

辽河油田勘探开发研究院优秀论文集

(2002 年)

主 编 祝永军
副主编 张方礼

辽河油田勘探开发研究院 优秀论文集

(2002 年)

主 编 祝永军

副主编 张方礼

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 2002 年度优秀论文 26 篇。内容涉及辽河盆地稠油、高凝油等油藏的综合地质研究、勘探目标评价、地震资料处理研究、可采储量标定方法、综合调整及产能建设、提高采收率研究等方面。作者都是长期从事油田勘探开发的技术骨干,具有丰富的现场实践经验和理论研究水平。

本书可供从事石油地质、油田开发的科研技术人员和石油院校有关师生参考。

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.2002 年/祝永军主编.

北京:石油工业出版社,2004.3

ISBN 7-5021-4591-5

I. 辽…

II. 祝…

III. ①油气勘探-辽宁省-文集

②油田开发-辽宁省-文集

IV. ①P618.13-52 ②TE34-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 015707 号

辽河油田勘探开发研究院优秀论文集(2002 年)

祝永军 主编

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

总 机:(010)64262233 发行部:(010)64210392

经 销:全国新华书店

印 刷:北京华正印刷厂印刷

2004 年 3 月第 1 版 2004 年 3 月第 1 次印刷

787 毫米×1092 毫米 开本:1/16 印张:22

字数:570 千字

书号:ISBN 7-5021-4591-5/TE·3214

定价:60.00 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：祝永军

副主任：张方礼 张占文 孙红军 谷云飞

马德胜 张文波

成 员：李晓光 肖乾华 张巨星 张建民 白国斌

孙月萍 刘其成 宁日亮 周发平 李维民

李军生 王 威 常汉章

前 言

辽河油区大规模的勘探开发工作已 30 多年了。30 多年来,勘探开发研究院的广大科技人员,始终坚持走科研与生产紧密结合的道路,发扬我院“锲而不舍、刻苦攻关、艰苦奋斗、无私奉献”的传统作风,不断扩大勘探开发领域,不断攻克生产实践中遇到的重重难关,取得了丰硕的科研成果,为辽河油田持续稳定发展做出了重要的贡献。

2002 年,是我院不平凡的一年。面对复杂的勘探开发对象,在油田分公司和院两级党委的正确领导下,以“三个代表”重要思想为指导,以勘探开发部署为核心,以研究质量和水平为保证,以创新管理为手段,积极推进科技进步,大打勘探开发进攻仗,取得了可喜的成果:全年探明石油地质储量 5858×10^4 t,探明可采储量 1159.4×10^4 t,新增预测储量 7697×10^4 t;探明天然气地质储量 10×10^8 m³,可采储量 5.67×10^8 m³;新部署探井 98 口、开发井 376 口;完成科研课题 169 项,并全部通过验收。

随着油田普遍进入中后期,开采难度越来越大,表现在:勘探领域越来越小,勘探对象更加复杂;油田发展对资源的需求更加迫切,勘探的压力越来越大;低速难采储量比重不断增加,对技术要求越来越高等。为满足油田勘探开发的实际需要,就要求我们不断总结过去的经验,为此,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 2002 年的科研工作进行了总结,并从中优选出 26 篇优秀论文汇编成本书。

本书是我院科技人员劳动心血集体智慧的结晶,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。希望本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。

编 者
2003 年 10 月

目 录

辽河油田油气勘探战略研究	
..... 谢文彦 张占文 肖乾华 徐晓光 高险峰 郭 东 李玉金 李云松(1)	
沈 229 元古界潜山有效储层空间分布特征研究	
..... 张方礼 张吉昌 邢玉忠 陈 忠(12)	
辽河盆地东部凹陷中段火山岩储层测井评价	
..... 孔令福 李铁军 张福功 胡英杰 王淑婷(20)	
大民屯凹陷西部低潜山储层特征及有利储层分布	
..... 魏 喜 宋柏荣 李学万 温国强 郭 军 耿会勇 崔向东(40)	
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 王 丹 顾国忠 尤桂彬 高庆胜 窦 欣(55)	
火成岩储层识别与预测技术研究——以辽河盆地东部凹陷为例	
..... 蔡国刚 徐丽英 张 坤 陈家敏 孟平平(75)	
辽河凹陷精细三维资料处理方法研究	
..... 程 盛 柳世光 宋宏文 白树理(92)	
欢西中生界油层成藏规律研究及有利目标评价	
..... 马宏斌 薛宗占 宝金萍 雷克辉 韩淑兰(101)	
东部凹陷西部斜坡带南段构造沉积特征	
..... 孙 卉 时林春 赵立昊 吴文柱 刘汉芝 张瑞斌(113)	
辽河探区油气资源评价	
..... 郑丽辉 易 庆(125)	
辽河油田储层物性检测评价	
..... 黄 毅 朱伟锋 张晓颖(138)	
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 张泽慧 梁淑贤 刘艳侠 李 晨 王光明 刘 敬(150)	
高精度成像技术研究及裂缝预测技术探索	
..... 吴雅丽 刘东奇 李 尊(164)	
界西断裂带油气分布规律及勘探方向	
..... 张 坤 马志宏 王智勇 仇劲涛 常津焕 韩宏伟(176)	
陆西凹陷包 14 块岩性油藏勘探实践	
..... 张 辉 董庆勇 周 超 张学武(189)	
冷家堡油田雷 64 区块石油控制储量研究	
..... 王立志(202)	
热采稠油多元化转换开采方式研究	
..... 张方礼 赵洪岩 胡士清 鲍君刚 杨光瑞 赵春梅 王 平 冯 玉(211)	

