

辽河油田勘探开发研究院优秀论文集

(2005 年)

主 编 张方礼

副主编 李晓光

石油工业出版社

辽河油田勘探开发研究院 优秀论文集

(2005 年)

主 编 张方礼
副主编 李晓光

江苏工业学院图书馆
藏书章

石油工业出版社

内 容 提 要

本书汇集了辽河油田勘探开发研究院 2006 年优秀论文 31 篇, 内容涉及辽河油田“十五”勘探效果及“十一五”勘探方向分析, 滩海东部重点区带评价及勘探目标优选, 东部凹陷南部岩性油气藏类型、分布及勘探潜力, 辽河油田精细油藏描述技术与发展等方面内容, 作者都是长期从事油田勘探开发工作的技术骨干, 具有丰富的现场实践经验和理论研究水平。该书可作为石油地质、开发的科研技术人员和石油院校有关师生的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

辽河油田勘探开发研究院优秀论文集. 2005/张方礼主编.
北京: 石油工业出版社, 2006.11

ISBN 7-5021-5777-8

I. 辽…

II. 张…

III. ①油气勘探-辽宁省-文集

②油田开发-辽宁省-文集

IV. ①P618.13-53 ②TE34-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 123932 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: 河北天普润印刷厂

2006 年 11 月第 1 版 2006 年 11 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本: 1/16 印张: 18.75

字数: 500 千字 印数: 1—1000

定价: 65.00 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

《辽河油田勘探开发研究院优秀论文集》

编 委 会

主 任：张方礼

副主任：马德胜 李晓光 张文坡 张吉昌 李铁军

张巨星 陈振岩 曹正林

成 员：赵启双 宁日亮 白国斌 刘其成 林洪利

蔡国刚 单俊峰 雷安贵 武 毅 张 鹰

孔令福 郭 平 张 英 周发平 李维民

刘志慧 王桂珍 王 威 方 贇 常汉章

前 言

2005年,是我院认真学习贯彻党的十六届四中、五中全会精神,坚持以勘探开发部署、增储稳产为中心,深化企业经营管理,克服生产经营中诸多困难和不利影响,全面和超额完成年度业绩考核指标的一年,也是我院科技工作者在辽河油田分公司、技术发展处和院的正确领导下,深化项目管理,推进技术进步,加强科技攻关,提高管理水平、工作效率、服务质量,有效地实现科研项目、科技攻关和科学管理,各项工作均取得良好成绩的一年。

在油气勘探方面,按照“老区扩边找边界、老区内部找新层、老区周边找新块、老区新带找发现”的总体思路,认真开展三维地震精细解释、“三老”资料复查,老区滚动勘探成果显著:全年部署滚动探井30口,实施15口,获工业油气流井12口,探明石油地质储量 $1069 \times 10^4 \text{t}$ 。按照“深化盆地、加快海上、突破外围、开辟新区、加强天然气勘探”的总体思路,不断创新地质认识,深化综合研究,科学部署,精细实施,新区预探也取得新的发现:全年处理二维地震4218km,三维地震2144km²,解释二维地震9200km,三维地震3200km²,完钻预探井39口,获工业油气流井21口。

在油气开发上,按照“老区恢复注水、细化注水、优化注水,新区探索注水、试验注水、实现注水”的工作思路,稀油注水开发成效明显,累积动用地质储量 $5925 \times 10^4 \text{t}$,增加可采储量 $541 \times 10^4 \text{t}$;共部署扩边和调整井126口(含水平井22口),在6个区块上新增可采储量 $209 \times 10^4 \text{t}$,为老区综合治理奠定了基础。稠油转换开发方式也取得重要进展:完成了65个井组的实施方案和81口新井的设计工作,为2006年全面实施做好了准备;杜84块超稠油SAGD试验方案在兴Ⅵ组和馆陶油层设计井组8个,其中馆陶油层3个井组于2005年2月陆续进入现场试验,试验累积注汽 $20.37 \times 10^4 \text{t}$,累积产油 $5.03 \times 10^4 \text{t}$,累积采注比0.99,累积油汽比0.25,试验已由初期的汽驱特征转变为目标重力泄油和汽驱共存的复合特征,正朝好的方向发展。

在产能建设上,一是按照“超前研究、整体部署、分批实施、跟踪分析、及时调整”的原则,跟踪实施2005年开发井517口,投产507口,新建产能 $120 \times 10^4 \text{t}$,累积产油 $91.7 \times 10^4 \text{t}$,钻井成功率99.8%,产能建设贡献率76.6%;超前部署2006年产能建设井位485口,新建产能 $106.3 \times 10^4 \text{t}$ 。二是加大了水平井部署实施的力度,提高了产能建设的整体效果,全年部署水平井72口,实施64口,平均单井初期日产油40.5t,目前日产油25.1t,是直井产量的3~5倍,新建产能 $22.4 \times 10^4 \text{t}$ 。

为了更好地总结经验,满足油田勘探开发的实际需要,在认真总结过去几十年勘探开发经验的基础上,重点对我院2005年的科研工作进行了总结,并从中优选出31篇优秀论文汇编成书。

本书是我院科技人员辛勤劳动、集体智慧的结晶,它忠实地记录了我院科技工作者对油田勘探开发工作的认识、探索与创新过程。内容涉及油田地质、油藏工程、采收率实验、油田管理等方面。本书在总结成功经验的同时,也指明了存在的问题及油田今后的勘探开发方向。希望该书的出版能为辽河油区今后的勘探开发工作提供有益的经验,也为国内外同行提供有益的借鉴和参考。

