

第三届全国特种油气藏技术研讨会

优秀论文集

主 编 谢文彦 张方礼



《《 辽宁科学技术出版社

第三届全国特种油气藏技术研讨会 优秀论文集

主编 谢文彦 张方礼

辽宁科学技术出版社
沈 阳

内容提要:本书汇集了“第三届全国特种油气藏技术研讨会”的 180 多篇论文,作者来自中石油、中石化、中海油、相关院校及科研院所。内容涉及“特种油气藏”地质勘探、油藏工程、钻采工艺、实验研究及其他方面的先进技术和优秀成果,基本反映了近年来我国“特种油气藏”的勘探开发情况,具有较高的理论水平和实践指导意义。

本书可供从事石油地质、油藏工程、采油工程、实验研究等专业的科技人员和石油院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

第三届全国特种油气藏技术研讨会优秀论文集/谢文彦,张方礼主编. —沈阳:辽宁科学技术出版社,2008. 8

ISBN 978 - 7 - 5381 - 5556 - 3

I. 第… II. ①谢…②张… III. 油气藏 - 文集 IV. P618. 13 - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 124337 号

出版发行:辽宁科学技术出版社

(地址:沈阳市和平区十一纬路 29 号 邮编:110003)

印刷者:辽宁省印刷技术研究所

经销者:各地新华书店

幅面尺寸:184mm × 260mm

印 张:45.25

字 数:1000 千字

印 数:1 ~ 1000

出版时间:2008 年 8 月第 1 版

印刷时间:2008 年 8 月第 1 次印刷

责任编辑:韩延本

封面设计:张士勋 徐云杰

版式设计:徐云杰

责任校对:张丽萍

书 号:ISBN 978 - 7 - 5381 - 5556 - 3

定 价:260.00 元

前 言

2007~2008 年间,随着国际油价的飙升,我国经济的各个行业,从上游的石油、化工,到下游的纺织、机械、运输、渔业、农业,都在很大程度上承受着高油价带来的巨大压力,同时也加速了 CPI 的上涨,部分省市油品供应短缺以至于实行限量加油,甚至关门停业,无油可卖,已经严重影响到广大人民的日常生活和国家经济的健康快速发展。

“节能减排,建设节约型社会”虽然是我国经济和社会的发展方向,但随着 GDP 的增长和人民生活水平的不断提高,国内对于成品油和其他石油化工产品的需求仍将不断增加。面对极不稳定的国际油价,在寻找石油替代产品和发展清洁能源的同时,加快“特种油气藏”开发,挖掘难采储量,深化老油田“二次开发”,已成为我国石油工业的当务之急,对于保障我国经济又快又好发展和维护社会稳定具有至关重要的作用。

为了促进我国石油工业的发展,中国石油学会石油地质专业委员会和《特种油气藏》编辑部作为“第三届全国特种油气藏技术研讨会”的主办单位,研究决定将“特种油气藏开发”和“老油田二次开发”同时作为此次研讨会交流、讨论的重点。本书将会议征稿中的部分优秀论文收录,作为会议和会后交流的载体之一,并为未能参会的作者和国内外石油科技工作提供一部优秀的参考文献。

