

辽河油田勘探开发研究院优秀论文集

(2001 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 2001 年度优秀论文 23 篇。内容涉及辽河盆地稠油及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. 2001 年/祝永军主编.
北京:石油工业出版社, 2003. 1

ISBN 7 - 5021 - 4157 - X

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. ① P618.13 - 53 ② TE 34 - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 002543 号

石油工业出版社出版
(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)
北京正阳久久科技有限公司排版
北京华正印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

*

787 × 1092 毫米 16 开本 19.25 印张 480 千字 印 1—1000

2003 年 1 月北京第 1 版 2003 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7 - 5021 - 4157 - X/TE·2936

定价: 50.00 元

《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 郭彦臣 孙红军

谷云飞 马德胜 张文坡

成 员：李晓光 肖乾华 张巨星 龚姚进

白国斌 赵启双 刘其成 宁日亮

周发平 李维民 李军生 王 威

前 言

辽河油田是一个断层异常发育、地质结构复杂、纵向发育多套油气储层,具有多种油气藏类型的大型油田,加之油品性质特殊,给油田勘探开发工作带来了巨大的困难。

30 多年的勘探开发实践表明,油田的稳定与发展离不开科学技术的进步,离不开广大石油科技工作者孜孜以求、科学至上的敬业精神。勘探开发研究院作为辽河油田科研生产的龙头,始终坚持“锲而不舍,刻苦攻关,艰苦奋斗,无私奉献”的工作作风,把油田增储上产作为首要任务,不断扩大勘探开发领域,形成了独具特色的适合复式油气藏勘探、开发的新技术,为油田长期稳定发展做出了突出的贡献。

随着油田勘探、开发程度的不断提高,其中暴露出的矛盾日益突出,生产形势愈发严峻,集中体现在资源接替等问题。在困难与希望并存、机遇与挑战同在的形势下,勘探开发研究院提出了科技兴油战略,对今后的勘探开发工作提出了更高的要求。

2001 年勘探工作取得重大成果。按照“深化盆地,优化海上,突破深层,准备外围”的工作思想进行整体部署,全年共部署探井 96 口,探井成功率达 74%。通过精细研究部署,东部凹陷中段、滩海地区、大民屯潜山、西部凹陷东部陡坡带北段、西部凹陷中南段的油气勘探工作取得了突破性进展。全年探明石油地质储量 $5801 \times 10^4 \text{t}$,其中可采储量为 $1109.9 \times 10^4 \text{t}$,新增控制储量 $4798 \times 10^4 \text{t}$ 。探明天然气地质储量 $10.3 \times 10^8 \text{m}^3$,其中可采储量为 $6.62 \times 10^8 \text{m}^3$,超额完成了全年勘探任务。开发工作中,以“超前研究,优化部署,跟踪分析,及时调整”为原则,以提高采收率和加强新区产能建设为中心进行优化部署,取得了满意效果。全年新区共实施开发井 672 口,钻井成功率达 100%。老区综合调整工作中共部署开发井 125 口,极大地缓解了开发井位紧张的矛盾。同时,通过强化基础研究和超前研究工作,力争从根本上解决制约油田发展的难题。

本论文集浓缩了辽河油田勘探开发研究院 2001 年度在油田勘探、开发上取得的优秀科技成果,忠实地记录了战斗在科研生产第一线的石油科技工作者依靠科技进步,对油田勘探开发理论及实践的认识、探索与创新过程。书中汇集了辽河油田勘探开发研究院 2001 年度的优秀科研成果 23 项,内容涉及辽河油区稠油油藏、高凝油油藏、稀油油藏的储层特征研究、勘探目标评价、综合勘探技术研究、综合调整及产能建设研究、提高采收率实验研究等方面。这些优秀的科研成果在丰富和发展复式油气藏勘探开发理论的同时,解决了油田实际生产中的很多难题,为辽河油田持续稳定发展做出了重要贡献。本书在总结科技成果并与国内外同行交流的同时,指明了辽河油田勘探开发方向,诚望各位专家对所揭示的辽河油区稠油油藏开发中的问题给予技术支持和帮助,以共同提高辽河油田的开发水平。

在文集的编纂过程中,得到了马玉龙、吴铁生、张学汝、路久华、蔡厥珩、金田汉等专家的悉心指导,院科技管理科蔡兴华、耿德艳、刘志慧,《特种油气藏》编辑部刘兆芝、姜岭、常汉章、徐云杰等同志在本书的编纂过程中做了大量工作,在此对他们的辛勤工作表示衷心的感谢!

由于篇幅所限,尚有许多优秀论文未能汇编在内。同时,由于时间较紧,编者水平有限,其中难免存在疏漏之处,敬请读者批评指正。

编 者
2002 年 11 月

目 录

综合勘探技术在黄于热—驾掌寺地区的应用

..... 刘高华 金 科 张瑞斌 么景臣 张 琼(1)

大民屯凹陷西部地区勘探目标评价

..... 闫守成 刘 敏 柳文鹤 陈富新 王 丹(8)

欧北一大湾地区沙河街组地震储层研究

..... 徐丽英 马志宏 张 戈 仇劲涛 运利华(23)

西部凹陷西斜坡欢曙地区勘探目标评价

..... 单俊峰 张菊香 张 卓 刘 力 冉 波(35)

青龙台地区深化勘探研究及效果

..... 陈家敏 李 军 丁秀春 刘 敬(44)

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 时林春 吴文柱(57)

辽河盆地深层综合地质研究及重点目标评价

..... 张凤莲 王学良 张亚丽 周旭红 黄淑芳 刘 敏 鞠俊成 孟平平(68)