由于篇幅所限,时间紧,书中难免存在疏漏和不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

2006年10月

目 录

辽河油田“十五”勘探效果及“十一五”勘探方向分析	李晓光 单俊峰 高险峰 李五金 梁生朗 (1)
滩海东部重点区带评价及勘探目标优选	张凤莲 吴兴录 邹丙方 吴冬梅 崔玉哲 郑云生 王世亮 (9)
东部凹陷南部岩性油气藏类型、分布及勘探潜力	王学良 张坤 刘力 肖红平 时林春 解宝国 丁秀春 赵淑琴 宋玉军 王宇斯 (23)
辽河油田精细油藏描述技术与发展	张吉昌 宋兴文 许宁 李蔓 徐萍 (34)
大民屯凹陷隐蔽油气藏资料处理技术研究及应用	张淑梅 季占真 邹洪学 (45)
欧利坨子中北部沙三中段沉积规律研究	马全华 (51)
齐家—鸳鸯沟坡洼过渡带岩性油气藏分布特征研究	张菊香
回雪峰 朱红梅 窦欣 李春峰 张桌 常津焕 张戈 刘宝鸿 陈喜玲 杨景勇 李理	(56)
辽河盆地复杂油气藏滚动勘探研究	
闫守成 李军生 林海 张丽环 李明生 梁战松 毕建国 郭东 侯彦东 王金花	(65)
辽河油田勘探信息化建设及效果分析	
王刚 杨东 商维斌 廉法科 回岩 李微巍	(77)
兴隆台—双台子地区油气勘探实践	
金科 钱宝娟 刘敬 慕德良 张海栋 宁小平	(88)
元宝山凹陷“下洼找油气”勘探效果分析	
殷敬红 苍瑞波 咎国军 宫振超 裴家学 赵会民	(100)
HG 凹陷石油地质条件评价及目标优选	邹荷莉 李晓晨 (106)
大民屯凹陷西斜坡北段岩性地层油藏预测技术与应用	
赵立旻 张合金 刘敏 牟春 韩延军 潘克 刘飞	(118)
勘探综合研究数据及成果整合技术与应用	孙兆宽 (128)
西部凹陷北部地区油气成藏条件分析	
王光明 冉波 潘日芳 郭琳 李晨 于天才 汪百齐 谢明良 刘世会 赵驰	(137)
测井精细解释评价研究与应用	
胡英杰 刘曙光 孙娜 徐晓辉 陈舫 李焕宝	(147)
欧利坨子地区火山岩油藏评价技术研究	崔成军 宋洁 韩东 李红霞 (154)
老油田复杂地区地震资料处理技术研究	宋宏文 张文坡 郭平 (161)
辽河拗陷南部及滩海地区新近系馆陶组底界研究	
王仁厚 崔向东 石敦久 马宏斌 袁清秋	(172)
低信噪比资料处理方法研究	高树生 郭平 刘文霞 王正国 吴雅丽 卢明德 (179)
曙一区超稠油油藏优化部署研究	
赵庆辉 杨彦东 马凤 于兰兄 张丽萍 张宝龙	(187)

特殊岩性油藏注水方式优化研究	司勇 范世通 陈忠 (196)
稠油边际储量开发技术研究	荐鹏 王中元 李平 孟巍 杨阳 (206)
注水、热采开发油藏开发规律及开发效果评价体系研究	周琳 许卫华 张顺利 刘秀婷 叶锋 (212)
沈阳油田高凝油油藏开发形势与“十一五”稳产对策研究	徐明旺 许宁 徐萍 张华昌 (225)
精细油藏研究实现冷 43 块 S_3^2 油藏合理高效开发	周捷 姜来泽 王中元 刘晨丽 张新元 (237)
包 14 块低渗油藏注水开发研究与实践	王奎斌 段永旭 赵淑俊 李敏 王玉娟 (245)
辽河油区 2006 年原油开发部署研究	于军 汤志 陈超 朱丽萍 曾宪红 姜广义 (253)
污水回用湿蒸汽发生器水质技术指标研究	张英 齐先有 张艳芳 (261)
不同岩性双重介质油藏渗流特征及指标对比综合研究	王西江 王恩辉 孙立伟 王辉 张卫东 (269)
辽河油田测井海量数据银行系统建设	任雪 (282)

辽河油田“十五”勘探效果及“十一五” 勘探方向分析

李晓光 单俊峰 高险峰 李五金 梁生朗

摘要 辽河油田“十五”期间勘探成效显著,取得了4项重大成果、形成4项配套技术、突破四大勘探领域、获得4点重要认识。在分探区、凹陷勘探工作量、储量统计分析的基础上,采用多种方法对辽河油田资源潜力和储量增长趋势进行了预测,认为辽河油田剩余待探明储量还有 $(11.6\sim 14.4)\times 10^8\text{t}$,勘探潜力较大。“十一五”期间平均每年可新增探明石油地质储量 $5000\times 10^4\text{t}$ 。从资源潜力、认识潜力、技术潜力及领域潜力等方面对辽河油田“十一五”的勘探方向和重点区带进行了科学分析、评价和优选,指出下步勘探应加强潜山、火成岩及岩性油气藏的勘探,并把勘探重点放在西部凹陷西斜坡带、兴一双构造带、大民屯凹陷西部陡坡带、滩海太阳岛构造带等7个区带上。

1 引言

辽河油田分公司目前拥有探矿权区块31个,面积 165946km^2 。辽宁西部及中国南海诸盆地等为新近登记区,目前正在开展综合地质前期研究工作,本课题重点对已有实物勘探工作量投入和有储量发现的辽河坳陷和辽河外围盆地开展研究,因此本文所述辽河油田特指这两个地区。辽河油田勘探面积 90682km^2 ,有利面积 16476km^2 。登记矿权区块10个,面积 27110.5km^2 ,三次资源评价石油远景资源量为 $49.7\times 10^8\text{t}$,天然气远景资源量为 $4080\times 10^8\text{m}^3$ 。

