | 王 成 等 | (713) |
| 低压测试网络查询系统.....           | 张 恪 | 周 旭 | 周吉培 等 | (722) |
| 辽河油田油气资源流向平衡及集输外输管网规划研究   |     |     |       |       |
| .....                     | 潘良革 | 刘洪涛 | 刘建军 等 | (726) |
| 油田勘探开发空间信息平台的构建与应用研究..... | 常 斌 | 朱 威 | 霍宇嘉 等 | (727) |
| 边远采油井站劳动组织模式的探索.....      | 李孟洲 | 王玉生 | 胡绍利 等 | (735) |
| 辽河油田公司资金预算管理信息系统.....     | 常 虹 | 楚同国 | 李高彦 等 | (743) |
| 输油系统多媒体教学软件的研制与应用.....    | 卢 敏 | 马英利 | 曹宝金 等 | (750) |



# 辽河油田可持续发展勘探潜力 分析及区带优选

项目编号: 2008101

完成单位: 辽河油田公司勘探开发研究院

完成人: 单俊峰, 高险峰, 李玉金, 李云松, 刘志江, 郑见中, 杨罗万, 高敏, 丁洪建

获奖情况: 辽河油田公司 2008 年度科技进步一等奖

成果简介: 该项目是辽河油田公司下达的重点科研生产项目, 旨在针对辽河油田目前的勘探形势和勘探规划计划工作难点, 从勘探实际出发, 研究形成一套勘探可持续发展的评价体系。通过勘探潜力研究和区带评价优选, 提出了中长期和近期勘探部署方案, 有效地指导了辽河油田勘探开发的持续发展和各项工作的顺利进行。

取得的成果和主要认识如下:

(1) 对勘探可持续发展理论进行了初步探索, 构建了勘探可持续发展的基本模式。

(2) 采用多种方法对探区资源保障能力、储量增长能力、地质规律认识能力、勘探科技保障能力、勘探实践能力等 5 个方面进行深入分析、预测, 形成了一套勘探可持续发展潜力评价体系。其结论是:

①辽河油田待探明资源量为  $15.4 \sim 22.6 \times 10^8 \text{t}$ , 具有很大的资源潜力;

②预测到 2020 年辽河油田可新增探明储量为  $7 \times 10^8 \text{t}$ , 年平均探明储量为  $4600 \times 10^4 \text{t}$ , 可以维持较稳定的储量增长;

③指出了古潜山、岩性、火成岩、油气富集区带、深层天然气为今后勘探开发的有利目标, 明确了潜山油气藏和岩性油气藏是重要的勘探领域;

④系统总结了辽河油田各种油气藏的勘探理念和配套技术, 表明目前的勘探理念和配套技术的发展能够支撑未来勘探事业的发展;

⑤对辽河油田历年每米进尺控制储量成效和单井控制储量成效进行了深入研究。结果表明: 只要有足够的勘探投入, 就能有规模储量的发现。

(3) 从石油地质条件、剩余资源规模、潜在领域、现存勘探目标、资源可升级性等 5 个方面对区带勘探潜力进行了研究。研究结果为: 区带资源规模大于  $2 \times 10^8 \text{t}$  的有 7 个区块, 大于  $1 \times 10^8 \text{t}$  的有 7 个区块。

(4) 通过勘探规划计划研究, 提出了辽河油田 2006—2020 年规划实施的“8864”工程, 明确了辽河油田勘探可持续发展的目标。

(5) 对辽河油田勘探可持续发展的领域接替进行了积极探索, 提出面向全国开展新区矿权登记的具体设想。

辽河油田经过 40 多年的勘探, 取得了丰硕的成果, 已累计探明石油地质储量为  $23.6 \times 10^8 \text{t}$  (2007 年底), 按 3 次资评结果, 探明率已达到 51%, 整装规模储量发现的机遇在减少, 资源接替的矛盾越来越突出。鉴于辽河目前规模储量发现的时效性和资源储备的时限性

以及矿权拓展的艰巨性,开展了辽河油田可持续发展勘探潜力分析及区带优选研究。

# 1 辽河勘探可持续发展潜力评价

根据油气勘探可持续发展特点和模式,本次研究主要对资源保障能力(资源基础、勘探程度、资源储备)、储量增长能力(增长规模、速率、波动幅度)、地质规律认识能力(剩余资源与勘探目标一体化能力即勘探选区能力)、勘探部署实践能力(地震勘探成效、探井成效)、勘探科技保障能力(地质、地震、钻井、测井、录井、井下工程工艺对勘探发现适应与促进情况)进行科学评价,并形成了一系列评价技术。