由于版面非常有限,很多优秀稿件未能收录于本书内,请广大作者谅解。工作量大,工作时间紧张,编辑出版过程中难免存在一些疏漏和不足,敬请广大读者指正。

编 者

2008 年 8 月

目 录

· 地质勘探 ·

辽河盆地深层油气成藏条件及勘探前景	张方礼, 谷 团 (3)
恢复地层剥蚀厚度方法综述	陈清华, 王亚玲, 王秀玲 (7)
济阳坳陷古近系碎屑岩中的超压裂缝特征及形成机理	陈 鑫, 钟建华, 袁 静, 张丹锋, 李 佳 (12)
一种新的油气藏类型——断层垂向封闭油气藏 ...	陈 波, 罗明霞, 夏永涛, 黄发木 (15)
塔里木盆地奥陶系碳酸盐岩裂缝与岩溶作用研究	艾合买提江·阿不都热和曼, 钟建华, 牛永斌 (19)
柴西北油泉子油田低渗透藻灰岩储层特征	刘 伟, 林承焰, 梁昌国, 王国民, 刘 健 (22)
靖边潜台南部奥陶系马五 ₁₋₄ 沉积微相研究	罗顺社, 昌俊杰, 门福信 (25)
单一断层与低级序断层的派生关系	王 军, 戴俊生 (30)
储层建筑结构层次分析在碳酸盐岩储层中的应用	杨 超, 陈清华, 王秀玲 (34)
准噶尔盆地西北缘中拐—五、八区天然气成藏与分布的主控因素及有利区预测	杨海风, 柳广弟 (37)
应用叠后地震资料开展红岗浅层岩性气藏勘探——老油区浅层新层系气藏勘探实例分析	张宪国, 林承焰, 王卫宏 (40)
大民屯凹陷曹台古潜山裂缝性储层研究	王金花 (44)
杜 229 块超稠油油藏地质建模研究	张 伟, 林承焰, 王延章 (47)
歧口凹陷马东东地区沙一段油气成藏期次研究	张绍辉, 岳 奎, 董洪闯, 武 江, 赵同泽 (51)
准噶尔盆地夏 9 井区八道湾组油水分布规律与控制因素 ...	余成林, 林承焰, 耿 雷 (54)
准噶尔盆地红车断裂带石炭系火山机构岩性油气藏成藏条件与富集规律	杨志冬, 谈继强, 谭开俊, 李 宏, 张文胜 (58)
牛心坨油田坨 33 块火山岩储层综合评价	陈 洪 (62)
东营凹陷民丰地区天然气成因分析	王 娟, 金 强, 马国政, 王 力, 王秀红 (66)
博兴洼陷沙河街组四段滩坝砂岩油藏形成机理 ...	王化爱, 钟建华, 丛 丽, 张长好 (70)
空间几何位置与油气饱和度的理论研究	王 雷, 胡永乐, 李国欣, 武 江 (75)
小波多尺度边缘检测技术在桩海 10 古潜山油藏储层预测中的应用	时丕同 (79)
小洼油田古潜山内幕油气成藏条件研究	常栋霞, 董治国, 林 萍 (83)
低孔低渗透储层流体性质的识别方法 ...	连承波, 钟建华, 渠 芳, 蔡福龙, 张军涛 (86)
车西地区古潜山储集空间测井元划分及其地质特征	车京虎, 林承焰 (90)
大港油田埕北断阶带油气成藏特点	段润梅, 袁淑琴, 刘广华, 李宏军, 杨 帆 (94)
砂岩油藏大孔道的识别方法	胡书勇, 鞠 英, 范谭广 (98)