截至2005年年底,辽河油田已完成各类探井2908口,进尺 $727.5\times 10^4\text{m}$,完成二维地震 97046km ,三维地震 13386km^2 ,已探明石油地质储量 $22.8\times 10^8\text{t}$,石油可采储量 $50879.1\times 10^4\text{t}$,探明天然气地质储量 $1954.5\times 10^8\text{m}^3$ (其中气层气 $716\times 10^8\text{m}^3$ 、溶解气 $1238.5\times 10^8\text{m}^3$),天然气可采储量 $1023.3\times 10^8\text{m}^3$ (其中气层气 $510.1\times 10^8\text{m}^3$ 、溶解气 $513.2\times 10^8\text{m}^3$),石油探明程度为46%,天然气探明程度为48%。

2 “十五”勘探效果

2.1 主要勘探成果

“十五”期间累积采集二维地震 2163km ,三维地震 3943km^2 ;完钻探井361口,进尺 $99.1\times 10^4\text{m}$,探明石油地质储量 $20451.9\times 10^4\text{t}$,可采储量 $4089.75\times 10^4\text{t}$;探明天然气地质储量 $25.9\times 10^8\text{m}^3$,可采储量 $15.05\times 10^8\text{m}^3$;累积新增控制石油地质储量 $27854\times 10^4\text{t}$ (升级后剩余

13664×10⁴t);累积新增预测石油地质储量 33342×10⁴t(升级后剩余 20713×10⁴t)。

随着中国石油天然气股份有限公司勘探开发管理体制的转变,辽河油田分公司进一步解放思想、转变观念、积极探索,在加强区带综合地质研究的基础上,突出地震采集质量,大力开展岩性油气藏勘探,积极推广应用近平衡、欠平衡钻井等勘探新技术,广泛开展5个关键技术环节的攻关,按照“深化盆地、加快海上、突破深层、准备外围、开辟新区”的勘探部署原则相继把勘探目标锁定在勘探程度相对较低的复杂断块、地层岩性、火成岩和潜山等目标上,通过开展精细解释、精心研究、分类评价,分层次、有重点地进行了勘探部署,在潜山、岩性、火成岩和复杂断块等勘探领域取得了以下勘探成果及认识。

2.1.1 深化辽河坳陷陆上潜山成藏条件研究,低潜山油气藏勘探获重大突破

2.1.1.1 大民屯凹陷低潜山勘探获得了重大突破

5年来,该区潜山油气勘探突破了以往油气只富集于3000m以上潜山中的认识,在3000m以下的低潜山勘探中获得了重要突破和发现。新增探明石油地质储量 3726×10⁴t,控制石油地质储量 2154×10⁴t,预测石油地质储量 3400×10⁴t,初步形成 1×10⁸t 级储量规模。

2.1.1.2 西部凹陷兴隆台潜山油气勘探获重大突破

马古1、马古3井的钻探成功,深化了兴隆台潜山的成藏认识。认为兴隆台潜山带具有整体含油的特征,-4200m为含油底界,圈闭面积 52.7km²,资源量达 1.8×10⁸t。兴古7井钻探成功,不但证实高潜山深部的含油气性,而且实现了由风化壳向潜山内幕的延伸勘探,开创了辽河潜山之下找潜山的先河。

2.1.2 积极开展岩性油气藏形成条件与分布规律研究,岩性油气藏勘探获得重大突破

2.1.2.1 大民屯凹陷西陡坡沙三、沙四段岩性油气藏勘探获重大突破

“十五”期间针对该区沙三、沙四段主要开展了岩性油气藏评价研究,以岩性油藏的勘探思路重新认识大民屯凹陷西部斜坡带沙三、沙四段油藏,改变了以往缺乏有效储层的认识,部署了沈257、沈262(兼顾潜山)、沈263、沈267、沈268、沈640、沈279等井并获得成功,预示着大民屯凹陷沙三、沙四段岩性勘探具有良好勘探前景。

该区累计上报探明石油地质储量 1084×10⁴t,控制石油地质储量 4064×10⁴t,预测石油地质储量 518×10⁴t,形成了 6000×10⁴t 级的储量规模。

2.1.2.2 西部凹陷西斜坡南段鸳鸯沟沙三段岩性油气藏勘探见到好苗头

“十五”期间,在该区部署实施了锦305、锦306、锦307、锦308、锦310、齐231、齐232、齐233等一批探井。其中锦310井试油获得高产工业性油气流,进一步落实了锦307井岩性体沙二段含油气情况,扩大了该区含油气范围,坚定了在该地区进行岩性勘探的信心,为下步该地区甩开勘探打下了良好的基础。

该区上报探明石油地质储量 344×10⁴t,预测石油地质储量 787×10⁴t,总储量规模达 1131×10⁴t。

2.1.2.3 西部凹陷清水洼陷北部兴东地区沙三段岩性油气藏勘探取得新突破

通过对该区构造、沉积、储层分布规律及油气成藏条件研究,认为该区是岩性油气藏发育的最有利地区。兴东1、冷181、冷182等井的钻探成功,扩大了该区的含油气面积,并发现了新的含油层系,开拓了新的勘探战场,展示了该区岩性油气藏勘探的良好前景。目前在兴东1—冷181井区已经完成预测含油面积 18.45km²,预测石油地质储量 2104×10⁴t。

2.1.2.4 东部凹陷新开一大湾斜坡带沙三段岩性油气藏勘探取得新进展

“十五”期间,该区累积上报探明石油地质储量 692×10⁴t。截至2005年12月底,铁17

块共钻开发井 11 口, 开井 11 口, 区块日产油 66t, 累积生产原油 9116t。

2.1.3 加强滩海勘探, 辽河滩海东部地区油气勘探获得重大突破

“十五”期间, 相继在太阳岛构造和葵花岛构造部署实施了太阳 9、太阳 6、太阳 10、葵花 18、葵花 19、葵花 16、葵东 1 等井, 均获得成功, 打破了滩海东部地区多年沉寂的勘探局面。尤其是 2005 年实施的葵东 1 井多层获百吨以上高产油气流, 使该区中浅层油气勘探获得重大突破。