低渗低速油田注水改善开发效果的几点做法

..... 许 宁 宋兴文 王奎斌 徐 萍(226)

辽河油区不同类型油藏产量递减规律研究

..... 周 琳 许卫华 蒋有伟 张顺利 王海生 姜淑春(235)

兴隆台油田开发后期老区挖潜及滚动勘探研究

..... 马全华 程建平 崔成军 汤文芝 左 悦(251)

不断深化油藏认识实现复杂小断块油田高效开发

..... 胡 东 武 毅 廖成君 徐 萍 范世通 杨 雷(264)

厚层块状特—超稠油油藏水侵规律研究

..... 王中元 曹光胜 李 艳(278)

辽河油区已开发油田合理井网密度确定方法及调整建议

..... 杨 军 刘秀婷 杨 戟 杨纯东 敖克武(290)

普通稠油泡沫驱现场试验研究

..... 蔺玉秋 杨光璐 高益珩 杨 靖 白国宾(310)

黄沙坨、锦 612、冷西、沈 179 区块注水开发可行性评价室内实验研究

..... 王西江 孙立伟 张卫东 王 辉 李亚文 王恩辉(319)

IBM/OMEGA 地震资料处理系统优化及新技术开发应用

..... 李秀峰 赵玉会(335)

辽河油田油气勘探战略研究

谢文彦 张占文 肖乾华 徐晓光 高险峰 郭 东 李玉金 李云松

(辽河油田分公司勘探开发研究院, 辽宁 盘锦 124010)

摘要 在系统总结各探区石油地质规律、近年来所取得的重大勘探成果及勘探经验与教训的基础上,运用多种方法对各凹陷、区带和层系的资源潜力进行了预测。首次采用定量或半定量指标划分了辽河油田各凹陷的勘探阶段,得出辽河油田总体上处于勘探中期的结论。分析了中国东北部早白垩世主要断陷群的勘探形势,进一步明确了辽河外围盆地的勘探潜力。认为实施跨越式发展战略可有效地实现辽河油田的资源扩张和资源储备,制定了10年油气勘探战略部署方案,分析论证了实施风险,提出了相应的保障措施。

1 概况

辽河油田地跨辽宁省及内蒙古自治区东部的13个市(地)、35个县(旗),北起内蒙古自治区的阿鲁科尔沁旗,南至辽东湾,西起赤峰市,东至新宾县。地理坐标为北纬 $40^{\circ}24' \sim 44^{\circ}23'$,东经 $118^{\circ}20' \sim 126^{\circ}20'$,是继大庆油田、胜利油田之后的全国第三大油田。本区油气勘探始于1955年,1970年开始大规模勘探开发建设,1980年正式向国内外公开辽河油田建成,1986年原油年产量突破 1000×10^4 t,跃居全国第三位;1995年原油年产量达到 1552×10^4 t,创历史最高水平;目前原油年产量保持在 1400×10^4 t左右。按自然地理条件和勘探程度,辽河油田又可划分为三大探区,即辽河拗陷陆上、浅海—海滩地区及外围中生代盆地群,勘探总面积 84566 km^2 ,有效勘探面积 18626 km^2 ,登记矿权区块八个,面积 17573.05 km^2 。

2 勘探程度

截止到2000年底,辽河油田已累计完成二维地震 103493.04 km ,三维地震 9473.48 km^2 ,探井2608口,探明石油地质储量 21.1162×10^8 t,石油可采储量 4.72157×10^8 t;探明天然气地质储量 $1784.12 \times 10^8 \text{ m}^3$,其中气层气地质储量 $689.92 \times 10^8 \text{ m}^3$,溶解气地质储量 $1094.09 \times 10^8 \text{ m}^3$;探明凝析油地质储量 360.9×10^4 t(见表1)。

表1 辽河油田勘探工作量完成状况(2000年底)

地 区		凹陷 面积 /km ²	二维 地震 /km	密度/ (km/ km ²)	三维 地震/ km ²	覆盖 程度 /%	井数/ 口	密度/ (km ² /口)	探明石 油储量 /10 ⁸ t	现探 明率 /%	探明气 层气储 量/10 ⁸ m ³	探明溶 解气储 量/10 ⁸ m ³	探明凝 析油储 量/10 ⁸ t
辽河 陆上	西部凹陷	2560	29666.11	11.59	2489.8	97.3	1383	1.85	14.2637	67.9	386.87	593.76	322
	东部凹陷	3300	22591.39	6.85	3389.9	102.7	658	5.02	1.9481	27.8	237.21	241.97	13.9
	大民屯凹陷	800	7117.2	8.9	926.4	115.8	309	2.59	2.9854	49.8	49.58	172.4	
	小 计	6660	59474.7	8.93	6806.1	102	2350	2.83	19.1972	56.5	673.65	1008.81	335.9