## 1.1 资源保障能力评价

油气资源潜力预测方法较多,本次主要选用发现过程抽样分析法进行研究。

油藏发现过程可以近似地假设为这样一个抽样过程:①从总体发现一个油藏的可能性与其大小的 $\beta$ 次幂成正比;②已抽取的油藏不放回。这是一个不等概率顺序取样过程,那么,发现某一序列油藏的概率为:

$$L(\theta) = \prod_{j=1}^n \frac{y_j^\beta}{b_j + y_{n+1}^\beta + \cdots + y_N^\beta} \quad (j=1, \cdots, n)$$

$$b_j = y_j^\beta + \cdots + y_n^\beta$$

式中  $\theta$ ——油藏总体的分布参数;

$y_j$ ——已发现油藏大小(按发现顺序);

$\beta$ ——勘探效率系数;

$N$ ——区带油藏总数;

$n$ ——已发现油藏数;

$b_j$ ——区带中尚未发现的油藏个体储量。

上述油藏发现过程实际上是不放回的不等概率抽样过程。如果设总体中某一特征 $g(y_j)$ 为 $y \in (0, \infty)$ 的一单值函数,那么利用 Horvitz - Thompson 估计量,总体中特征 $g(y_j)$ 之和 $\sum g(y_j)$ 的一个无偏估计为:

$$\sum_{j=1}^n \frac{g(y_j)}{\pi_j(n)}$$

即

$$\hat{T} = \sum_{j=1}^n \frac{y_j^\beta}{\pi_j} \quad (1)$$

$$\pi_j(n) \cong 1 - \exp\{-\lambda(n)y_j^\beta\} \quad (2)$$

$$\lambda(n) \approx \sum_{i=1}^n \frac{1}{T - y_1^\beta - y_2^\beta - y_2^\beta - \cdots - y_{i-1}^\beta}, \text{ 其中 } y_0 = 0 \quad (3)$$

(1) 假设区带油藏总体服从帕莱托分布:

$$y_j = y_{\min} \frac{N^k}{j^k} = \frac{y_{\max}}{j^k} \quad (4)$$

式中  $y_{\max}$ ——区带最大油藏储量;  
 $y_{\min}$ ——区带最小油藏储量;  
 $N$ ——区带油藏总体的个数;  
 $k$ ——帕莱托分布系数。

(2) 给定勘探效率系数  $\beta$ , 利用式 (1)、式 (2)、式 (3) 求出  $T$ 。

(3) 给定  $y_{\max}$  和  $y_{\min}$ , 利用式 (1)、式 (4) 两式求得区带油藏总体的个数  $N$  以及帕莱托分布系数  $k$ 。

在假设  $\beta$ 、 $y_{\max}$  和  $y_{\min}$  都为已知的条件下, 通过以上 3 步, 就可以对区带的油气资源总量和结构分布进行预测。

(4) 变化  $y_{\max}$ , 重复 (3)。

(5) 变化勘探效率系数  $\beta$ , 重复 (2)、(4)。

(6) 对不同  $\beta$  值和  $y_{\max}$  条件下的分布序列, 利用蒙特卡罗抽样模拟勘探过程, 能得到与已发现油藏组合最相似的抽样组合的分布序列即为区带油藏合理的规模序列。

根据以聚油单元为核心, 以运移通道为主线, 以供源区为边界的原则将辽河拗陷划分为 16 个运聚单元。其中牛心坨、曙北—高升、欢曙—双台子、兴冷、小洼—月海、黄于热—黄沙坨、大平房—葵花岛、茨榆坨—牛青、静安堡、前进、法哈牛等 11 个运聚单元勘探程度较高, 其勘探样本适合于发现过程模型研究; 高北、笔架岭、新开—大湾、榆树台—盖州滩、静西陡坡带等 5 个运聚单元, 其勘探程度较低, 可由高勘探程度区建立资源参数和地质因素的关系, 通过地质因素类比和评价实现其资源参数的预测, 进而预测其资源量及资源结构。