这些井的钻探成功, 不仅在太一葵主体构造带初步探明石油地质储量 $350 \times 10^4 \text{t}$, 天然气地质储量 $66 \times 10^8 \text{m}^3$, 而且为滩海东部地区的勘探开辟了新的领域, 实现了勘探上由太一葵构造带向葵东构造带的过渡, 并为下步燕南潜山披覆构造带的评价和勘探提供了有利的依据。从目前研究成果看, 整个葵东构造带由南到北有利圈闭面积可达 33.8km^2 , 初步计算可预测石油圈闭资源量 $30000 \times 10^4 \text{t}$, 有望成为辽河油田现实的储量接替区。

2.1.4 加强辽河坳陷火成岩发育、分布及成藏条件研究, 火成岩油气藏勘探取得重大进展

2.1.4.1 东部凹陷中段火成岩油气勘探获重要进展

“十五”以来, 东部凹陷中段沙三段火成岩共探明石油地质储量 $2123 \times 10^4 \text{t}$, 形成了 $5000 \times 10^4 \text{t}$ 级储量规模。打破火成岩不利于成藏的传统认识, 实现了部署思路的转变, 黄沙坨油田小 22—23 块已建产能 $25 \times 10^4 \text{t}$, 开发取得了显著效果, 并且完善了具有辽河特色的火成岩勘探技术方法和工作流程。

2.1.4.2 西部凹陷牛心坨北部中生界火成岩油气藏勘探获重大突破

西部凹陷牛心坨地区坨 32 井、坨 33 井的钻探成功, 使该区中生界火成岩勘探取得重大突破。累积探明石油地质储量 $717 \times 10^4 \text{t}$, 控制石油地质储量 $757 \times 10^4 \text{t}$, 形成了 $1500 \times 10^4 \text{t}$ 的储量规模。

2.2 配套成果及认识

“十五”期间, 在取得上述成果的同时, 形成了“四项配套技术”, 突破了“四大勘探领域”, 获得了“四点重要认识”:

(1) 形成了四项配套技术。形成了观测系统优化、精细表层结构调查、激发因素综合设计、低噪声接收、实时定量质量监控、高精度测量及现场处理等三维地震精细勘探配套技术, 形成了岩性识别、岩相预测、储层测井评价、储层与裂缝预测、油气成藏模式分析、勘探配套工程等火山岩油气藏综合勘探配套技术, 形成了潜山岩性识别与预测、潜山顶面构造解释识别、潜山内幕构造解释、潜山储层裂缝预测、潜山勘探配套工程等潜山油气藏综合勘探配套技术, 形成了层序地层学分析、“三相”联合解释、多属性反演分频解释、油气检测、精细构造解释、低渗透储层改造等岩性油气藏综合勘探配套技术。

(2) 突破了四大勘探领域。突破了辽河潜山含油下限深度的限制, 建立了低潜山油气成藏理论; 突破了单一构造油藏勘探部署的限制, 建立了岩性油藏勘探部署研究的新思路; 突破了火山岩不利于油气成藏的传统认识, 建立并完善了火山岩油气成藏的新模式; 首次突破了海陆矿权登记界限的限制, 建立了辽河油田崭新的战略后备领域接替区。

(3) 获得了四点重要认识。解放思想、强化预探是勘探工作不断取得重大突破的关键, 反复认识、精细勘探是富油气凹陷增储上产的重要基础, 转变观念、调整思路是实现岩性油藏勘探重大突破的前提, 新理论、新技术、新方法——三新技术的应用与实践是复杂地区勘探实现突破的重要手段。

这些新技术形成和认识的获得,是辽河油田的重大财富,必将在“十一五”的油气勘探实践中发挥重要作用。

3 勘探潜力分析

经过近 40 年的勘探,辽河油田尽管已累积探明石油地质储量 $22.8 \times 10^8 \text{t}$ 、探明天然气地质储量 $1954.5 \times 10^8 \text{m}^3$,根据三次资源评价结果,辽河油田石油探明程度为 46%,天然气探明程度为 48%,已经达到了较高探明程度,但是从资源、认识、技术和领域多角度分析,仍具有较大的勘探潜力。

3.1 资源潜力分析

3.1.1 资源潜力预测

资源潜力预测方法较多,但每种方法都有其局限性,本次研究根据勘探程度的不同优选资源探明率法、油藏规模序列法、地质类比法和特尔菲综合法对辽河油田 2005 年底剩余资源进行了预测。

(1) 资源探明率法预测结果为辽河油田待探明储量还有 $11.6 \times 10^8 \text{t}$,其中辽河坳陷陆上待探明储量为 $6.4 \times 10^8 \text{t}$,辽河滩海待探明储量为 $3.1 \times 10^8 \text{t}$,辽河外围待探明储量为 $2.0 \times 10^8 \text{t}$ 。

(2) 油藏规模序列法预测结果显示,辽河坳陷陆上三大凹陷还可探明大于 $500 \times 10^4 \text{t}$ 储量规模的油藏 37 个,地质储量 $33692 \times 10^4 \text{t}$;可探明 $(100 \sim 500) \times 10^4 \text{t}$ 之间储量规模的油藏 102 个,地质储量 $25875 \times 10^4 \text{t}$;累积可探明储量 $59567 \times 10^4 \text{t}$ 。