大民屯凹陷基岩储层特征的实验研究

..... 魏 喜 宋柏荣 李学万(82)

有限差分法三维地震偏移的数值计算

..... 石殿祥 陈树凯(95)

西部凹陷提高信噪比处理方法研究

..... 张淑梅 邹洪学 白树理(105)

深层地震资料处理方法研究及应用

..... 张文坡 郭 平 柳世光(118)

海外河油田开发综合调整研究

..... 温 静 武 毅 王化敏 陈元春 司 勇 曹 慧 王义刚(129)

黄沙坨油田火山岩储层研究

..... 张吉昌 陈元春 张兴华 张新培(144)

东部凹陷欧 31 块低渗透油藏开发研究

..... 李鲁斌 武 毅 宋兴文 许 宁 谭 颖(152)

改善稠油油藏蒸汽吞吐后期开发效果技术研究

..... 胡尚柱 王中元 张 哲 杨春梅(165)

锦 45 断块综合调整研究

..... 胡士清 曹光胜 杨彦东 杨 靖 付景华(191)

齐 40 断块蒸汽驱决策技术研究

..... 邢景奎 赵洪岩 赵春梅 李艳玲 赵 伟 韩淑兰(203)

辽河油区注水开发油藏评价标准及潜力分析研究

..... 李洪海 许卫华 刘秀婷 杨 戟(219)

辽河油区已开发油田可采储量阶段标定

..... 肖 迅 郑宏英 郭秀文 林玉军 陈淑凤 仲 玲(235)

辽河油区“九五”期间原油产能建设总体分析与评价

.....	朱丽萍	于 军	陈 超	曾宪红	张秀丽	(248)
边台变质岩古潜山裂缝性储层测井综合评价						
.....	李铁军	孔令福	崔晓娟	甘晓霖	史际忠	(260)
“2+3”调驱提高稠油采收率技术研究						
.....	周雅萍	赵庆辉	刘其成	曲 波	马春红	(270)
氮气隔热井筒传热技术模拟研究						
					马春红	(286)

综合勘探技术在黄于热—驾掌寺地区的应用

刘高华 金科 张瑞斌 么景臣 张琼

(辽河油田分公司勘探开发研究院, 盘锦 124010)

摘要 随着勘探程度不断提高, 辽河油区寻找后备储量和保持增产稳产的难度不断加大, 针对这一问题, 结合现有的设备和技术手段, 探索老区挖潜的有效途径, 在黄于热—驾掌寺地区开展了综合滚动勘探技术研究。借助 Landmark 一体化软件, 通过相干体、可视化、地震属性分析等新技术新方法的应用, 结合高精度 Jason 反演, 进一步搞清了该区的构造面貌、沉积、储层特征及油气分布规律, 取得了明显的成效。

1 工区勘探简况

黄于热—驾掌寺地区位于东部凹陷南部, 工区面积 200km^2 , 是辽河盆地东部凹陷勘探最早的地区。本区 1955 年进行地震勘探工作, 1964 年 7 月首钻辽 1 井, 在下第三系中发现油气显示, 经过 30 多年的勘探, 至今, 已在黄于热、驾掌寺和小龙湾地区获探明石油地质储量 $3748 \times 10^4\text{t}$, 天然气储量 $74.9 \times 10^8\text{m}^3$, 达到了较高的勘探程度, 但通过各种资料综合分析认为, 本区油源条件良好, 仍具有较大的勘探潜力, 主要体现在以下几个方面:

(1) 本区完钻井大多以沙一段为主要目的层, 钻达沙三中下段的井相对较少, 而钻达沙三中下段的井大多都见到了工业油流或良好显示, 特别是黄 202 井的成功, 预示着本区深层具有良好的勘探前景。

(2) 本区储量主要分布在黄于热构造的主体部位, 黄于热构造的结合部位、边部和二界沟断层下降盘的勘探程度相对较低, 从黄 91、热 35 等井分析, 这些区域应是挖潜增效的有利地区。

(3) 本区火山岩分布广泛, 除热河台和界 13 井区的粗面岩得到规模开发和获工业油流外, 玄武岩和侵入岩也见到了良好的油气显示或油流, 因此, 火山岩勘探应是本区挖潜增效的第三个方向。

(4) 驾掌寺洼陷北部斜坡部位, 虽然多数井都见到了工业油流或气流, 也不缺乏像于 50、于 56 这样的高产井, 但规模开发的难度较大, 主要在于储层横向变化快、分布复杂, 因此搞清储层的分布特征应是挖潜增效的第四个方向。

总之, 本区油气资源丰富, 油藏类型多, 但因构造地质情况十分复杂, 虽经多年勘探, 仍有较大的勘探潜力, 其关键在于对断裂、构造认识的深化和储层预测技术的不断提高。

2 研究路线及技术手段

针对工区的勘探现状及构造研究和储层预测两个有待深化的主要问题, 结合现有的设备和技术手段, 制定了研究路线: 从现有资料出发、在加强基础研究的基础上, 采用相应的技术手段深化构造研究和储层预测工作。

2.1 基础研究

2.1.1 地层对比与层位标定

准确的地层对比与划分是一切研究工作的基础。由于工区的地层横向变化大,缺乏全区稳定分布的对比标志层,加上早第三纪晚期侵入岩的无序分布,使得单一利用完井资料很难搞清地层的横向变化和全工区的统层对比。针对这一问题,本次统层对比工作中,在充分利用单井的岩、电特征,古生物等地质资料基础上,以精细制作合成地震记录的标定为桥梁,有效地利用了反映地层横向变化的地震信息,即连井地震剖面,确保了地层对比划分的准确和可靠。达到地震和地质层位的统一,为地质分析和地震构造层位追踪解释工作奠定了坚实的基础。