续表

地 区	凹陷 面积 /km ²	二维 地震 /km	密度/ (km/ km ²)	三维 地震/ km ²	覆盖 程度 /%	井数/ 口	密度/ (km ² /口)	探明石 油储量 /10 ⁸ t	现探 明率 /%	探明气 层气储 量/10 ⁸ m ³	探明溶 解气储 量/10 ⁸ m ³	探明凝 析油储 量/10 ⁸ t
辽河滩海	3506	5007.69	1.43	1438.71	41	61	57.48	1.1975	16.0	16.27	76.07	25
辽河外围	8460	39010.65	4.61	1228.67	15	197	42.9	0.7215	17.1		9.86	
合计	18626	103493.04	5.6	9473.48	50.9	2608	7.1	21.1162	46.2	689.92	1094.09	360.9

2.1 勘探阶段划分标准

根据中国东部油区各油田具体的石油地质特征及勘探现状,建立了油气勘探阶段划分标准,采用探井密度、储量年增长曲线、发现率曲线和资源探明率等四项指标将勘探阶段划分为勘探早期,勘探中期和勘探晚期,其具体标准见表2。

表2 中国东部油田油气勘探阶段划分标准

指 标 \ 勘探阶段	勘探早期	勘探中期	勘探晚期
探井密度/(km ² /口)	> 100	5 ~ 100	< 5
年增长曲线	上升段	稳定增长段	递减段
发现率曲线	快速上升段	稳定增长段	停滞段
资源探明率 %	< 30	30 ~ 60	> 60

2.2 各探区勘探阶段划分

从勘探工作量完成情况统计(表1)、探明储量发现率曲线、年增长率曲线(图1、图2、图3、图4)可以看出:辽河油田有效勘探面积18626 km²,共完成二维地震103494.04 km,平均密度为5.6 km/km²;完成三维地震9473.48 km²,平均密度为50.9 %。共完成探井2608口,平均探井密度为7.1 km²/口;年发现率曲线和年增长率曲线均处于稳定增长段,石油资源探明率为46.2 %,天然气资源探明率为44.4 %。因此辽河油田总体上处于勘探中期阶段。其中:

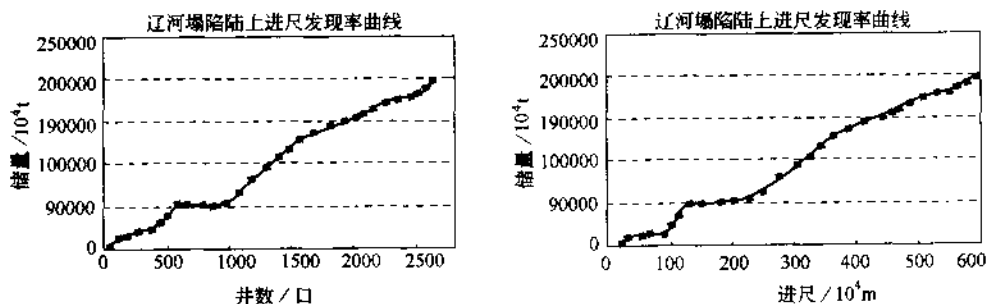


图1 辽河坳陷陆上探明储量发现率曲线

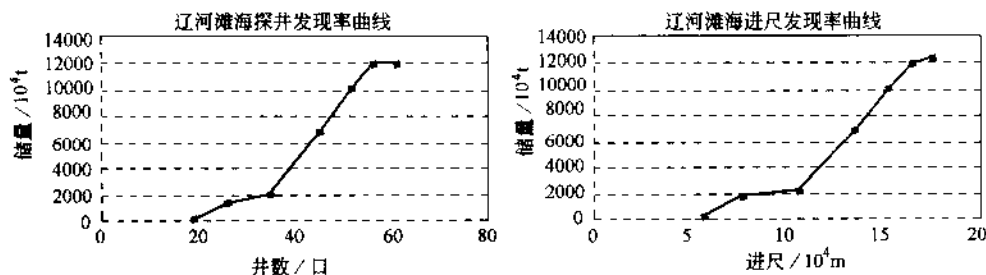


图2 辽河滩海探明储量发现率曲线

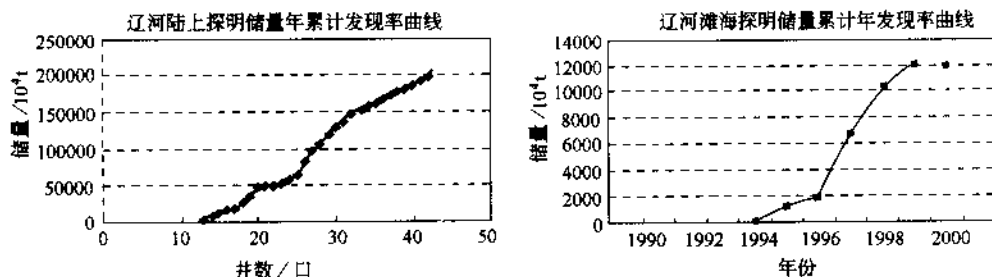


图3 辽河拗陷陆上、滩海探明储量年发现率曲线

辽河拗陷陆上有效勘探面积 6660 km², 共完成二维地震 59474.7 km, 三维地震 6806.1 km², 基本实现了满覆盖; 共完钻探井 2350 口, 平均探井密度为 2.83 km²/口; 年发现率曲线和年增长率曲线处于稳定增长段, 石油资源探明率为 56.5 %, 天然气资源探明率为 55.7 %。因此辽河陆上总体上仍处于勘探中期阶段, 局部(西部凹陷)达到勘探晚期。因此辽河拗陷陆上今后应以精细勘探, 深化勘探为主。