(3) 地质类比法预测结果显示,辽河外围盆地待探明储量还有 $(2.1 \sim 3.6) \times 10^8 \text{t}$ 。

(4) 特尔菲综合法预测结果显示,待探明储量为 $14.4 \times 10^8 \text{t}$,其中辽河陆上为 $8.9 \times 10^8 \text{t}$,辽河滩海为 $2.9 \times 10^8 \text{t}$,辽河外围为 $2.6 \times 10^8 \text{t}$ 。

综合上述预测方法,辽河油田还有待探明储量为 $(11.6 \sim 14.4) \times 10^8 \text{t}$,其中辽河陆上为 $(6.4 \sim 8.9) \times 10^8 \text{t}$,辽河滩海为 $(2.9 \sim 3.1) \times 10^8 \text{t}$,辽河外围为 $(2.0 \sim 2.6) \times 10^8 \text{t}$,资源潜力较大。

3.1.2 探明储量增长趋势预测

本次研究选用统计趋势预测法、年均探明储量增长率法和生命周期轮回法对辽河油田“十一五”期间勘探可新增探明石油地质储量进行了预测。

(1) 统计趋势预测法预测结果显示,辽河坳陷陆上 2006—2010 年可探明储量为 $1.85 \times 10^8 \text{t}$,年平均探明 $3700 \times 10^4 \text{t}$ 。其中,西部凹陷每年平均可探明储量为 $2750 \times 10^4 \text{t}$,东部凹陷平均为 $350 \times 10^4 \text{t}$,大民屯凹陷每年平均 $600 \times 10^4 \text{t}$ 。

(2) 年均探明储量增长率法预测结果显示,“十一五”期间辽河油田新增探明储量为 $15170 \times 10^4 \text{t}$,年均探明储量为 $3034 \times 10^4 \text{t}$ 。

(3) 生命周期轮回法预测结果显示,“十一五”末期辽河油田的资源探明率为 53%,预测探明储量为 $18853 \times 10^4 \text{t}$,因此“十一五”期间年均探明储量为 $3770 \times 10^4 \text{t}$ 。

综合上述预测方法,辽河油田“十一五”期间勘探可新增探明石油地质储量 $(1.50 \sim 1.85) \times 10^8 \text{t}$,年均探明储量为 $(3000 \sim 3700) \times 10^4 \text{t}$ 。

3.1.3 现存储量、资源量状况分析

3.1.3.1 2005 年底剩余控制、预测储量升级可行性研究

(1) I 类剩余控制储量升级情况。截至 2005 年底, 辽河油田累积剩余控制储量 $22604 \times 10^4 \text{t}$, 面积 157.8km^2 。经过综合评价, 可升级的 I 类储量 $9214 \times 10^4 \text{t}$, 占总储量的 40.8%。

(2) I 类剩余预测储量升级情况。截至 2005 年底, 辽河油田累积剩余预测储量 $34391 \times 10^4 \text{t}$, 含油 235.8km^2 。经过综合评价, 可升级的 I 类储量 $12638 \times 10^4 \text{t}$, 占总储量的 36.7%。

3.1.3.2 已发现圈闭评价

辽河油区 2005 年底储备圈闭 125 个, 圈闭面积 792km^2 , 潜在石油资源量 $12.98 \times 10^8 \text{t}$, 天然气资源量 $160 \times 10^8 \text{m}^3$ 。其中 I 类储备圈闭 42 个, 石油潜在资源量为 $5.76 \times 10^8 \text{t}$, 天然气资源量为 $103 \times 10^8 \text{m}^3$; II 类储备圈闭 83 个, 潜在资源量为 $7.22 \times 10^4 \text{t}$, 天然气资源量为 $57 \times 10^8 \text{m}^3$ 。

综合评价显示, 125 个储备圈闭中 58 个近期可钻探, 圈闭面积 440.7km^2 , 资源量 $6.13 \times 10^8 \text{t}$ 。其中 I 类预探圈闭 40 个, 资源量 $5.0 \times 10^8 \text{t}$; II 类预探圈闭 18 个, 资源量 $1.13 \times 10^8 \text{t}$ 。

3.1.3.3 近期可动用储量分析

截至 2005 年底, 辽河油区已探明未动用含油面积 384.78km^2 , 石油地质储量 $48186.09 \times 10^4 \text{t}$, 占探明储量的 21.18%。这些未动用储量分布在 33 个油田, 其中辽河拗陷陆上未动用储量 $33849.62 \times 10^4 \text{t}$, 滩海地区未动用储量 $10156 \times 10^4 \text{t}$, 外围未动用储量 $4180.47 \times 10^4 \text{t}$ 。

按落实程度分: 未动用储量中较落实储量 $22236.4 \times 10^4 \text{t}$, 可采储量 $3578.82 \times 10^4 \text{t}$; 待落实储量 $16249.0 \times 10^4 \text{t}$, 可采储量 $2753.1 \times 10^4 \text{t}$; 待核销储量 $9700.69 \times 10^4 \text{t}$, 可采储量 $1600.3 \times 10^4 \text{t}$ 。

随着开发技术的进步, 较落实储量将被陆续动用, 可作为勘探新增探明储量上产的有利补充, 使辽河油田的产量在未来 5~10 年保持在较高水平。

总之, 辽河油区剩余资源潜力较大。通过勘探发现和已探明未动用储量的有效动用, “十一五”期间每年还可新增探明储量 $5000 \times 10^4 \text{t}$, 保证辽河油田的持续有效发展。

3.2 认识潜力分析

近年来, 尤其是“十五”以来, 辽河油田在区带综合地质研究的基础上, 加强了勘探程度相对较低的复杂断块、地层岩性、火成岩和潜山的勘探, 取得了一系列新认识:

(1) 潜山勘探打破传统认识, 使潜山油藏下限得到大幅度延伸。

(2) 岩性油气藏勘探的成功, 打破以往单一构造油藏部署思路, 扩展了勘探部署的新领域。

(3) 转变认识, 使火成岩成为深化勘探的重点目标。

(4) 复杂断块勘探的成功, 坚定了复杂断块油气藏深化勘探的信心。

经过多年的勘探实践, 辽河拗陷建立了较完善的复式油气藏理论, 油气分布规律的认识基本成熟, 有效指导了拗陷的油气勘探, 发现了可观的油气储量。但认识是没有止境的, 油气勘探的过程是认识、实践、再认识, 逐渐逼近客观实际的过程。辽河拗陷以断块破碎、含

油气系统复杂著称,石油地质特点和油气分布规律认识的不断深化,是油气新发现的先决条件。油气勘探的认识是不断变化、不断创新的,蕴涵着巨大潜力。

3.3 技术潜力分析

回顾辽河油田的勘探史,每一次技术进步,都会带来勘探的新发现。特别是在目前勘探目标日趋复杂的情况下,勘探对新技术的依赖更加紧密,技术的进步对扩大勘探领域起着越来越重要的作用。“十五”期间,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成果,初步形成了适合辽河地质特点的特色技术,有力地促进了勘探生产,如三维地震精细勘探、近(欠)平衡压力钻井、酸化—压裂油层改造等方面的科技进步在油气勘探中发挥了重要作用。

“十一五”辽河油田将在中国石油天然气集团公司科技创新战略的指导下,继续完善和引进适合辽河地质特点的特色勘探技术,不断促进辽河油田勘探的大发现,满足油气产量持续稳定的要求。

3.4 领域潜力分析

通过基本石油地质特征、资源潜力、勘探新成果新认识、技术进步等不同角度的勘探潜力综合评价,认为辽河坳陷尽管勘探程度较高,其基本石油地质条件优越,剩余资源潜力大,仍然是“十一五”勘探的主战场,也是主攻区带的首选地区,辽河外围可作为重要补充,南海探区是重要接替区。

辽河陆上的“三带”(大民屯凹陷荣胜堡洼陷带、西部凹陷台安一大洼断裂带和东部凹陷中段界西断裂构造带)、“三坡”(西部凹陷西部斜坡、东部凹陷西部斜坡、大民屯凹陷西部陡坡)、“两底”(大民屯凹陷基底潜山、西部凹陷基底潜山)、辽河滩海东部、辽河外围盆地的陆家堡凹陷、钱家店凹陷等目标区具有较大勘探潜力,是下步勘探的重点。

下步勘探在深化断块油气藏勘探的同时,应加强潜山、岩性和火山岩油气藏的勘探。潜山勘探有两类目标:一是横向上“潜山周边找潜山”,重点是西凹陷曙光潜山带、欢古—锦古潜山带、兴隆台潜山带及大民屯潜山的周边;二是纵向上“潜山下部找潜山”,重点是兴隆台高潜山和静安堡高潜山的下部。砂岩岩性油藏的勘探应在大力提高地震资料品质的基础上,以富油气凹陷理论为指导,重点围绕西部凹陷、大民屯凹陷的斜坡区、生油洼陷内和深大断裂下降盘开展工作。火山岩勘探的重点是东部凹陷中央构造带中南段和西部凹陷曙北地区。

4 “十一五”油气勘探方向分析及目标优选

4.1 油气勘探方向分析

辽河油田已完成各类探井 2908 口,采集二维地震 97046km、三维地震 13386km²,累积探明石油地质储量 22.75×10^8 t、天然气地质储量 1954×10^8 m³,待探石油远景资源量 26.9×10^8 t,天然气远景资源量 2125.5×10^8 m³,仍有较大的资源潜力,但各探区的勘探程度仍然存在较大差异。

4.1.1 辽河拗陷陆上

辽河拗陷陆上油气勘探起步最早,勘探程度较高。截至2005年底,完成各类探井2609口,平均探井密度为 $0.39\text{口}/\text{km}^2$;完成二维地震50845.3km,平均密度为 $7.6\text{km}/\text{km}^2$;累积探明石油地质储量 $20.75\times 10^8\text{t}$,探明天然气地质储量 $1849\times 10^8\text{m}^3$ 。按三次资源评价结果,石油探明率为46%,天然气探明率为48%,总体上处于勘探中后期,但三大凹陷中仍存在低勘探程度区域,区带内不同层系和不同深度的探明程度也存在较大差异,使深化勘探成为可能。

从平面上看,存在低勘探程度的区带。西部凹陷的欢曙下台阶、兴双构造带及曙北地区,东部凹陷的新开一大湾地区、界西断裂构造带、大民屯凹陷的西部斜坡带、荣胜堡洼陷带等勘探程度相对较低,综合分析认为,这些地区均有一定勘探潜力,而随着技术的进步有可能得以探明,是下一步勘探的重点地区和领域。

从纵向上看,各层系间的勘探程度差异较大,即使发现储量较多的区带也存在低探明程度的层系,如西部凹陷西斜坡、兴一双构造带都是深化勘探的重点。

从已探明储量的油藏类型分析看,岩性(包括火成岩)油气藏的勘探仍具有一定潜力。以往辽河油田主要以断块油气藏勘探为重点,近两年通过勘探思路的转变,砂砾岩油气藏的勘探已初见成效,有理由相信,经过进一步的勘探,辽河富油拗陷肯定会找到更大规模的岩性储量。

从辽河拗陷探井完钻井深和探明储量埋深分布情况看,完钻井深大于3500m的探井只占总井数的7%,绝大多数集中在3000m以上;探明储量主要分布在浅层,埋深大于3500m的储量只有 $839\times 10^4\text{t}$,只占总储量的0.4%,绝大多数集中在2000m以上(储量 $145224\times 10^4\text{t}$,占总储量的66%)。说明辽河油田3500m以下的深层(包括第三系和潜山)勘探程度还很低,为进一步勘探的重点。