利用发现过程模型对辽河拗陷 16 个运聚单元进行资源预测研究, 其结果为: 辽河拗陷最终可探明石油地质储量为  $40.5243 \times 10^8 \text{t}$ , 剩余可探明地质储量为  $18.5053 \times 10^8 \text{t}$ 。

另外, 应用了资源探明率法、油藏规模序列法、地质类比法对辽河油田可探明资源量进行了预测。综合 4 种预测方法, 辽河探区还有待探明储量为  $(15.4 \sim 22.6) \times 10^8 \text{t}$ , 其中辽河陆上探明储量为  $(6.7 \sim 11.3) \times 10^8 \text{t}$ , 辽河滩海探明储量为  $(6.8 \sim 7.9) \times 10^8 \text{t}$ , 辽河外围探明储量为  $(1.9 \sim 3.4) \times 10^8 \text{t}$ , 资源潜力较大。

## 1.2 储量增长能力评价

(1) 近期待探明储量预测。

研究选用翁氏模型法、逻辑斯蒂模型法、哈伯特法和龚帕兹法来建立辽河拗陷石油探明储量增长趋势的预测模型, 并对“十一五”至“十三五”的累计探明储量进行了预测。

通过预测, 预计到 2020 年年底辽河拗陷将累计探明石油地质储量为  $29.5 \times 10^8 \text{t}$ 。

综合上述预测结果, 辽河拗陷储量增长呈现缓慢下降趋势, 预计到 2020 年年底将累计探明石油地质储量为  $29.9 \times 10^8 \text{t}$ 。

(2) 近期控制储量升级转化规律研究。

控制储量升级规律研究的主要内容包括升级程度、转化率和升级率 3 个方面, 其研究的深层次目的在于以下两方面: 一方面是对勘探进程中预探阶段勘探成效作进一步的评估; 另一方面的意义在于预探储量目标规划在油田企业发展整体规划链条中是否合理, 即能否使新区产能建设与对储量资源的迫切需求相吻合。升级程度是指年度新增控制储量中升级的控制储量占新增控制储量比率; 转化率是指升级的探明储量与年度新增控制储量中升级部分的控

制储量比值；升级率是指升级的探明储量与年度新增控制总储量的比值，也是升级程度与转化率的乘积。

通过对 1996 年以来的新增控制储量升级规律的研究，得出辽河油田的控制储量升级率变化范围在 55% ~ 60% 较为合理。辽河油田的“51286”工作目标中，年度新增探明储量为  $5000 \times 10^4 \text{t}$ ，其中新区探明储量占 6 成以上，即  $(3000 \sim 5000) \times 10^4 \text{t}$  左右，相对于 55% ~ 60% 的控制储量升级率，“十一五”期间，年度新增控制储量的需求在  $(5000 \sim 6000) \times 10^4 \text{t}$  之间比较合理，这也验证了控制储量目标安排的合理性。

### 1.3 地质规律认识能力评价

#### (1) 辽河陆上基本石油地质特征及油气富集规律。

辽河拗陷陆上是由 3 个凹陷组成的含油气“盆地”，拗陷虽小，但油气资源十分丰富，主要体现在具有优越的石油地质特征：①具有裂谷盆地的构造演化序列；②沉积了多套巨厚生油岩；③具有多物源的沉积特征；④发育多种类型油气藏；⑤油品性质多种多样，稠油资源丰富。

油气的富集也有一定的规律：①复式油气聚集带是油气聚集的基本单元；②生油洼陷控制油气的分布；③富烃凹陷决定大油气田的分布；④多种油气成藏组合控制油气聚集带的潜力。

#### (2) 辽河滩海基本石油地质特征及油气富集规律。

辽河滩海是辽东湾与辽河拗陷陆上之间的过渡带，是辽河拗陷陆上向海域的自然延伸部分，其构造格局可与陆上部分一一对应，因此其石油地质特征与辽河拗陷陆上相似。但是，在整个地质历史进程中，海陆处于不同构造部位，构造活动的不均衡性和所处古地理环境的差异性，造成海陆地区构造格局的差异。