2.1.2 沉积相研究

沉积相分析是综合评价和储层预测的前提和基础。通过岩心和测井等资料综合分析,沙三中后期为稳定沉降阶段,除在热 18、黄 9 和于 59 地区发育了三个冲积扇沉积体系外,其他广大地区均为泛滥平原沉积体系所覆盖;进入沙一时期,本区由陆上环境逐渐发育为浅湖至半深湖环境,发育有扇三角洲和湖相沉积体系,扇三角洲体系主要发育在西侧的热河台、于楼及黄金带地区,其次是在驾掌寺斜坡的东侧驾 6 至于 59 井区和小 9 井区。

2.2 构造研究方面

精细构造解释是解决地质问题的关键,特别是本区这样一个十分复杂的断块油田区展开滚动勘探,成败就在于能否正确认识和准确划分断层与断块。为了达到构造解释的准确、可靠,解释过程中针对断层与层位的追踪、解释和构造成图的关键环节采用了如下三种技术手段。

2.2.1 相干分析技术

相干体技术是一种针对地震资料不连续性的拾取手段。根据波形的相似性,将三维地震数据体转换成相关数据体。当地层连续时,地震资料相关性好,反之,相关性差。因此,在相干体切片或剖面上断层表现得更加明显、清晰,较常规资料更易拾取。但是,由于相干资料中包含了断层、地层和噪声等多种信息,使得混在其中的断层信息表现得不够清晰、明显,这也是以往所做相干分析效果不好、不能直接用于断裂解释的主要原因。鉴于此,对相干数据体进行了 FK 域扇形滤波处理,滤除与断层无关的连续信息,保留突出断层信息,取得了明显的效果,(图 1),从而明确了本区断裂系统的展布特征,确定了断裂系统的解释框架,为准确落实断块奠定了良好的基础。

2.2.2 可视化技术

可视化技术是一种全新的解释、分析技术,它通过调整不同的光照角度、亮度、色彩和透明度,从而突出了断层和待识别的目标体。全三维精细地震解释就是利用可视化的这一特点,对解释过程实施三维监测和手工与其自动解释功能相结合,实现切片、剖面和三维空间断层、层位解释的合理统一,提高解释精度和合理性。

2.2.3 空间变速成图技术

本区的构造起伏较大,仅用时深表在井间插值获取的层状速度模型(图 2a)与地震层位之间有明显的交叉现象(图 2b),如果用这样的速度模型进行时深转换,就会产生较大的误差,造成构造形态的变形、失真,引起对构造认识上的偏差。为获取正确的速度模型,提高时深转换的精度,采用输入的地震层位对所示的层状模型(图 2a)进行约束,让速度变化在纵向上与地震层位保持平行(图 2c),并根据地质分层和地层发育特征对其加以修正,获取最终的模型(图