缝洞型碳酸盐岩复杂介质油藏数值模拟方法研究

- 康志江, 吴玉树, 张 杰, 李发有 (102)
- 临南洼陷沙三下 T-R 层序及隐蔽油气藏分布模式 李晓燕, 李 震 (106)
- 柴达木盆地石炭系沉积相与沉积演化 牛永斌, 钟建华, 段宏亮, 尹成明 (111)
- 红台地区岩性油气藏勘探实践 潘少伟, 杨少春, 刘金华 (115)
- 济阳坳陷新生代火成岩与 CO₂ 气藏成因关系探讨
..... 宋占东, 查 明, 付 艳, 曲江秀, 陈忠红 (119)
- 百重 7 井区克拉玛依组沉积相类型及特征
..... 孙新革, 单守会, 杨 智, 柳双林, 崔学军 (122)
- 气测资料在粗面岩油气藏勘探开发中的应用 王 莎 (126)
- 稠油油田四维地震监测实例研究与分析
..... 王 丹, 刘 兵, 季东民, 孙秀英, 郑艳秋 (130)
- 柴东石炭系烃源岩特征 王志坤, 钟建华, 段宏亮 (134)
- 基于反射系数谱理论的薄 (互) 层 AVO 分析 吴飞勇 (138)
- 稠油油藏油水分布模式及成因探讨 严 科, 杨少春, 任怀强 (143)
- 浅析风化店油田油气成藏规律 姚 芳, 卢 异, 朱 敏, 邢卫东 (148)
- 分频解释技术在岩性储层描述中的应用 张江华, 林承焰, 刘瑞合, 董月昌 (152)
- 元城—环县地区侏罗系成藏规律研究 赵 峰 (155)
- 苏 11 区块低渗气藏储层研究及开发潜力分析 赵国英 (158)
- 海上边际构造勘探开发一体化设想 赵会卿, 于成涛, 刘 刚 (162)
- 砂岩透镜体及构造—岩性油藏成藏模拟实验及主控因素
——以惠民凹陷古近系基山砂体为例 牟雪梅, 查 明, 赵卫卫 (167)
- 千米桥潜山奥陶系裂缝型储层评价技术 马小明 (171)
- 地化录井技术在超稠油油藏开发中的应用 吕文起, 林生华 (174)
- 济阳坳陷及周缘火成岩裂缝特征与测井识别
..... 刘金华, 杨少春, 杨 柏, 黄建廷, 郭 智 (178)
- 曹台地区古潜山内幕油藏成藏条件研究
..... 李军生, 庞雄奇, 程 敬, 吉明艳, 宁金华 (181)
- 高凝油油藏流变特性及开发对策研究 姜 岭 (185)
- 不整合对油气藏的破坏作用 高长海 (189)
- 欧 48 块粗面岩储层特征及渗流机理研究 郭 军 (193)
- 大港油田南部孔二段低流量油藏分布特征研究——以王官屯油田官 68 断块为例
..... 贾玉梅, 李 静, 黎运秀, 陈 斌, 朱银霞 (197)
- 利用沉积微相约束提高物性参数解释精度研究 丁 圣, 林承焰 (201)
- 华北油田留 58 古潜山储层特征及影响因素研究
..... 邓绍强, 胡 明, 肖 莉, 陈华生 (205)
- 油藏工程 •
- 低渗透油藏有限导流垂直裂缝井稳定产能分析 尹洪军, 张绍辉 (213)
- 二次开发提高原油采收率新理论的初探 贾振岐, 庞 红, 吕大伟 (216)
- 二次开发新理论及界面非平衡态热力学探讨 贾振岐, 高 英, 黄德利 (220)

洼 60 断块区二次开发研究	龚姚进, 李培武, 王 平, 宋 杨 (224)
夹层对厚油层开发效果影响研究	刘 睿, 姜汉桥, 刘同敬, 陈民峰 (228)
王庄油田超稠油油藏水平井蒸汽吞吐开采可行性分析	罗水亮, 林承焰, 王胜奎, 王风华, 杨 林 (233)
天然气水合物开采模拟研究现状及问题分析	沈海超, 程远方, 赵益忠, 张建国 (236)
利用水平井技术实现老油田二次开发的探索与实践	田 骏 (240)
李连型表面活性剂提高稠油采收率实验研究	周雅萍, 刘加林, 刘其成, 齐立明 (244)
奈曼低渗透稠油油藏有效开发技术研究	王奎斌 (247)
稠油出砂冷采过程中的数学模型描述	孙艾茵, 王可君 (251)
微构造研究在双高油田挖潜增效的应用	宋 洁, 朱宏宇, 张建国 (255)
特高含水后期深度开发主力油层技术探讨	刘瑜莉, 马培申, 王化鸽, 李希梅, 罗 超 (259)
重质稠油油藏常规水驱特征实验研究	刘其成, 周雅萍, 赵庆辉, 刘宝良, 杨汉玲 (262)
丘东气田动态储量计算	仓 辉, 郝 巍, 梁 芹, 徐冰涛, 高建军 (266)
高浅北区常规稠油油藏开发调整实践	高 晖, 刘 畅, 苗 晶 (271)
新海 27 块水平井精细数值模拟跟踪技术研究与应用	常 斌, 丁 艺, 白新宇, 夏进军, 张 宇 (275)
女 34 断块中生界低渗透油藏水平井开采技术	刘爱荣, 左 毅, 赵腊腊, 向 赞, 谭 幸 (279)
低渗透油田采收率计算方法研究	王柏力, 谢锦龙, 孟海燕, 蒋 新, 曹崇军 (282)
沾 18 块边底水稠油油藏水平井调整技术	赵淑萍, 高宝国, 徐福刚, 信德发 (287)
井间高温示踪技术在杜 84 块 SAGD 开发中的研究与应用	赵跃朋, 张军峰 (291)
中深层稠油藏提高注蒸汽吞吐效果技术研究	王丽洁 (295)
火山岩气藏动态储量计算新方法	王少军, 何顺利, 庞彦明, 丘红枫, 邵 锐 (298)
一点法在锦州 20-2 凝析气田的应用与改进	马时刚, 李 波, 王世民, 王惠芝, 冯志华 (303)
锦 99 块杜家台油层剩余油分布特征研究	肖红林, 阴艳芳, 江 铭 (306)
周青庄油田改善裂缝油藏高含水期开发效果研究	杨彩红, 陶自强, 季 静, 卢宝荣, 张桂明 (310)
童氏图版的改进及在低渗透油藏中的应用	叶 锋 (314)
齐 40 块蒸汽驱先导试验见效技术界限浅析	张剑锋 (318)
热采水平井动用程度评价方法探讨	张宝龙 (323)
杜 80 块 CO ₂ 三元复合吞吐技术改善超稠油开发效果实践	陈 艳, 汤宜明, 张守军, 王 鹏, 杨成全 (327)
高 246 块底水稠油油藏水平井挖潜研究	许廷生 (331)
考虑岩石界面张力的黏弹性聚合物溶液微观波及效率研究	钟会影, 尹洪军 (336)
黄沙坨油田火山岩油藏递减规律研究	孙建光 (340)
锦 16 (东) 块特高含水期改善开发效果研究	乔长发 (344)
荣 7 断块小井距二次开发研究	闵忠顺 (348)