辽河滩海石油地质特征：①具有裂谷盆地的构造演化序列；②具多物源的沉积特征；③沉积了多套巨厚生油岩；④油气藏类型丰富。

油气富集规律：①生油洼陷控制油气的展布；②盖层控制油气富集的层位；③沉积相带展布和储层发育程度控制油气的聚集程度；④复式圈闭带控制复式油气聚集带的形成。

### 1.4 勘探科技保障能力评价

“十五”期间，辽河油田公司认真落实中国石油天然气股份有限公司勘探技术座谈会和工程技术座谈会精神，解放思想、转变观念，面对复杂多变的勘探目标，积极引进、应用和科学的探索，相继在地质综合研究、地球物理勘探、钻井、测试等方面取得了一系列的科技进步，有力地促进了勘探生产。

(1) 在地质综合研究方面：经过“十五”期间的勘探实践，辽河油田逐渐形成和完善了火山岩油气藏勘探配套技术，潜山油气藏勘探配套技术，断块油气藏综合地质评价技术，开展了岩性油气藏理论的研究和实践，有力地促进了火山岩、潜山、复杂断块和岩性油气藏的勘探步伐。

(2) 在地球物理勘探方面：经过“十五”期间的勘探实践，辽河油田在地震勘探采集方面主要形成了二次三维地震精细采集技术系列；在三维地震资料处理上主要形成了三维地震综合处理技术系列；在三维精细地震解释阶段，主要发展了“三维构造精细解释技术、岩性体地震反演及识别技术、地震属性可视化分析技术、特殊岩性储层裂缝预测技术”等

实用、有效的解释技术。这些方面大大地提高了地震资料的品质，克服了制约勘探发展的“瓶颈”，基本上满足了地质解释的要求。

(3) 在钻井、测试方面：经过“十五”期间的勘探实践，在钻井上逐渐引进和完善了欠平衡和近平衡钻井工程技术；在测井上完善了测井资料综合识别技术、成像测井综合技术；在试油上完善了硝酸粉末酸化压裂技术。通过这些方面新技术的应用，不但较好地保护了油气层，而且还大大地解放了油气层。

## 2 辽河勘探区带优选及规划部署

### 2.1 勘探区带划分与优选

重点区带优选的5项原则：① 区带基本石油地质条件优越；② 区带剩余资源潜力较大（资源潜力）；③ 潜在勘探领域或方向基本明确（认识潜力）；④ 目前已发现一些有利的勘探目标（领域潜力）；⑤ 目前技术、经济条件下资源可有效升级（技术潜力）。

根据辽河油田勘探对象的自身特点，将区带优选的5项原则转化为区带规模、油源落实与质量、储层条件与质量、圈闭类型与规模、保存条件、市场前景、工程条件、储量规模及战略价值等可量化的九大项、25个参数，并给出每个参数的评价分值，对区带进行了综合评价、排序。根据评价结果，优选出了9个下步勘探重点区带：西部凹陷西部斜坡带、兴隆台构造带、东部陡坡带、辽河滩海东部、辽河滩海中部、辽河滩海西部、大民屯西部陡坡带、东部凹陷中央构造带中南段、新开一大湾斜坡带。

### 2.2 可持续发展勘探部署

(1) 指导思想和部署原则。可持续发展规划总的指导思想：坚持以科学发展观为指导，以规模储量发现和潜力区带突破为主线；坚持以经济效益为中心，以先进适用新技术为手段，进一步解放思想、大胆探索，强化预探，重在发现；以体制创新和科技创新为动力，依靠科技进步，科学管理，兼顾当年利益和长远利益共存；优化项目设置，加强过程管理，降低勘探和生产成本，把油气勘探工作放在首位，实施勘探可持续发展战略。

勘探部署原则：继续按照“深化坳陷陆上、加快滩海外围、积极准备南海、努力开辟新区”的勘探部署原则，突出重点凹陷，主攻重点区带，考虑当前，兼顾长远，分4个层次实施“8864”工程。

(2) 实现可持续发展的战略目标。根据辽河油田石油预探总体形势和“硬稳定、快发展”的要求，按照可持续发展战略，辽河油田在未来十三年内（“十三五”末），计划累计新增控制石油地质储量为  $9.2 \times 10^8 \text{t}$ ，累计新增预测石油地质储量为  $10.5 \times 10^8 \text{t}$ 。其中，2008—2010年计划累计新增控制石油地质储量为  $2.5 \times 10^8 \text{t}$ ，累计新增预测石油地质储量为  $3.0 \times 10^8 \text{t}$ ；2011—2015年计划累计新增控制石油地质储量为  $3.2 \times 10^8 \text{t}$ ，累计新增预测石油地质储量为  $3.5 \times 10^8 \text{t}$ ；2016—2020年计划累计新增控制石油地质储量为  $3.5 \times 10^8 \text{t}$ ，累计新增预测石油地质储量为  $4.0 \times 10^8 \text{t}$ 。