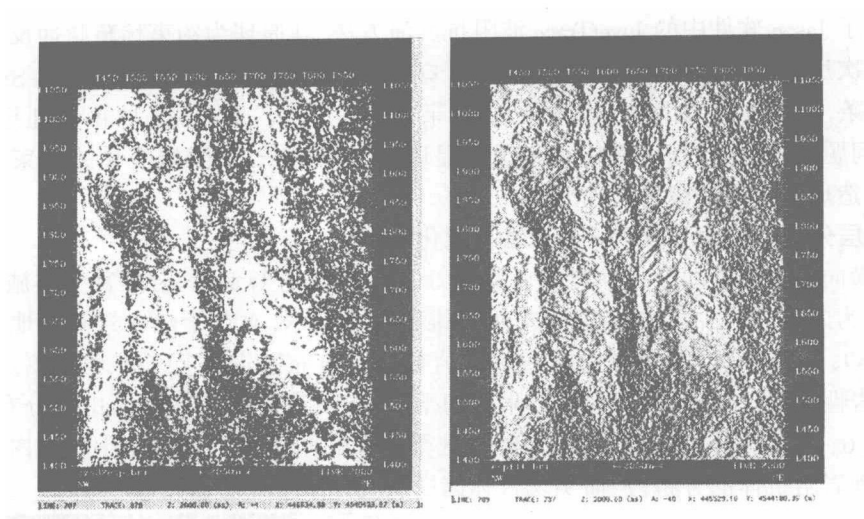


图 1 相干体切片

2000ms 的相干切片比较,左图未做滤波,右图进行了 FK 域扇形滤波

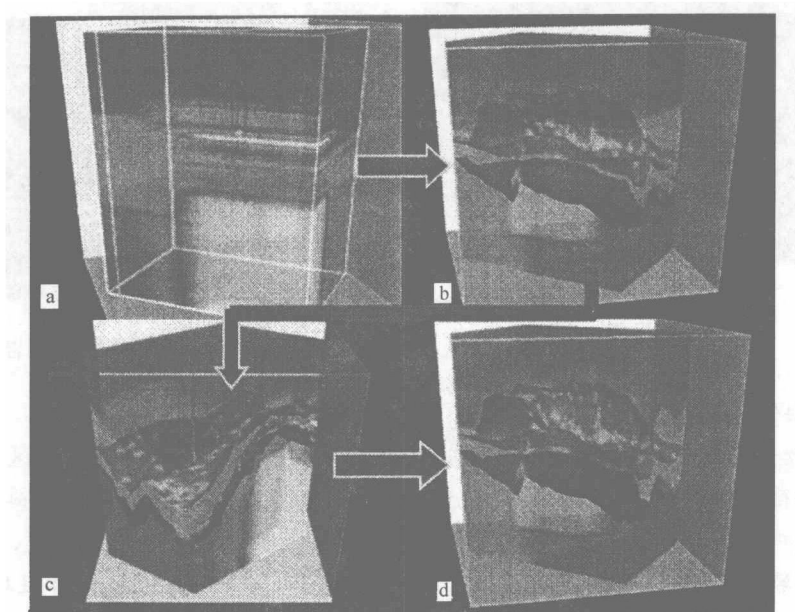


图 2 空间变速成图

2d)。显然,用图 2d 所示的模型进行时深转换较图 2a 所示模型的误差将大大降低,从而提高构造成图精度,使构造形态得到真实的反映。

2.3 储层预测方面

2.3.1 波阻抗反演技术——稀疏脉冲反演

波阻抗是地震储层横向追踪、解释并搞清储层空间分布特征以及储层物性预测研究的前提和基础。针对工区复杂的构造地质条件特别是逆断层发育的特点,一般反演软件很难处理,

为此,采用了 Jason 软件中的 InverTrace 波阻抗反演方法,其原理为约束稀疏脉冲反演。依据软大件特点,这次反演工作,搜集整理测井资料 55 口,应用地震解释层位三层(D, S1, S32 底界)、大小断层 53 条,很好地解决了决定阻抗反演效果好坏的三个关键问题,取得了理想处理效果。三个关键问题分别为:一是地震标定和子波提取合理准确;二是阻抗变化的约束条件选择合理;三是构造地质模型的建立合理准确。

2.3.2 储层分布范围预测技术——三维可视化技术

储层横向分布范围的准确预测是资源潜力评估、准确计算储量、合理部署实施开发方案的前提条件,为此,根据反演阻抗数据体应用三维可视化技术,对黄于热—驾掌寺地区沙一段火山岩和黄 89、于 56、于 50 及驾 6 井区目标砂岩储层的分布范围进行了准确预测。其原理是:根据不同岩性的阻抗差异,给出火山岩阻抗的下限、提出高阻部分即为火山岩分布;而碎屑岩根据反演阻抗差异,给出碎屑岩阻抗的下限、提出高阻部分即为碎屑岩分布;而碎屑岩预测,如驾 6、于 56 井区,先对目标储层阻抗进行追踪解释(图 3),尔后在小时窗内提出砂岩阻抗及连续砂岩阻抗体的分析,从而实现目标储层横向分布范围的预测(图 4)。

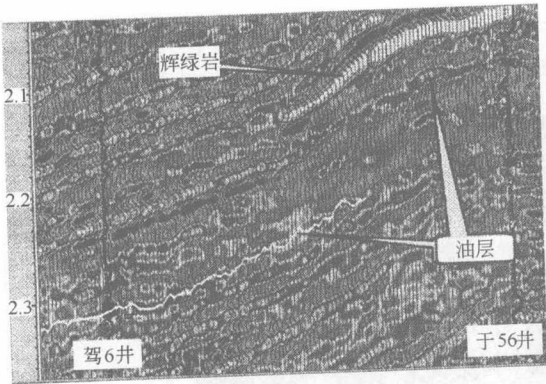


图3 驾6—于56井阻抗剖面

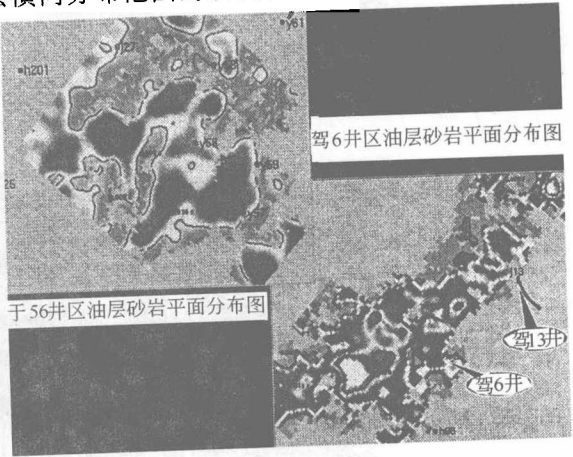


图4 于56、驾6井区油层砂岩平面分布

2.3.3 碎屑岩储层物性预测——测井资料的处理应用

孔隙度、渗透率是储层评价的重要参数,为弥补井点物性资料有限和实现区域目标储层物性横向变化规律的正确评价,在结合岩心分析资料的基础上,综合利用测井资料和反演阻抗资料对目标储层物性进行了预测。为保证选用资料的可靠和预测结果的可信度,应用 LandMark 测井资料处理软件包对选用井曲线进行了环境校正、归一化处理和测井解释处理(图 5),在此基础上按如下过程对砂体物性进行了预测(图 6):

- (1)根据井资料建立波阻抗与孔隙度、孔隙度与渗透率的交会关系。
- (2)依据反演阻抗数据体求取砂岩的平均砂岩阻抗。
- 三是利用波阻抗与孔隙度的交会关系预测砂岩的孔隙度。
- 四是利用孔隙度与渗透率的交会关系预测砂岩渗透率。

2.3.4 火山岩储层评价——地震属性分析技术

地震属性是地下岩层的岩性、物性、含油性的间接反映,通过对地震属性参数的分析,可定性评价储层的优劣。本次工作,针对黄 95 井区的侵入岩,筛选应用了瞬时频率、平均速度、平均振幅和 Q 因子四种与油气和储层物性有关的敏感地震属性参数(图 7),低频率、低速度、低平均振幅、低 Q 因子区域应是裂缝发育或油气富集的有利区域。从聚类结果分析(图 8),黄