加密水平井挖潜提高超稠油油藏动用程度	王有慧, 庄 丽 (353)
沈 625 块直井与水平井组合注水开发实践	梁武全 (356)
水驱稠油油藏转热流体泡沫驱室内实验研究	郭秀文, 雷春娣, 关文龙, 王晓红, 董 良 (360)
柴达木盆地七个泉油田试采分析	路艳丽, 赵小花, 刘海珍, 刘桂花, 杨洁婷 (364)
蒸汽驱驱替前缘预测研究	宫宇宁 (368)
锦 607 块薄互层状边底水稠油藏开发技术	谷艳荣 (371)
难采储量二次评价研究	陈 超, 郭秀文, 汤 志, 谢永清, 姜广义 (375)
曙光油田杜 66 块开发后期稳产技术探讨	陈义国 (379)
一东区克拉玛依组整体调整及现场实施跟踪研究	郝卫国, 王春林, 赵文苹, 孔武斌, 肖凤学 (383)
双台子油田天然气挖潜方法研究	李桂莲, 危宇宁 (387)
提高扶余油田高含水区块开发水平措施对策研究	刘沛玲 (391)
超稠油水平井监测技术研究与应用	吕建云 (394)
浅层稠油水平井规模应用实践及提高开发效果研究	黄伟强, 郑爱萍, 吕其军, 鲁小会, 张颖峰 (398)
低能薄油层注氮气提高采收率研究与实践	郑爱萍, 王利华, 彭通曙, 桑林翔, 付 志 (403)
复合吞吐改善稠油热采开发效果实验研究	彭通曙, 王利华, 李 娟, 涂 超, 乔书红 (408)
低渗凝析气藏渗流特征分析	唐恩高, 杨俊茹, 张贤松 (412)
特低渗透储层润湿性与敏感性评价	李松泉, 李秀生, 程林松, 许建红 (415)
低渗透油藏相渗曲线确定的新方法	刘 敏, 李爱芬, 张 磊, 崔桂胜 (420)
海 26 块注水开发转蒸汽吞吐技术试验研究	刘 霞 (424)
中深层厚层块状稠油油藏蒸汽驱开发技术研究	张宏梅 (427)
提高高 18 块开发效果对策研究	许 静 (431)
曙一区东部兴隆台油层滚动勘探研究	李 鑫 (436)
· 钻采工艺 ·	
新疆油田水平井地质导向技术研究及应用	霍 进, 史晓川, 张一军, 章 敬, 杜洪凌 (443)
裂缝性储层水力压裂关键技术研究	才 博, 王 欣, 蒋廷学 (447)
辽河油区稠油火烧油层前景展望	胡士清, 张 鹰, 曹光胜, 杨光璐, 高 飞 (451)
稠油热力开采节能环保工艺技术研究	马 明, 黄 强, 宋启辉, 封忠怀, 朱 威 (455)
欠平衡钻井液技术在沈 289 井的应用	孙洪斌 (458)
小井眼射孔与防砂连作技术研究及应用	孙厚利, 吴志勇 (462)
温控热可逆凝胶暂堵封窜技术在高升油田的应用	肖立新 (466)
两层双亲纳米粒子提高采收率理论探讨	于顺安 (470)
复合膜钻井液保护油气层技术的研究与应用	姚 烈 (474)
一种估算油管螺纹根部疲劳强度的方法	张洪宝 (479)