辽河滩海勘探面积 3506 km², 共完成二维地震 5007.69 km, 三维地震 1438.71 km², 覆盖程度为 41 %; 探井密度为 57.48 km²/口, 年增长曲线处于上升阶段, 年发现率曲线处于快速上升段, 石油资源探明率为 16 %, 天然气资源探明率为 10.26 %, 处于勘探早期阶段, 是辽河油田主要的勘探接替区。

辽河外围主要凹陷勘探面积 8460 km², 共完成二维地震 39010.65 km, 三维地震 1228.67 km², 覆盖程度为 15 %; 探井密度为 42.9 km²/口, 石油资源探明率为 17.1 %。天然气资源探明率为 10.27 %。从有勘探价值的几个主要凹陷看, 陆家堡凹陷已探明石油地质储量 6295 × 10⁴ t, 资源探明率为 22 %, 勘探程度相对较高, 但他们都处于勘探早期阶段, 应加强资源评价工作, 开展凹陷优选。

3 油气资源潜力

3.1 二次资源评价结果

根据 1994 年进行的全国第二次油气资源评价结果, 辽河油田石油总资源量为 45.73 × 10⁸ t, 天然气总资源量为 4014 × 10⁸ m³。其中:

辽河拗陷陆上总资源量为 34 × 10⁸ t, 天然气总资源量为 3018 × 10⁸ m³;

辽河滩海石油总资源量为 7.5×10^8 t, 天然气总资源量为 900×10^8 m³;
 辽河外围重点凹陷石油总资源量为 4.23×10^8 t, 天然气总资源量为 96×10^8 m³。

3.2 探明储量分布特征

3.2.1 分凹陷资源储量序列

截止到 2000 年底, 辽河油田累计探明石油地质储量 21.1162×10^8 t, 资源探明率为 46.2 %, 其中:

辽河坳陷陆上探明石油地质储量 19.1972×10^8 t, 占总探明储量的 90.9 %, 资源探明率为 56.5 % (其中西部凹陷探明石油地质储量 14.2637×10^8 t, 资源探明率为 67.9 %; 东部凹陷探明石油地质储量 1.9481×10^8 t, 资源探明率为 27.8 %; 大民屯凹陷探明石油地质储量 2.9854×10^8 t, 资源探明率为 49.8 %);

辽河滩海探明石油地质储量 1.1975×10^8 t, 占总探明储量的 5.7 %, 资源探明率为 16 %;

辽河外围主要凹陷探明石油地质储量 0.7215×10^8 t, 占总探明储量的 3.4 %, 资源探明率为 17.1 %。

3.2.2 重点区带资源储量序列

从目前重点区带资源储量序列分布(见表 3)看: 西部凹陷东部陡坡带、西部斜坡带和东部凹陷中央构造带北段勘探潜力较大, 其次为辽河滩海的太阳岛构造带, 这些地区的岩性、火山岩和深层等新领域是今后勘探的重点目标。

表 3 辽河油田重点区带资源储量序列(2000 年底)

区带	总资源量/ 10^8 t	已探明储量/ 10^8 t	现探明率/ %	终探明率/ %	待探明储量/ 10^8 t
西凹西斜坡带	13.74	10.0957	73.5	80	0.9
西凹东陡坡带	5.20	3.0466	58.6	80	1.11
兴一双构造带	2.06	1.1214	54.4	80	0.53
中央构造带北段	2.83	0.9433	33.3	65	0.9
中央构造带中段	2.1	0.6009	28.6	65	0.76
中央构造带南段	2.07	0.4039	19.5	65	0.94
笔架岭构造带	1.9	0.0544	2.9	50	0.9
海南构造带	2.8	0.9796	35	50	0.42
太阳岛构造带	2.8	0.1635	3.8	50	1.24
大民屯低潜山带	2.3	0.96	41.7	75	0.77
西部陡坡带	0.6	0	0	75	0.45
小计	38.4	18.3693			8.92

注: 总资源量以二次资源评价为准。

3.2.3 分层系资源储量序列

从目前已探明储量的层系分布(见表 4)看: 辽河坳陷陆上沙河街组探明储量最多, 达 155848×10^4 t, 占陆上储量的 81.29 %; 辽河滩海东营组探明储量最多, 达 11762×10^4 t, 占滩海储量的 98.22 %; 辽河外围储量均分布在中生界。因此辽河陆上在深化下第三系勘探的同时,