95 井所处的红色区域是有利的油气富集区。

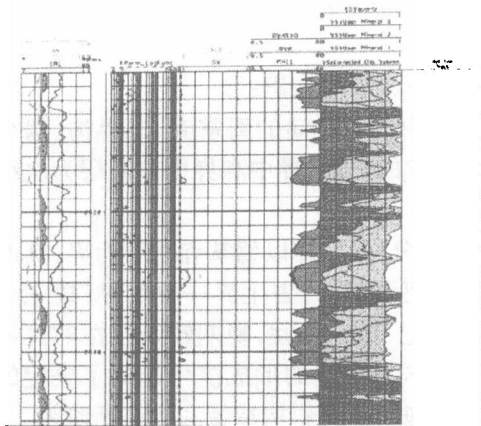


图 5 驾 26 测井解释成果

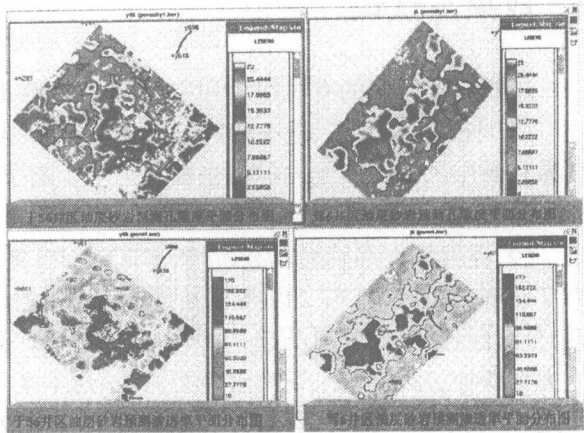


图 6 驾 6、于 56 井区孔隙度、渗透率平面分布

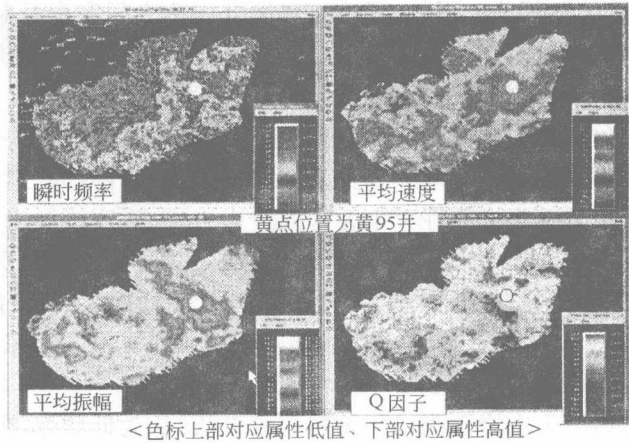


图 7 黄 95 块地震属性

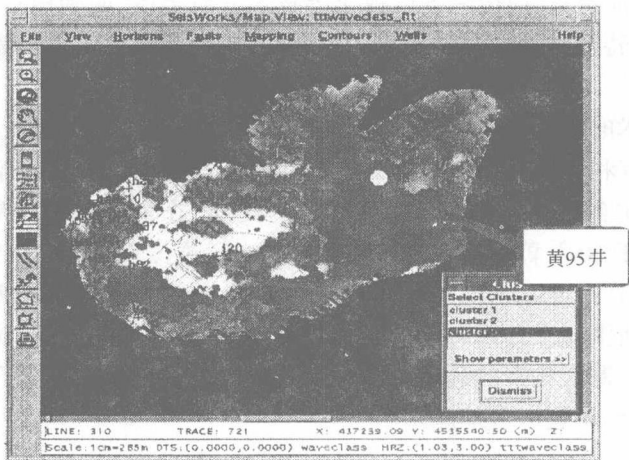


图 8 黄 95 块地震属性据类分析

3 成果与认识

通过多项技术的有机组合和应用,本次工作取得了如下成果与认识:

(1)本区存在北东、近东西和北西向三组断裂系统,其中北东走向的驾掌寺、二界沟、驾东和界东断层和近东西走向的滕鳌断层为主要断层,北东走向的热欧、界中和界中东断层为次级断层。

(2)受驾掌寺和滕鳌断裂所控,本区前第三系基底呈三分格局,即以驾掌寺断裂为界,其西为辽西群分布区,其东又以滕鳌断裂为分界,之北是太子河拗陷,为古生界—中生界(缺三叠系)分布区;之南为营口凸起,属鞍山群分布区。受早第三纪,早期张性,晚期转为扭性的区域应力场所控,形成了上、下两套断裂系统,对本区下第三系区域构造的形成演化起到了决定的作用,形成了黄于热背斜构造带、驾掌寺斜坡构造带、三界泡披覆背斜构造带和驾东断阶带。

(3)构造间的关系更加明确,如黄、于、热三构造之间的关系。宏观上,热河台、于楼两构造为同一背斜构造,背斜核心在热河台构造上,因一条反向正断层的分割,形成各自独立的高点,于楼构造为该背斜南翼的一部分。因此,于楼和热河台构造之间完全是断层接触关系。黄金带构造是独立完整的背斜构造,它与于楼构造之间主要是鞍部相接,其次是断层分隔。黄、于、热三构造受早、晚两期诸多派生断层的切割又形成了众多断块圈闭。