4.1.2 辽河滩海

截至2005年底,辽河滩海完成各类探井82口,平均探井密度为 $0.02\text{口}/\text{km}^2$;完成二维地震5007.7km,平均密度为 $1.43\text{km}/\text{km}^2$;三维地震1761.84km²,覆盖程度50%;已探明石油地质储量 $1.2679\times 10^8\text{t}$,探明天然气地质储量 $94.3\times 10^8\text{m}^3$,根据三次资源评价结果,石油探明率为20%,天然气探明率为11.8%,剩余石油远景资源量 $5\times 10^8\text{t}$,剩余天然气远景资源量 $706\times 10^8\text{m}^3$,总体上处于勘探早期阶段,勘探潜力较大。

近两年综合研究和钻探实践表明,滩海东部资源丰富,勘探潜力较大,尤其太一葵断裂背斜构造带和葵东构造带,成藏条件优越,具有形成规模储量的地质条件,是辽河油田油气生产比较现实的后备接替区,如果有足够的勘探投入,相信会有规模储量发现,可部分弥补辽河油田的产量下滑。

4.1.3 辽河外围

辽河外围盆地总勘探面积74776km²,共完成二维地震41192.7km,平均测网密度为 $0.55\text{km}/\text{km}^2$,三维地震覆盖程度为2%;平均探井密度为 $0.003\text{口}/\text{km}^2$,已探明石油地质储量 $7280\times 10^8\text{t}$,根据三次资源评价结果,石油探明率为9%,天然气探明率为8%,剩余石油远景资源量 $7.2\times 10^8\text{t}$,剩余天然气远景资源量 $120\times 10^8\text{m}^3$,总体上处于勘探早期阶段,勘探潜力较大。

根据现有资料的研究成果,在外围盆地目前认为有勘探价值的几个主要凹陷(陆家堡、钱加店、龙湾筒、张强、元宝山)中,陆家堡是勘探程度最高的凹陷,目前探明石油地质储

量 $6589 \times 10^4 \text{t}$, 根据三次资源评价结果, 石油远景资源量 $2.5 \times 10^8 \text{t}$, 资源探明率仅为 26%, 其他凹陷勘探程度更低。经过近几年的资料储备、综合研究和评价优选, 在陆家堡、钱加店、元宝山凹陷优选和储备了一些有利圈闭, 已经具备了“突破外围”的勘探基础。

4.2 重点勘探目标选择

重点勘探目标是指近 5 年内有新突破或发现, 承担主要储量任务的区带。其优选原则是: (1) 石油地质条件优越; (2) 勘探程度相对较低; (3) 剩余资源潜力大; (4) 潜在勘探领域或方向明确; (5) 已发现一些有利勘探目标; (6) 在目前的技术、经济条件下资源可有效升级。

根据辽河油田勘探对象的自身特点, 按区带规模、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区带优选参数, 运用中国石油天然气股份有限公司通用的 OE 软件进行了综合评价、排序, 优选出西部凹陷西斜坡带、兴一双构造带、大民屯凹陷西部陡坡带、滩海太一葵构造带 4 个 $5000 \times 10^4 \text{t}$ 级和东部凹陷中央构造带中南段、西部凹陷东部陡坡带、大民屯凹陷荣胜堡洼陷带 3 个 $3000 \times 10^4 \text{t}$ 级规模的 7 个区带作为“十一五”勘探部署重点。

5 结论与建议

(1) 辽河油田“十五”勘探成效显著, 在潜山、岩性、火成岩和复杂断块等勘探领域取得一系列成果。

(2) “十一五”勘探潜力较大, 勘探领域和方向比较明确。下步勘探应以西部凹陷西斜坡带、兴一双构造带、滩海太一葵构造带、大民屯凹陷西部陡坡带等 7 个区带为重点, 在深化断块油气藏勘探的同时, 应加强潜山、岩性和火山岩油气藏的勘探。

(3) 继续保持辽河陆上勘探的稳定投入, 确保储量和产量的稳定。

(4) 加强新技术的攻关和应用, 力争实现“四新”(凹陷、地区、层系、类型) 勘探领域的全面突破。

(5) 强化岩性、滩海等勘探领域的研究, 确保油气潜力转化为储量。

(6) 加快开展新区、新领域的研究, 保证资源战略接替, 确保辽河油田长期稳定发展。

参考文献

- [1] 王春鹏等. 辽河油田勘探开发实践. 北京: 石油工业出版社, 2002
- [2] 金尚柱等. 辽河浅海海滩石油勘探开发研究. 北京: 石油工业出版社, 1996
- [3] 张方礼, 张占文等. 辽河油田勘探开发研究院优秀论文集(2004 年). 北京: 石油工业出版社, 2005
- [4] 李丕龙, 庞雄奇. 隐蔽油气藏形成机理与勘探实践. 北京: 石油工业出版社, 2004
- [5] 郭秋麟, 米石云. 油气勘探目标评价与决策分析. 北京: 石油工业出版社, 2004
- [6] 葛泰生等. 中国石油地质志(卷三) 辽河油田. 北京: 石油工业出版社, 1993

滩海东部重点区带评价及勘探目标优选

张凤莲 吴兴录 邹丙方 吴冬梅 崔玉哲 郑云生 王世亮

摘要 针对滩海东部地区断裂发育、油气水关系复杂的特点,从区带分析入手,利用高分辨率层序地层分析、高分辨率储层预测、油气成因分析等技术对油气分布规律、控制因素进行研究,建立油气成藏模式,指明了勘探的方向。研究认为,区内构造形成于伸展走滑背景,具有负花状、地层超覆等多种构造样式,太一葵构造带存在明显应力转换带;物源主要来自东部凸起,勘探主体构造位于三角洲前缘相带,储集砂体发育;东营组可划分为8个长期旋回层序,与其相关的7个湖泛泥岩稳定分布,储盖组合有利;燕南断层为主要的油源断层,具有网状油气输导体系;油气具有三期成藏,分布主要受近东西向断层控制,自西向东含油气层位逐渐变新,整体具有环注呈带状分布的特点。太一葵构造带的中浅层、葵东构造带应是勘探的最有利目标,燕南构造带西斜坡、潜山是勘探的后续接替目标区。