要加大浅层和潜山的勘探力度,辽河滩海要加强上第三系、下第三系沙河街组和潜山的勘探。

表 4 辽河油田探明储量层位分布(2000 年底)

地区	累计探明储量 /10 ⁸ t	层 位								油藏埋深(m)			
		Ng	Ed	Ea ₁₊₂	Es ₃	Es ₃₊₄	Mz	Pt	Ar	浅层 (< 2000 m)	中深层 (3200 m)	深层 (4000 m)	超深层 (> 4000 m)
陆上	191972	1970	14304	54859	72173	28816	454	9499	9897	135962	53304	2706	0
滩海	11975	0	11762	213	0	0	0	0	0	6771	5204	0	0
外围	7215	0	0	0	0	0	7215	0	0	7215	0	0	0
合计	211162	1970	26066	55072	72173	28816	7669	9499	9897	149948	58508	2706	0
百分比/%	100	1	12.3	26	34.1	13.6	3.6	4.5	4.7	71	27.7	1.3	0

3.2.4 分深度资源储量序列

从目前已探明储量的埋藏深度分布范围(表 4)看:辽河油田探明储量主要分布在小于 2000 m 的浅层占 71 %,在 2000 ~ 3200 m 的中深层探明储量占 27.7 %,在 3200 ~ 4000 m 的深层探明储量仅占 1.3 %,大于 4000 m 的超深层尚未有探明储量。因此辽河油田深层是今后重点的勘探领域。

3.3 待探明储量预测

3.3.1 资源探明率法

根据第二次油气资源评价结果,辽河油田石油总资源量为 45.73×10^8 t,天然气总资源量为 4014×10^8 m³。截止到 2000 年底,辽河油田累计探明石油地质储量 21.1162×10^8 t,资源探明率平均为 46.2 %。通过盆地和凹陷类比分析认为,世界上一些勘探成熟盆地的稳定发展时期资源探明率为 45 % ~ 65 %,勘探后期仍可以使资源探明率由 65 % 上升到 80 %。如果辽河坳陷陆上探明程度达到 65 % ~ 80 %,则剩余待探明储量为 6.65×10^8 t;辽河滩海探明程度达到 50 %,则剩余待探明储量为 2.55×10^8 t;辽河外围探明程度达到 45 %,则剩余待探明储量为 0.97×10^8 t,因此辽河油田待探明储量累计有 10×10^8 t,资源基础比较雄厚,尤其是辽河陆上仍是下步勘探的重点地区。预计辽河油田今后 10 年资源探明率平均可达到 57 %,即探明率增加 10 %,新增探明石油地质储量 5×10^8 t 是有资源基础的。

3.3.2 统计趋势预测法

统计趋势预测法主要应用于勘探程度比较高的地区,它是根据统计各种因素与油气储量之间的关系而建立的一种分析方法。鉴于辽河坳陷陆上和滩海具有相对较高的勘探程度,具备应用统计趋势预测法的条件,因此本次待探明储量预测采用年发现率法和进尺发现率法。

年发现率是应用某一探区储量的年发现量(dQ/dt)随时间(t)的变化有如下的关系式: $dQ/dt = e^{(a+bt)}$,其中 a, b 为一常数。通过目前辽河陆上累计探明储量与年度的变化关系拟合出一条关系曲线(图 4,图 5),通过拟合曲线和计划年度,就可以计算出辽河坳陷陆上和滩海分别至预测年 2010 年的累计可探明储量为 22.77×10^8 t 和 2.3×10^8 t,即 2001—2010 年辽河陆上可探明储量 3×10^8 t;辽河滩海可探明储量 1.1×10^8 t。

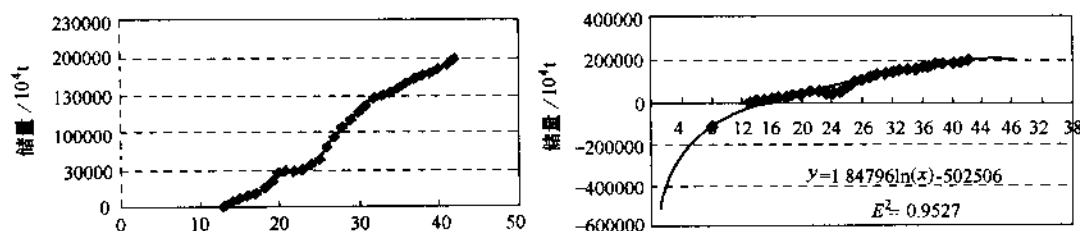


图4 辽河坳陷陆上探明储量年发现率预测曲线

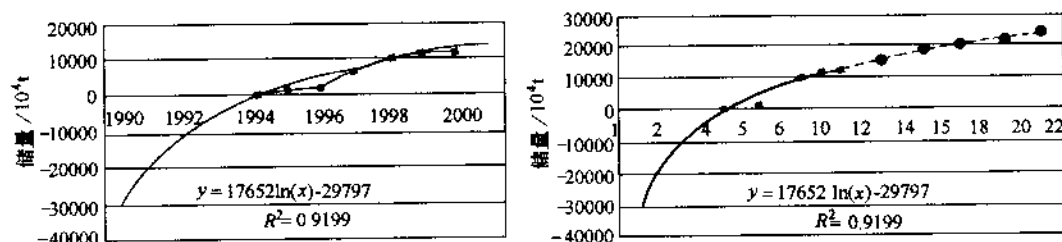


图5 辽河滩海探明储量年发现率预测曲线

进尺发现率是应用某一探区每米探井进尺的储量发现量(dQ/dh)与累计的探井进尺(h)有如下的关系式: $dQ/dh = e^{(a+bh)}$ 。通过该关系式就可以计算出辽河陆上和滩海至预测年2010年的累计待探明储量,即2001—2010年辽河陆上和滩海可探明储量约为 34000×10^4 t 和 8000×10^4 t。