(4)通过沉积相的分析和岩性对比,驾掌寺斜坡带于 50—56 井区沙一段获得油气稳产高产砂砾岩储层,来自东部的扇三角洲水下分支河道,而非来自西部的扇三角洲前缘席状砂,其证据有四点:①岩屑成分富含中酸性火山岩和混合岩岩块,说明物源来自东部;②这套富含油气的储层,含砾量很高,实为砂砾岩,而非席状砂类型;③根据对该井区单砂体对比、分析,每个砂体分支流河道的展布特征异常清晰,说明也来自于东部物源;④发育这些分支流河道砂砾岩的扇三角洲的根部,在小 8、小 15 井一带。这一认识证实了沙一段东侧物源的存在,拓展了驾掌寺断裂东侧斜坡带的勘探领域。

(5)从地震角度探讨了火山岩预测及评价的有效方法,认为低频率、低速度、低平均振幅、低 Q 因子区域应是裂缝发育或油气富集的有利区域。并通过多属性聚类方法确定其有利区域范围,为下一步井位部署提供有利的依据。对火山岩勘探的深入具有重要意义。

(6)综合测井、反演资料、应用三维可视化等技术分析手段,明确地预测出了于 56 等井区目标储层的空间展布特征和物性变化特征,为井位部署和调整提供了可靠的依据。对岩性油气藏研究有借鉴意义。

(7)通过多项技术的综合应用,深化了黄于热—驾掌寺地区石油地质特征的认识,发现落实了 17 个可供钻探有利目标,累计圈闭面积 30.8km^2 。其中,火山岩储层油藏位于界 13、黄 95 井区;碎屑岩储层油藏有构造油藏和岩性油气藏两类:构造油藏位于二界沟断层下降盘的黄 91 到热 40 井一带和于 60 及黄 15 井区的深层;岩性油气藏位于黄 89、于 56 井和驾 6 等井区。经过进一步落实分别在黄 95、界 13 井区部署探井三口,在于 60 井区部署滚动井一口。

总之,本次在分析消化工区现有资料的基础上,针对主要地质问题,确定了合理的研究路线和技术配备,深化了断裂构造的认识;提高了储层预测的准确性,使黄于热—驾掌寺地区的滚动勘探研究工作得到了进一步地深入。

4 结束语

本次研究工作从工区勘探开发现状入手,分析其勘探潜力和制约勘探挖潜的主要矛盾,制定了合理的研究路线和技术配备方案,从而保障了研究工作的质量和研究水平。深化了断裂、构造特征、地层沉积特征和油气分布规律的认识,发现落实了多个可供钻探的有利目标。不仅圆满地完成了研究任务,而且为深化老区滚动勘探研究工作探索了有效的研究技术,积累了宝贵的工作经验。

大民屯凹陷西部地区勘探目标评价

闫守成 刘 敏 柳文鹤 陈富新 王 丹

(辽河油田分公司勘探开发研究院, 辽宁 盘锦 124010)

摘要 “大民屯凹陷西部地区勘探目标评价”为科研生产一体化研究项目,研究区地质条件复杂,勘探难度较大。针对目前勘探现状,近两年来采用多学科综合研究技术,从构造分析研究入手,在深入分析区内构造特征及演化史、储层分布特征及油气分布规律的基础上,深化了对油气成藏规律的认识,并以此指导分层选择目标进行勘探评价。研究过程中紧密与生产实际相结合,优选圈闭部署探井 15 口,扩大了大民屯凹陷的勘探领域,指明了今后勘探重点目标区。

1 前言

研究工区位于大民屯凹陷西侧,南起前 13 井,北至沈 208 井,东起沈 72—沈 176 井一线,西到边界断层,面积约 300km^2 ,包括前进断裂构造带、西部陡坡带和安福屯潜山带三个构造单元。

大民屯凹陷于 1971 年沈 1 井钻探见油气显示,沈 5 井于同年 11 月首次获工业油气流,随着岗 1、前 5 等井陆续获工业油流,揭开了大民屯凹陷勘探开发的序幕;1983 年静 3 井在元古界灰质白云岩中途测试自喷原油 120t/d ,日产天然气 3568m^3 ,发现了静安堡、东胜堡高凝油潜山油藏;20 世纪 90 年代,随着三维地震勘探、人机交互工作站、地震储层预测技术及油气检测技术的应用,地震构造解释的精度大大提高,在静安堡西侧沈 616 井区元古界获高产油流,在前进构造带的南北两段相继部署了前 12、前 13、前 14、前 15、前 16、沈 611、沈 618、沈 622、沈 623 等井,获得了较好的勘探效果;2000 年以来,通过对大民屯凹陷前第三系潜山进行连片编图、整体评价、重点部署,已有沈 625 和沈 628 井分别于元古界和太古界获百吨级高产油流,使大民屯凹陷西部地区的勘探呈现出良好的前景。截至 2001 年,大民屯油田共上报探明石油地质储量 $6067 \times 10^4\text{t}$,含油面积 53.0km^2 ,天然气地质储量 $21.13 \times 10^8\text{m}^3$,含气面积 8.3km^2 ;静安堡油田共上报探明石油地质储量 $18329 \times 10^4\text{t}$,含油面积 74.8km^2 ,天然气地质储量 $3.3 \times 10^8\text{m}^3$,含气面积 1.7km^2 ,是一个典型的“小而肥”的富油气凹陷,而西部地区尽管地质条件复杂,仍有较大的勘探潜力。

2 区域地质概况

本区地层由上到下发育第四系、第三系、中生界、元古界和太古界,基底的最大埋藏深度达 6600m ,是一个小而深的凹陷,凹陷内充填的下第三系为河湖环境沉积物,蕴藏着丰富的油气资源。