RH-3 型堵剂在安塞油田底水油藏堵水中的应用

..... 张随望, 张 昊, 董小丽, 张志强, 胡 荣 (482)	
地层力作用下满眼组合优化设计	赵 宁, 郑德帅, 高德利 (485)
车 2 低渗油藏增注技术应用及效果分析	朱玲全, 胡学雷, 李拥军, 黄继红 (488)
狮子沟油藏开发工艺措施	赵小花, 路艳丽, 毛凤华, 刘桂花, 杨洁婷 (492)
安塞油田酸敏储层酸化措施研究	张 昊, 张随望, 董小丽, 王中海, 张志强 (496)
曙三区二次开发防砂主导技术研究	徐 梅 (500)
曙三区二次开发细粉砂治理主导技术	张建军, 孙厚利, 李学良 (505)
注 60 块超稠油储层水平井防砂工艺技术	李学良 (509)
利用水平井技术实现难动用储量的二次开发	刘爱青 (514)
大位移多底水平井开发小 33、35 块深层低渗透火山岩裂缝油气藏	任起锋 (517)
屏蔽暂堵压裂工艺在新疆砾岩油藏二次开发试验中的应用	石善志, 易勇刚, 李 杰 (521)
中深层稠油蒸汽驱注采系统适应性评价	张宏波 (523)
柔性金属强制携砂抽油泵的研制与应用	李 军, 尹长海 (527)
RY361 双作用注汽封隔器技术研究与应用	张新委 (530)
超稠油井堵水掺油一体化管柱的研制与现场应用	赵小强 (534)
辽河外围中生界低孔低渗储层压裂技术	张子明, 金勇军, 朱龙超, 杨生文 (537)
液流转向调驱技术在锦 16 块的应用	张淑华 (541)
低温气藏压裂改造技术研究与应用	徐小辉, 吴 勇, 刘 利, 承 宁 (545)
高 3-4-43C 井酸压技术的研究与应用	王疆宁 (549)
辽河油区兴古 7-H204Z 鱼骨型水平分支井钻井技术	杨书港 (553)
稠油开发中后期低产低效井优化注汽几点做法	王传良 (556)
139.7mm 套管大通径管加固技术	王晓红 (560)
非常规井树脂胶结砂技术研究	刘英华 (564)
车排子井区深井抽油配套工艺研究	傅剑辉, 胡学雷, 李拥军, 黄继红, 刘冬冬 (568)
不稳定注水技术在渤南罗 36 块中的应用	何茂秀, 高宝国, 王 玲 (572)
机械压裂防砂技术的研究和应用——以注 60 块为例	白宪丽 (575)
疏松稠油油藏压裂防砂效果分析	陈显学, 盛 军, 张丽坤 (579)
压裂施工曲线特征及应用	肖中海, 陈义国 (582)
齐 40 块注蒸汽开发油藏射孔研究	门孟东 (586)
高凝稠油油田低效井改造及推广应用	刘 林, 刘开伦 (590)
高强度选择性堵水技术	高玉军 (593)
大港复杂断块油藏水平井优化设计技术研究与应用	李 静, 杨彩红, 周 怡, 代 丽, 冯国杰 (597)
化学防蜡技术在雷 64 块的应用	郭平平 (602)
不同稠油储层射孔系列选择研究	王正国, 原福堂, 伍 东, 门孟东 (606)
含油污泥深度调剖剂的研制及应用	江 琴 (609)
氮气泡沫凝胶调剖技术研究及应用	李 瑞 (613)
复合裸眼钻井防漏技术在冷西地区的应用	