3.3.3 油藏规模序列法

通过各凹陷的油田探明储量与油藏规模序列的对数数据的关系就可以拟合出一条关系曲线,通过这一曲线的计算,可以预测出西部凹陷、东部凹陷和大民屯凹陷今后探明的储量序列和探明储量数量。

西部凹陷今后可发现大于 500×10^4 t 的油藏 15 个,预测探明石油地质储量 16368×10^4 t; 100×10^4 t ~ 500×10^4 t 之间的油藏 46 个,预测探明石油地质储量 9970×10^4 t,

东部凹陷今后可发现大于 500×10^4 t 的油藏 22 个,预测探明石油地质储量 14787×10^4 t; 100×10^4 t ~ 500×10^4 t 之间的油藏 43 个,预测探明石油地质储量 16255×10^4 t,

大民屯凹陷今后可发现大于 500×10^4 t 的油藏三个,预测探明石油地质储量 3301×10^4 t; 100×10^4 t ~ 500×10^4 t 之间的油藏 8 个,预测探明石油地质储量 1854×10^4 t。

辽河坳陷陆上三大凹陷按油藏规模序列法预测,还可探明大于 500×10^4 t 储量规模的油藏 40 个,地质储量 34456×10^4 t;可探明 100×10^4 t ~ 500×10^4 t 之间储量规模的油藏 97 个,地质储量 28079×10^4 t;累计可探明储量 62535×10^4 t。

3.3.4 地质类比法

由于辽河外围勘探程度较低,探明储量较少,这次主要采用地质类比法。通过与海拉尔和二连盆地中生代凹陷的地质类比,发现辽河外围断陷群与它们具有相同的构造发育史和沉积发育史,都是早白垩世断陷群,储层多为辫状河三角洲及扇三角洲砂体。

通过系统对比可以看出:三大断陷群内凹陷的面积大小相近;暗色泥岩厚度以二连较厚,开鲁中等,海拉尔次之;地化指标以开鲁较好,海拉尔中等,二连略次;总生油量以开鲁较大,海拉尔中等,二连次之;资源量以开鲁最大,海拉尔中等,二连次之;储层孔隙度二连和开鲁都相近,惟渗透率二连较好,开鲁和海拉尔次之。所以,辽河外围断陷群具有较好的石油地质条件,勘探潜力较大。通过最新类比,辽河外围断陷群的六个主要凹陷石油总资源量为 5.0×10^8 t,最终可探明石油地质储量 2.5×10^8 t,待探明储量 1.8655×10^8 t。

综上所述,辽河油田油气勘探潜力较大,今后 10 年完成探明石油地质储量 5×10^8 t 是有资源基础的(表 5)。

表 5 辽河油田待探明储量预测结果对比

地区	资源探明率法/ 10^8 t	油藏规模序列法/ 10^8 t	年发现率法 (10 年)/ 10^8 t	进尺发现率法 (10 年)/ 10^8 t	地质类比法/ 10^8 t
辽河坳陷陆上	6.65	6.25	3	3.4	
辽河滩海	2.55		1.1	0.8	
辽河外围	0.97				1.87
小计	10.17	6.25	4.1	4.2	1.87

注:总资源量以二次资源评价为准。

4 总体战略及部署

4.1 总体战略

4.1.1 战略指导思想

以发展为主题,以调整为主线。以经济效益为中心,进一步解放思想、大胆探索,强化预探,重在发现。按照“深化盆地、加快滩海、突破外围、开辟新区”的勘探部署总体思路,立足辽河保稳定,扩张新区保接替。

4.1.2 战略模式选择

油气勘探战略是对油气勘探发展的根本性、全局性和关键性问题的谋划,目的是建造企业的竞争优势。根据辽河油田中长期规划和加快勘探发展的需求,分别制定了可持续发展战略、跨越式发展战略、天然气发展战略、对外合作发展战略和科技创新战略,并优选实施跨越式发展战略作为辽河今后 10 年勘探发展的战略。跨越发展战略包括三个层次:一是立足辽河陆上老区坚持勘探,充分挖掘油气资源潜力;二是突破新区勘探,加大勘探投资,争取在滩海、外围盆地、辽河坳陷的深层、火山岩、潜山、岩性油气藏等领域获得重大发现和突破;三是积极参与国内外油气勘探开发市场,积极参与国内陆上和近海地区新盆地和新区块的竞标,寻找新的油气储量增长点,以满足油田长远发展的需要。