(3) 勘探方向分析及部署安排。根据目前辽河油田的勘探现状和成果，今后勘探部署上分战略展开、战略突破和战略准备、战略部署4个层次实施“8864”工程。即突出八大重点区带，落实储量规模，进一步扩大含油气面积；预探8个领域，争取发现新的含油气区

带；积极开展6个低勘探程度地区的前期研究，准备新的接替领域；积极开展4个领域的矿权登记，谋求更长远的发展。

一是继续围绕着辽河陆上老区和外围有新发现的地区实施深化勘探，在三维地震资料精细解释的基础上，对老油田周边的新区块、新层和新领域以及外围新进展的地区进行重新评价、认识，加强构造精细解释，扩边挖潜，加强岩性、潜山、火山岩和复杂断块油气藏的勘探，寻找优质储量，优选出辽河大民屯凹陷西部斜坡带、东部陡坡带、西部凹陷西斜坡中南段、兴隆台构造带、滩海东部构造带、滩海中部构造带以及陆家堡凹陷、张强凹陷等8个区带为战略展开区，通过深化研究，进一步落实储量规模，扩大含油气面积。

二是以石油地质条件较好、勘探程度相对较低的新领域、新层系和新凹陷为今后甩开预探的重点，加强岩性、潜山、火山岩和深层油气藏的勘探，寻求新的发现和突破，优选出西部凹陷东部陡坡带、双台子构造带、东部凹陷新开—董家岗大湾斜坡带、东部凹陷中央断裂背斜构造带北段、东部凹陷中央断裂背斜构造带中南段、大民屯凹陷荣胜堡洼陷带、大民屯中央潜山带以及辽河外围钱家店凹陷等8个区带（凹陷）为战略突破区，通过预探，争取发现新的含油气区带。

三是积极开展前期地质综合研究，针对新领域，优选具有勘探前景的地区进行地质综合研究，深入分析油气成藏规律，针对辽河东部凸起的中、古生界、中央凸起—海月潜山带、西部凹陷中生界、辽河拗陷的火成岩、大民屯凹陷岩性油气藏、滩海西斜坡带、外围其他诸凹陷加强油气成藏条件研究，积极准备新的接替领域。

四是积极开展矿权评价研究，寻求新的勘探接替区。一方面对已取得矿权登记的外围中生代凹陷、中国南海盆地等领域进行石油综合评价，开展区带优选和资源评价；另一方面，从油气勘探战略的高度出发，面向国内优选油气资源接替区，拓宽勘探领域，积极在辽河油田周围、我国近海地区、陆上一些含油气盆地，开展前期研究和综合评价，依法登记，积极参与国内竞争，开展新区勘探，为油田的持续发展寻找战略接替。

### 3 结 论

(1) 对勘探系统可持续发展理论进行了初步探索：从勘探可持续发展概念出发，对勘探远景的科学预见、勘探部署的科学规划、储量发现中长期规划、资源接替的长远谋划等特点进行了阐述，构建了勘探可持续发展的基本模式。

(2) 形成了一套勘探系统可持续发展潜力评价体系：从资源保障能力、储量增长能力、勘探综合能力、环境应对能力等方面，建立了一套油气勘探可持续发展评价体系。并对其中的探区资源保障能力、储量增长能力、地质规律认识能力、勘探科技保障能力、勘探实践能力等5个方面进行深入评价。结果如下。

①用资源探明率法、地质类比法、油藏规模序列法、发现过程的抽样分析法对资源基础进行研究评价，结果表明，辽河油区待探明资源量为 $(15.4 \sim 22.6) \times 10^8 \text{t}$ ，具有很大的资源潜力；

②运用专家评估法、统计法、类比法等多种方法对辽河拗陷储量规模进行了尝试性预测，重点利用生命模型拟合法的翁氏旋回法、哈伯特模型、逻辑斯蒂模型法、龚帕兹模型法等进行精细预测，按照当前的勘探投入，预测结果为，到2020年辽河拗陷可新增探明储量为 $7 \times 10^8 \text{t}$ ，年平均探明储量为 $4600 \times 10^8 \text{t}$ ，可维持较稳定的储量增长；