.....	刘高华, 吴 爽, 黄志鹏, 王丽红, 李锡梅	(617)
应用稠油物化采油技术提高蒸汽吞吐效果	苏恩泽	(620)
稀油稠化堵水技术研究与应用	王 昱	(624)
稠油热采催化降粘剂室内研究及评价		
.....	赵长喜, 魏淋生, 程红晓, 王晓东, 陈 渊	(627)
南部陡坡带 304 井区整体压裂技术研究		
.....	李学义, 陶良军, 林景禹, 刘洪涛, 王孟江	(631)
稠油水平井井温剖面测试技术应用效果分析	赵 伟	(636)
· 综 合 ·		
二次开发经济效益评价方法研究	刘 斌, 易维容, 梁生朗	(643)
辽河油田超稠油脱水工艺技术研究	关沛丰	(647)
热采锅炉燃用天然气安全防爆措施	刘建桥, 魏新春, 刘一民, 吴秀全, 李鹏程	(651)
辽河浅海油田人工岛修井装备技术	冯久鸿, 陈 莹, 刘向明, 刘 伟, 徐 鹏	(655)
油气田酸气腐蚀研究	蔡益栋, 周 玲, 王一男, 郭艳东, 刘大锰	(656)
提高油气田水套炉热效率的方法探讨	安慕华, 董慧娟, 马华伟	(661)
泵检报告助手系统的开发与研究	李 彪	(665)
英 2 井深层稠油油藏注气吞吐降粘室内实验		
.....	吴运强, 妥 宏, 寇 根, 吕道平, 贾国澜	(669)
高温三相泡沫调剖剂的研究与应用	赵永鸿	(673)
油田污水化学处理自动化控制的应用	许秀珍	(678)
输油管道停输时温度场的数值求解	孙 瑞, 赵志明, 刘栋梁, 万春利, 郑玉萍	(680)
FH-1 型远红外节能剂在金马油田研究应用	赵忠俭	(685)
自控技术在金马油田二次开发中的应用	马 强	(688)
改性纤维高效过滤技术的应用	陈 莹	(691)
煤层气压裂液体系优选及评价	李 阳, 胥 云, 王 欣, 翁定为, 刘 萍	(694)
渤南十区高温中低渗油藏深部调剖剂的研究与应用		
.....	毛 源, 杨年文, 商亚楠, 张代森, 唐存知	(698)
茨 629 块机采系统效率优化研究	夏墨菊	(702)
采油站缓冲罐自控输油技术的开发与应	普富亮	(706)
轮西油田地面建设工程优化研究	许 超	(709)

地 质 勘 探

辽河盆地深层油气成藏条件及勘探前景

张方礼, 谷 团

(中油辽河油田公司, 辽宁 盘锦 124010)

摘要: 经历了 40a 的勘探开发之后, 辽河油区目前面临着资源接替紧张的局面, 寻找新的储量增长点是实现可持续发展的关键环节之一。对辽河盆地深层的烃源岩条件、储层条件、盖层条件、圈闭条件以及运聚条件等成藏要素的系统分析, 认为深层的油气成藏条件较为有利。有利的成藏条件、很低的勘探程度以及相当丰富的资源量表明深层是辽河油区实现可持续发展最现实的勘探新领域, 而岩性油气藏则是最为有利的勘探目标。

关键词: 深层; 成藏条件; 勘探前景; 岩性油气藏; 辽河盆地

引言

经过 40a 的勘探开发, 辽河油田中、浅部层系的勘探程度已经很高, 深度小于 3.5km 的领域探明程度高达 65%, 可供开发的优质储量越来越少, 资源接替十分困难, 因此, 开辟新的勘探领域对辽河油田实现可持续发展具有重要意义。国内外的勘探实践表明, 很多接近枯竭的老油区通过深层勘探打开了新局面。国外比较流行的观点是把埋深超过 4000m 称为深层, 但对于我国陆相含油气盆地来说, 由于各盆地的地温梯度相差较大, 加之勘探程度不同, 很难用统一的深度标准一刀切。因此, 参照已勘探开发的主力含油气层系来确定深层的范畴更有现实意义, 即把目前主力勘探开发层系以下的深度范围定为深层。辽河油区目前所探明的储量主要集中于深度浅于 3.5km 的东营组、沙河街组及前第三系潜山, 深于 3.5km 所探明的储量仅占 1.3%。因此, 本文采用 3.5km 作为辽河盆地深层的界限 (主要相当于沙三段和沙四段及其下伏基底)。对深层油气成藏条件和资源潜力的系统分析认为, 深层具备有利的成藏条件, 具有较好的勘探前景, 为目前勘探方向的定位提供了新思路。