4.1.3 战略目标

根据辽河油田总体形势和发展趋势研究分析,在未来十年内,力争新增探明石油地质储量 $4.5 \times 10^8 \sim 5.5 \times 10^8$ t,新增天然气地质储量 $85 \times 10^8 \sim 120 \times 10^8$ m³,实现辽河油田长期稳定的发展,分阶段实施二步战略目标。

“十五”期间立足辽河坳陷陆上、辽河滩海和辽河外围盆地,增储稳产,同时开展国内含油

气盆地调研,新增探明储量 $2.5 \times 10^8 \sim 3.0 \times 10^8$ t。

“十一五”期间,除继续加强已有探区的油气勘探工作外,在开展国内含油气盆地调研的基础上,优选 1~2 个含油气盆地,并力争有所发现,新增探明储量 $2.0 \times 10^8 \sim 2.5 \times 10^8$ t。

4.2 战略部署

4.2.1 战略部署原则

根据目前辽河油田的勘探程度和勘探成果,今后 10 年辽河油田勘探部署分战略展开、战略突破和战略准备三个层次实施:

一是围绕辽河陆上老区实施深化勘探,在三维地震资料精细解释的基础上,对老油田周边的新块、新层进行重新评价、认识,加强构造解释,扩边挖潜,寻找优质储量,优选出西部凹陷西斜坡带中南段、西部凹陷北段、东部凹陷沙三段砂岩和火山岩、大民屯凹陷低潜山带、静西陡坡带沙三、沙四段、辽河滩海海南构造带和辽河坳陷深、浅层天然气等七个区带为战略展开区。

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,寻求新的发现和突破,优选出兴隆台—双台子构造带沙三段和潜山、东部凹陷董家岗大湾斜坡带、辽河滩海葫东构造带、太阳岛构造带和辽河外围龙湾筒凹陷等五个区带(凹陷)为战略突破区。

三是积极开展前期地质综合研究,一方面对已取得矿权登记的辽河坳陷深层,辽河坳陷中、古生界和太古界潜山及辽河外围中生代凹陷等领域进行石油综合评价,开展区带优选和资源评价;同时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,通过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。优选出辽河坳陷深层、辽河坳陷潜山、钱家店凹陷、茫汉凹陷、辽西—冀北古生界、南黄海南部盆地和麻阳盆地等七个坳陷为战略准备区,为“十二五”、“十三五”的战略接替区。

4.2.2 战略部署方案

按照可持续发展战略和跨越式发展战略的要求,制定了三套辽河油田 10 年发展战略方案(见表 6)。同时,根据辽河油田目前的勘探形势和发展趋势分析,优选方案二作为辽河油田今后 10 年的勘探战略部署方案(见表 7)。

表 6 辽河油田 10 年勘探战略部署规划方案

勘探项目	方 案	油探明/ 10^4 t		气探明/ 10^8 m ³		二维地震		三维地震		探井			其他费用/ 10^4 元	总费用/ 10^4 元	储量成本/(美元/bbl)
		地质	可采	地质	可采	工作量/ 10^4 /km	投资/ 10^4 元	工作量/ 10^4 /km ²	投资/ 10^4 元	井数/口	进尺/ 10^4 m	投资/ 10^4 元			
辽河陆上	第 1 方案	32000	6375	55	35.00	0	0	2500	75337	554	173.82	678217	47100	800654	1.96
	第 2 方案	34000	6775	60.00	38.50	0	0	2965	90217	580	182.38	712115	60600	862931	1.99
	第 3 方案	35000	6975	70.00	44.80	0	0	2965	90217	595	186.95	740162	62600	892979	1.99
辽河滩海	第 1 方案	8000	1575	30.00	19.50	0	0	535	18218	38	12.00	118320	14000	150538	1.42
	第 2 方案	10000	1975	40.00	26.00	0	0	535	18218	50	15.75	158100	16000	192318	1.44
	第 3 方案	12000	2375	50.00	30.00	0	0	535	18218	60	19.45	195100	20000	233318	1.46

续表

勘探项目	方 案	油探明/ 10^4 t		气探明/ 10^8 m ³		二维地震		三维地震		探井			其他费用 / 10^4 元	总费用 / 10^4 元	储量成本/(美元/bbl)
		地质	可采	地质	可采	工作量 /km	投资 / 10^4 元	工作量 /km ²	投资 / 10^4 元	井数 /口	进尺 / 10^4 m	投资 / 10^4 元			
辽河外围	第 1 方案	5000	1000	0.00	0.00	3560	8880	700	22400	100	24.84	93982	3000	128262	2.09
	第 2 方案	6000	1200	0.00	0.00	4560	11930	700	22400	120	29.80	112830	3200	150360	2.04
	第 3 方案	8000	1600	0.00	0.00	5860	15895	1000	32000	152	37.84	143382	3500	194777	1.98
合计	第 1 方案	45000	8950	85	55	3560	8880	3735	115955	692	210.66	890519	64100	1079454	1.88
	第 2 方案	50000	9950	100	65	4560	11930	4200	130835	750	227.93	983045	79800	1205609	1.88
	第 3 方案	55000	10950	120	75	5860	15895	4500	140435	807	244.24	1078644	86100	1321074	1.87