1 引言

工区位于辽宁省大洼县荣兴屯南部的极浅海水域和滩涂地区。构造上隶属辽河滩海东部凹陷,东以燕东断层为界,西接盖洲滩洼陷,北邻辽河陆域探区荣兴屯构造,南至辽河滩海探区与中海油辽东湾探区矿权分界,包括太阳岛—葵花岛断裂背斜带、葵东断鼻构造带和燕南构造带3个二级构造单元,面积约300km²。

该区勘探开始于1989年,自下而上发现了沙一段、东营组三段、东营组二段、东营组一段和馆陶组5套含油层系,探明含油面积13.3km²,探明石油地质储量 1635×10^4 t,探明天然气面积2.8km²,探明天然气地质储量 7.87×10^8 m³。

研究表明,滩海东部地区油气资源量达 $(3.0 \sim 4.2) \times 10^8$ t,目前探明率不到5%,因此具有很大的勘探潜力。近年来,随着勘探技术的提高及认识上的转变,区内油气勘探获得了新的突破,燕南构造带馆陶组获得稠油层,太一葵构造带多口探井在中浅层获得高产工业油气流,展现出区内良好的勘探前景。但是两个方面的问题制约了区内的勘探进程,一方面燕南构造带的稠油油藏在目前条件下达不到工业区油气流标准,另一方面太一葵构造带断块多,开发有一定难度。为了寻找规模储量,尽快实现滩海勘探效益,开展区带综合评价,优选勘探目标显得至关重要。

2 基本地质格架

2.1 层序格架

2.1.1 地层层序

钻井揭露区内地层自下而上的发育顺序为:古生界、中生界,古近系沙河街组三段、沙

河街组一段、东营组三段、东营组二段、东营组一段、新近系馆陶组、明化镇组及第四系平原组。其中古生界和中生界是古近纪裂谷盆地基底岩系的组成部分；沙河街组和东营组形成于裂谷盆地的主要活动时期，厚度巨大，相变快；新近系馆陶组、明化镇组及第四系平原组形成于盆地演化的拗陷时期，地层厚度和岩相特点相对稳定。

从地层分布特点看，中生界和古生界目前仅在燕南构造带上的燕南 1、燕南 2、燕南 101 井钻遇，但根据钻井资料及区域航磁、重力、地震物探资料综合分析，前第三系中生界火山岩区内大范围分布，由北向南，无论是在重力异常图还是磁力异常图上都可以看到串珠状的高值反映，特别是在磁力异常上北部油 1 井附近高，而南部燕南 2 井低，表明北部中生界厚度要大于南部。古生界地层主要分布在燕南潜山带中南部。

古近系在区内分布变化较大，受基底形态和燕南断层活动控制明显。沙三期断层活动强烈，除燕南构造带北部外，其他地区都接受沉积，末期由于区域构造运动普遍抬升遭受剥蚀。沙二期地层缺失，沙一期燕南构造带由于沙三末期的不平衡抬升，南部抬高明显，没有接受沉积，而北部也仅在燕南 2 井附近有地层保留，分布局限；东营期为凹陷强烈扩张期，断层活动强烈，处于燕南断层下降盘的葵东、太一葵构造带正常接受沉积。燕南构造带仅在斜坡部位局部接受沉积，只是在东二末期随着整个湖盆面积达到最大，才整体沉入水下，逐渐接受沉积，但厚度较薄。而在东一末期，地层普遍遭受剥蚀，目前在燕南构造带没有发现该套地层存在。

新近纪辽河盆地由断陷转为拗陷，但滩海东部地区燕南断层依然活动，因此馆陶组地层向燕南潜山带北部表现为超覆和披覆的特点，明显南厚北薄。明化镇组地层沉积广泛。

2.1.2 高分辨率层序地层划分

根据关键界面的识别和基准面变化特征，将太一葵构造带东营组划分为 8 个长期基准面旋回，26 个中期基准面旋回，108 个短期基准面旋回（见表 1）。其中东三段由 2 个长期基准面波动周期、13 个中期基准面波动周期、55 个短期基准面波动周期构成；东二段由 4 个长期基准面波动周期、8 个中期基准面波动周期、34 个短期基准面波动周期构成；东一段由 2 个长期基准面波动周期、5 个中期基准面波动周期、19 个短期基准面波动周期构成。

表 1 太一葵构造带东营组基准面波动周期特征

传统地层 层序	距今地质 时间 /Ma	地质时间 跨度 /Ma	长期基准面波动周期		中期基准面波动周期		短期基准面波动周期	
			次数	平均周期 时限/Ma	次数	平均周期 时限/Ma	次数	平均周期 时限/Ma
E ₃ d	24.6 36.0	11.4	8	1.43	26	0.44	108	0.11
E ₃ d ₁	24.6 30.8	6.2	2	3.1	5	1.24	19	0.33
E ₃ d ₂	33.5	2.7	4	0.68	8	0.34	34	0.08
E ₃ d ₃	36.0	2.5	2	1.25	13	0.19	55	0.05

由于多期次的不同性质、不同规模构造运动以及不同形式气候波动等因素的联合作用，造成本区东营组基准面波动具有多级性、多期性和耦合性。中、短期基准面变化具有早期周期短、频率高，晚期周期长、频率低的特点；长期基准面变化具有早晚期周期长、频率低，