2.1 基底特征

根据钻井揭露,大民屯凹陷前第三系基底主要为太古界、元古界和中生界。中生界仅在西部的局部地区发育,其他地区仅有零星分布;中上元古界分布在静安堡北部地区,呈近东西向走向;太古界是大民屯凹陷基底的主要地层,因埋藏深度的差异,形成了一系列北东走向的高低不一的潜山带。其中东胜堡、前当堡等构造主体部位,太古界埋藏深度为 2000 ~ 3000m;荣胜堡洼陷、前当堡西缘、静安堡地区太古界埋层较深,一般大于 3000m。

变质较深的片麻岩及其混合岩是大民屯凹陷太古界的主要岩性,约占总面积的 85%;其次为浅粒岩和变粒岩,主要分布在东胜堡潜山带(图 1)。

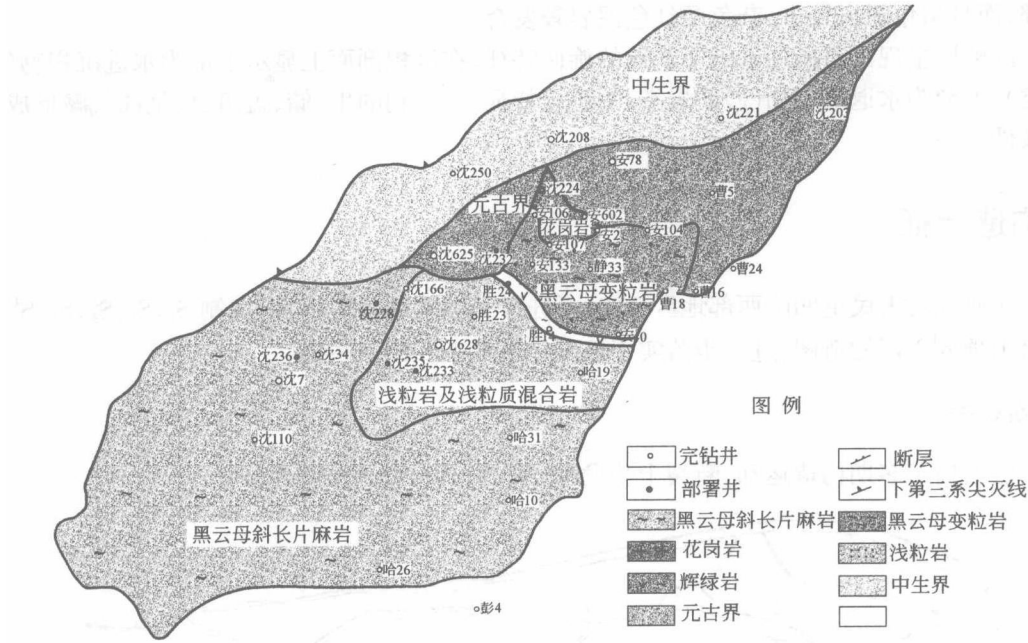


图 1 大民屯凹陷基底岩性分区图

本区基底岩性以太古界混合花岗岩为主,其次为元古界、中生界。中生界主要分布于工区西北部沈 184、沈 208 井区,沈 208 井揭露中生界厚度达 1296m,元古界主要分布于工区北部沈 625 井—安 78 井一带。

2.2 盖层特征

本区的盖层以下第三系陆相河湖环境沉积物为主,为多旋回的砂泥岩沉积建造。下第三系自下而上分为房身泡组、沙河街组四段、三段、一段及东营组。

房身泡组:为火山喷发产物,受前当堡断层影响,厚度最大超过 200m(沈 9 井一带),覆盖了大部分地区。岩性主要为玄武岩夹红色泥岩。向北厚度减小,玄武岩与红色泥岩互层。

沙河街组四段:沙四段是断陷初陷—深陷阶段沉积产物,上部为厚层灰褐色、深灰色泥岩,局部夹中—厚层状灰白色含砾砂岩和砂岩、粉砂岩,厚度一般 300 ~ 500m;下部为杂色砂砾岩、砂岩、泥岩互层,厚度 0 ~ 380m。沙四段的砂岩占地层总厚度百分比为最低,大部分地区砂岩占地层总厚度的百分比都在 10% 以内。

沙河街组三段:岩性主要为深灰、灰、绿灰、灰绿、紫红和棕红等颜色泥岩与几种不同粒级碎屑岩互层,厚度 1000~2000m。依其岩性组合特征和旋回性,由上至下可分为 S_3^1, S_3^2, S_3^3 和 S_3^4 四个岩性亚段,由于沙三末期有一次构造运动,大民屯凹陷普遍遭受剥蚀,缺失沙二段地层。沙三段上部地层保留不完整,与上覆沙一段呈不整合接触。

沙河街组一段(缺少沙二段地层):沙一段为灰绿、灰、紫红色泥岩与灰白色含砾砂岩,长石砂岩不等厚互层,厚度一般在 200~400m,为泛滥平原沉积。

东营组:岩性以灰白色砂砾岩、含砾砂岩为主,北部地区顶部有 1~2 层玄武岩,平行不整合在沙一段之上,厚度 200~590m。

盖层由下至上,砂岩厚度占地层总厚度百分比呈明显升高的趋势,泥岩的发育程度明显不及下部,而且暗色泥岩较少,杂色及红色泥岩较发育。

本区盖层呈现出明显的水进至水退的旋回特征,在沉积剖面上显示下部为水进沉积物(泥质岩类),上部为水退沉积物(砂质岩类)的组合特征,为有利的生、储、盖组合,是油气藏形成的重要条件之一。