表 7 辽河油田 2001 ~ 2010 年勘探战略部署推荐方案

勘探项目	石油探明 储量/ 10^4 t		天然气探明 储量/ 10^8 m ³		二维地震		三维地震		探井			其他费用 / 10^4 元	总费用 / 10^4 元	储量成本/(美元/bbl)
	地质	可采	地质	可采	工作量 /km	投资 / 10^4 元	工作量 /km ²	投资 / 10^4 元	井数 /口	进尺 / 10^4 m	投资 / 10^4 元			
陆上	34000	6775	60	39	0	0	2965	90217	580	182.38	712115	60600	862931	1.99
滩海	10000	1975	40	26	0	0	535	18218	50	15.75	158100	16000	192318	1.44
外围	6000	1200	0	0	4560	11930	700	22400	120	29.80	112830	3200	150360	2.04
合计	50000	9950	100	65	4560	11930	4200	130835	750	227.93	983045	79800	1205609	1.88

4.3 实施风险分析

4.3.1 地质风险

经过对辽河油田目前勘探现状的分析,存在以下三点地质风险:

- (1) 剩余资源虽然总量较大,但分布零散,丰度低;
- (2) 剩余控制、预测储量及潜在资源量落实程度低,升级难度大;
- (3) 地震资料品质差,配套勘探技术不完善。

4.3.2 技术风险

经过对辽河油田目前勘探现状的分析,存在以下五点技术风险:

- (1) 地震资料采集、处理、解释技术风险;
- (2) 储层预测和油气检测风险;
- (3) 断层封堵性研究风险;
- (4) 深层钻井技术风险;
- (5) 油层保护技术和储层改造技术风险。

4.4 保障措施

针对目前油气勘探存在的问题,为保证辽河油田 10 年油气勘探战略部署方案的顺利实

施,必须从组织、技术和政策等方面采取以下保障措施:

- (1)加强勘探的组织、领导和管理,确保各个环节畅通;
- (2)加强勘探基础工作质量,提高科技成果水平;
- (3)完善具有辽河油田勘探特色的综合勘探配套技术;
- (4)逐步完善深层地震资料采集、处理、解释一体化技术;
- (5)稠油、高凝油的勘探,国家要有一定的政策扶持;
- (6)加强人才培养,提高科技队伍素质;
- (7)建立完善各种激励机制,充分调动科技人员积极性;
- (8)积极扩大、参与国内外各方面的交流与合作。

5 结论

(1)首次采用定量或半定量指标划分了辽河油田各凹陷的勘探阶段,指出辽河油田总体上处于勘探中期。其中,辽河坳陷陆上处于勘探中期,辽河滩海和外围盆地均处于勘探早期。

(2)辽河油田剩余待探明储量还有 10×10^8 t,其中辽河坳陷陆上 6.65×10^8 t,辽河滩海 2.5×10^8 t,辽河外围 1×10^8 t。认为后 10 年辽河坳陷陆上可探明石油地质储量 $3 \times 10^8 \sim 3.5 \times 10^8$ t。

(3)首次打破油田的界限,整体分析了中国东北部早白垩世主要断陷群的勘探形势及基本石油地质特征。在地层统层的基础上,重新划分了构造单元,预测辽河外围盆地的六个主要凹陷石油总资源量为 5.0×10^8 t,待探明储量 1.8655×10^8 t,选出陆家堡、龙湾筒、钱家店、茫汉、张强和赤峰等六个凹陷为今后的战略突破口。

(4)提出了可持续发展战略、跨越式发展战略、天然气发展战略、对外合作发展战略和科技创新战略等五种战略模式。认为跨越式发展战略符合辽河油田的客观实际,可有效地实现资源扩张和资源储备。

(5)制定了三套辽河油田后 10 年油气勘探战略部署方案,其总体战略目标分别是:探明石油地质储量 4.5×10^8 t, 5×10^8 t 和 5.5×10^8 t,并优选方案二按照战略展开、战略突破和战略准备三个层次进行了科学论证、统一部署和经济评价。

(6)指出加强组织领导、依靠科技创新、完善配套技术、争取政策扶持、提高队伍素质、广泛交流合作是顺利实施跨越式发展战略的保障。

参考文献

- [1] 朱筱敏等.沉积岩石学.北京:石油工业出版社,2001
- [2] 张抗.油气田生命周期和战术战略接替.北京:地质出版社,2000
- [3] 查全衡.石油天然气资源经营管理基础.北京:石油工业出版社,1999
- [4] 王涛.中国油气发展战略.北京:石油工业出版社,2001
- [5] 傅诚德.21 世纪中国石油天然气资源战略文集.北京:石油工业出版社,2000
- [6] 高瑞琪等.石油勘探工程技术论文集.北京:石油工业出版社,2000
- [7] 王春鹏等.辽河油田油田开发实践.北京:石油工业出版社,2002
- [8] 刘俊荣等.辽河油田开发技术座谈会文集.北京:石油工业出版社,2002
- [9] 金尚柱等.辽河断陷复式油气田地质特征及勘探技术.北京:石油工业出版社,1996
- [10] 金尚柱等.辽东湾北部滩海油气地质.北京:地质出版社,2000