③根据辽河油田的勘探现状,结合辽河油田“九五”末期与“十五”以来探明储量分油藏类型及分层位对比,指出了古潜山、岩性、火成岩、油气富集区带、深层天然气为今后勘探的有利目标,明确了潜山油气藏和岩性油气藏是重要勘探领域;

④系统总结辽河油田各种油气藏的勘探理念,并对三维地震精细勘探、潜山油气藏综合勘探、岩性油气藏综合勘探、火成岩油气藏综合勘探等配套技术进行分析,这些勘探理念和配套技术的发展,必将支撑未来勘探事业的发展;

⑤对辽河油田以往历年每米进尺控制储量成效和单井控制储量成效进行深入研究,结果表明,只要有足够的勘探投入,一定会有规模储量发现。

(3) 从石油地质条件、剩余资源潜力规模、潜在领域方向、现存勘探目标、资源可升级性等 5 个方面对区带勘探潜力进行研究,结果为,资源规模大于  $2 \times 10^8 \text{t}$  的区带有 7 个,大于  $1 \times 10^8 \text{t}$  的区带有 7 个。

(4) 通过勘探规划计划研究,提出了辽河油田中长期 2006—2020 年规划实施“8864”工程、近期 2008 年部署实施“3665”工程,明确了辽河油田勘探可持续发展目标。

(5) 对辽河勘探可持续发展的领域接替进行了积极探索,提出了面向国内开展新区矿权登记的设想。目前正在南海、南黄海、渤海以及中国陆上未登记区积极开展登记工作,进一步保证了辽河油田可持续发展的实现。

# 张强凹陷南部地区油藏形成条件研究

项目编号: 2008102

完成单位: 辽河油田公司勘探开发研究院

完成人: 张巨星, 雷安贵, 方炳钟, 王世亮, 张浩, 田晓玲, 王宝生, 裴家学, 胥国军

获奖情况: 辽河油田公司 2008 年度科技进步一等奖

成果简介: 本次研究利用张强凹陷南部地区内完钻井的生油资料, 对主要生油层沙海组的生油情况进行了详细地评价; 利用完钻井及煤田浅孔的录井、测井、地震及分析化验等资料开展沉积相和储层特征的综合研究, 指出有利储集相带的分布范围; 对工区内的二维地震资料进行精细构造解释, 落实研究区的断裂展布和构造特征, 进行构造区带综合评价, 优选有利勘探目标; 通过以上研究总结张强凹陷南部地区油藏形成条件, 并对控制油藏形成的主要因素进行了认真分析, 为更好地进行张强凹陷下一步的勘探做准备。经过本次研究取得的主要成果和认识如下:

(1) 工区内七家子生油洼陷的主要生油层位是沙海组。洼陷内暗色泥岩发育, 有机质丰度高, 干酪根类型主要为 II 型, 有机质热演化程度达到低成熟—成熟阶段, 具有较强的生油能力。

(2) 沙海组沉积时期来自工区西侧的扇三角洲前缘亚相砂体和来自东侧的辫状河三角洲前缘亚相砂体为油气的聚集提供了良好的储集空间。综合评价认为, 扇三角洲前缘水下分流河道和席状砂微相是本区最有利的储集相带。

(3) 南部地区断裂发育, 构造格局复杂, 形成了较多的构造圈闭, 类型主要以断鼻圈闭为主, 为油藏的形成提供了很好的保存空间。

(4) 张强凹陷南部地区生、储、盖组合配置关系为自生自储式, 非常有利于油气的聚集成藏。研究表明该区沙海组具有较好的油气成藏条件, 可以形成多种类型的油藏, 并发现强 1 块构造—岩性油藏。

根据上述对油藏形成条件的认识, 并将研究与生产相结合, 取得了较好的勘探效果:

(1) 通过综合研究, 在张强凹陷南部七家子洼陷共部署井位 7 口, 完钻 6 口, 其中 3 口井获得工业油流。在强 1 块部署井位 5 口, 3 口井获得工业油流, 即强 1 井、强 2 井、强 5 井, 强 1 井日产油 5.83t, 强 2 井日产油 6.52t, 强 5 井日产油可达到 15t。