3 构造特征

本次研究对大民屯凹陷西部地区 300km² 进行三维精细构造解释,编制 $S_1, S_3^1, S_3^2, S_3^3, S_3^4$ 底界及潜山顶界六层构造图,进一步落实了该区构造形态及断裂系统。

3.1 断裂特征

本区经历了多期构造运动,断裂十分发育(图 2),具有如下主要特征。

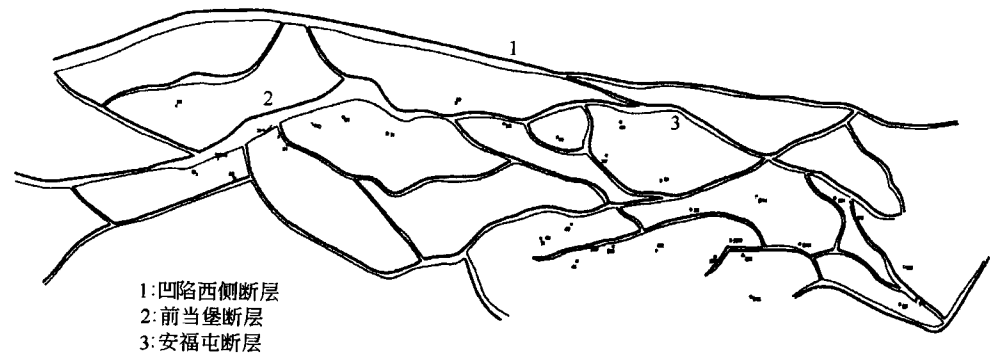


图 2 大民屯凹陷西部地区断裂系统图

3.1.1 主干断裂决定本区的形成和发展

本区的主干断层主要有三条,即凹陷西侧断层、前当堡断层和安福屯断层。这几条断裂的形成和发展,控制着本区的沉积和构造演化,具有发育时间早、断开层位多、延伸距离长等特点。

3.1.2 发育演化的多期性

按其发育时间,本区大体上分为早第三纪断裂、沙三期断裂和沙一期断裂。

早第三纪断裂:整体上呈北东向,又被北西向断层分割,形成多个断块区。

沙三时期断裂:主要是北东向和近东西向两组断裂。该期断裂主要控制沙三各段圈闭油气藏的形成。

沙一时期断裂:以东西向断裂为主,断裂活动规模小、延伸短、落差小、断至层位浅。

3.1.3 断裂展布的多向性

北东向断层:具有继承性和新生性特点。它们将基岩分割成多个条带,对潜山的发育及沙四段沉积也起控制作用,具有断距大、延伸长、高倾角的特点。

北西向断层:具有延伸短、断距小、高倾角的特点,切割基岩形成多个断块区。

东西向断层:这组断裂主要为沙三以后形成的,它不仅使本区形成多个断块,而且控制油气的分布。

3.2 构造发育史

早第三纪之前,由于大民屯凹陷为一古隆起,经历了长期风化剥蚀、夷平,以至太古界、元古界出露地表,局部地区接受中生界沉积,其后再次抬升剥蚀。总体上看,本区基底呈西南高东北低,北西高东南低的面貌。

进入沙四时期,本区断裂活动较弱,主要表现为基底的稳定沉降;沙三时期,南侧边界断层活动强度加大,荣胜堡、安福屯凹陷和前当堡、沈 625 低潜山带初步形成;北面沉积盖层受区域地质北抬南陷的影响,发育一系列近东西向断层。因此本区沙三时期主要以北东向、东西向断层为主,整个构造为南北分区,东西成带的分布格局。

沙三沉积末期,凹陷整体抬升,缺失沙二段。沙一时期开始新旋回的断裂活动,基本上继承了沙三时期的断裂系统,但断裂活动不很强烈,断层规模小、延伸短、落差小。

4 沉积特征

4.1 沉积环境及其演化

大民屯凹陷三个沉积旋回,以沙四—沙三旋回发育的最为典型,对油气藏形成至关重要。

4.1.1 沙四段沉积时期

在沙四沉积前古地貌呈现西高东低、南高北低的总趋势,水进后形成的湖泊也相应具有南浅北深,西浅东深的特点。沙四沉积初期,仅工区西南及西侧靠近凹陷边部地区沉积少量粗碎屑砂岩及杂色泥岩,其他地区均为浅水环境,普遍发育静水条件下形成的泥岩和油页岩,工区东北部为稳定的沉降区,沉积了厚层或块状的质纯暗色泥岩为主的半深水—深水湖泊相沉积物。此时物源有两个方向(图 3),西南侧沈 105 高地方向为主要短轴物源方向,陆源碎屑物质顺势而下,形成不规则冲积扇、泛滥平原河道及高地沉积;另外西侧沈 612—沈 23 井方向为一短轴陆源碎屑的供应区,在水陆交互带及浅水地区发育扇三角洲沉积体系。沙四沉积中后期快速水进,成为大民屯凹陷水域最大的时期。

4.1.2 沙三沉积时期

沙三段沉积时期呈持续水退的特征。早期(S_3^4, S_3^3)表现为初期的缓慢水退,晚期(S_3^2, S_3^1)则表现为强烈水退。

早期阶段:沙三段沉积早期开始水退,该阶段南部断裂活跃,南部随之沉陷,北部相对抬升,水体由北向南逐渐退缩。物源供给区也随之改变,为北部物源区和前 13—沈 105 井方向物