(2) 2008 年强 1 块上报探明石油地质储量为  $1632 \times 10^4$ t, 面积为  $11.3\text{km}^2$ 。

张强凹陷南部地区油藏的勘探实践进一步表明: 辽河外围中小规模、呈狭长条带状分布的中生代残留盆地储层物性普遍较差, 决定了油气横向和垂向上以短距离运移为主的特点。同时近物源、多物源的沉积特点, 使得储层岩性变化大, 各砂体孤立存在, 横向上连通性差, 油气藏具有围绕生油洼陷或近洼陷分布的特点。所以在辽河外围盆地的勘探中应继续坚持“下洼找油气”的勘探思路, 小洼陷也可以发现千万吨级规模储量, 是辽河油田不可小视的后备力量。另外, 辽河外围各凹陷勘探目的层埋深浅、成本低、周期短、收效快, 具有很好的经济效益, 应该引起更加广泛的重视。坚信随着勘探的深入, 辽河油田外围盆地定能

取得更多地新突破。

张强凹陷是辽河外围盆地的一个中生代凹陷，呈近北南向条带状展布，长约 88km，宽约 12~16km，面积近 1100km<sup>2</sup>。张强凹陷是在海西褶皱基底和前寒武纪基底上发育起来的中生代早白垩世断拗型凹陷，基底埋深约 3600m。张强凹陷南部地区包括柳树断阶带、七家子洼陷带、散都背斜构造带和前辛断裂构造带 4 个二级构造带，面积约为 362km<sup>2</sup>。区内共有油田探井 10 口，煤田浅孔 100 余口。

## 1 油藏形成条件研究

### 1.1 生油条件

#### 1.1.1 生油岩分布

七家子洼陷是张强凹陷南部地区的生油洼陷，其主要生油层位是沙海组。通过对区内 7 口探井进行沙海组生油岩厚度统计，其中厚度最大的为强 2 井达 371m，其次为强 3 井达 318m，最小的为长 1 井厚 119.5m，生油岩平均厚度为 236m，沙海组沉积时期张强凹陷南部地区的沉积中心在七家子洼陷强 2 井、强 3 井处。

#### 1.1.2 生油岩地化特征

(1) 有机质丰度。通过对研究区内生油岩样品的有机碳、氯仿沥青“A”、总烃、生烃潜量及烃转化率等丰度指标进行分析，本区沙海组生油岩有机质丰度较高，根据我国陆相生油岩有机质丰度评价标准，可达到好生油岩标准。其中有机碳含量平均值为 3.61%；氯仿沥青“A”的含量平均值为 0.461%；总烃含量平均值为 2477mg/L；生烃潜量平均值为 16.52mg/g；烃转化率平均值为 6.98%。

(2) 有机质类型。利用干酪根镜鉴、干酪根元素、岩石热解参数及氯仿沥青“A”族组分等 4 种分析方法对工区内沙海组烃源岩的有机质类型进行了综合研究，结果认为张强凹陷南部地区沙海组烃源岩的干酪根类型为Ⅱ<sub>1</sub>型、Ⅱ<sub>2</sub>型和Ⅲ型。

(3) 有机质成熟度。从镜质组反射率、孢粉颜色及热变指数、有机碳和氯仿沥青“A”、正构烷烃、岩石热解特征等方面分析，认为本区有机质处于低成熟—成熟阶段。

由于在以往的研究中认为在张强凹陷南部地区，辽河外围盆地的主要勘探目的层—九佛堂组没有生油能力，因此未计算过生油量。本次研究认为南部七家子洼陷沙海组具有较强的生油能力，因此对南部地区的生油量进行了初步计算，采用氯仿沥青“A”法计算的生油量为 7600 × 10<sup>4</sup>t。而前人计算的北部章古台洼陷的生油量为 3200 × 10<sup>4</sup>t，说明南部地区较北部地区有更大的资源潜力。

### 1.2 构造条件

#### 1.2.1 断裂特征

张强凹陷南部地区断裂比较发育，全区共发育有各类断层 30 余条，主要断层走向有 3 组：一是近南北走向断层，控制张强凹陷边界和二级构造带的形成，这组断层是区内主干断层；二是北西走向断层，控制着南部二级构造带及局部构造的形成；三是北东走向的断层，控制着南部二级构造带和局部构造的形成。近南北走向断层发育在东西两侧，断层东掉和西