1 深层油气成藏条件分析

1.1 深层发育优质烃源岩, 为油气成藏奠定了雄厚的物质基础

深层的烃源岩主要指沙三段和沙四段的暗色泥岩, 辽河盆地深层区内发育多个生烃洼陷, 烃源岩在平面上分布广泛, 纵向上沉积厚度大, 形成于盆地深裂陷时期, 而当时适宜的水体条件、温暖潮湿的气候条件和以还原为主的埋藏条件, 决定了深层烃源岩有机质丰度高、母质类型较好 (表 1)。古近纪强烈的岩浆活动形成了有利的地热场条件, 为烃源岩热演化提供了优越的地热条件, 各层系烃源岩均达到了成熟 - 高成熟阶段, 为深层油气藏的形成奠定了雄厚的物质基础。西部凹陷资源量丰度平均为 $82.03 \times 10^4 \text{ t/km}^2$, 凹陷区最高可达 $220 \times 10^4 \text{ t/km}^2$; 大民屯凹陷资源量丰度平均为 $75.15 \times 10^4 \text{ t/km}^2$, 凹陷区最高可达 $160 \times 10^4 \text{ t/km}^2$; 东部凹陷资源量丰度平均为 $22.35 \times 10^4 \text{ t/km}^2$, 凹陷区最高可达 $61 \times 10^4 \text{ t/km}^2$ 。

作者简介: 张方礼 (1961 -), 男, 教授级高级工程师, 1983 年毕业于大庆石油学院开发系, 现任中油辽河油田公司副总地质师兼勘探开发研究院院长、《特种油气藏》主编。

表明深层具有丰富的油气资源。

表 1 辽河盆地深层烃源岩地球化学综合特征数据

凹陷	层位	TOC /%	“A” /%	HC /10-6	S1 + S2 / (mg/g)	S ²⁻ /%	厚度 /m	有效勘探 面积/km ²	主要 类型	综合评价
西部	Es ₃	1.56	0.176	1176.9	3.59	0.68	400~1500	1700	ⅡA	最好烃源岩
	Es ₄	1.19	0.078	482.9	1.24	0.49	200~400	1100	ⅡB	中-好烃源岩
东部	Es ₃	1.91	0.12	697.6	2.74	0.29	500~1100	1212	ⅡB~Ⅲ	中-好烃源岩

注：大民屯凹陷未取到 3500m 以下的烃源岩样品，表中仅列出了西部凹陷和东部凹陷数据；数据来源于辽河油区三次资评报告（2002）。

1.2 深层发育多种类型的储集体，且具有良好的储集能力

辽河盆地各时代潜山顶面均为较大型的区域不整合面，形成了一定规模的风化壳，发育了规模不等的构造缝、溶蚀孔洞、裂缝等良好的储集空间。同时，岩性多样化、岩浆岩脉的侵入、断裂切割等原因往往会造就潜山内部具有很好的储集能力，从而具备形成潜山内幕油气藏的条件。因而，各时代不同类型的潜山储层均具有一定储集油气的能力。

表 2 西部凹陷主要扇三角洲沉积体系规模参数

沉积体系	层位	砂体面积/km ²	与烃源岩接触面积/km ²	与烃源岩接触砂体面积比例/%
曙光	Es ₁₋₂	132	98	74.2
	Es ₃	316	306	96.8
齐家	Es ₁₋₂	345	280	81.2
	Es ₃	405	357	88.1
西八千	Es ₁₋₂	350	300	85.7
	Es ₃	303	293	96.7
兴冷	Es ₁₋₂	225	215	95.6
	Es ₃			

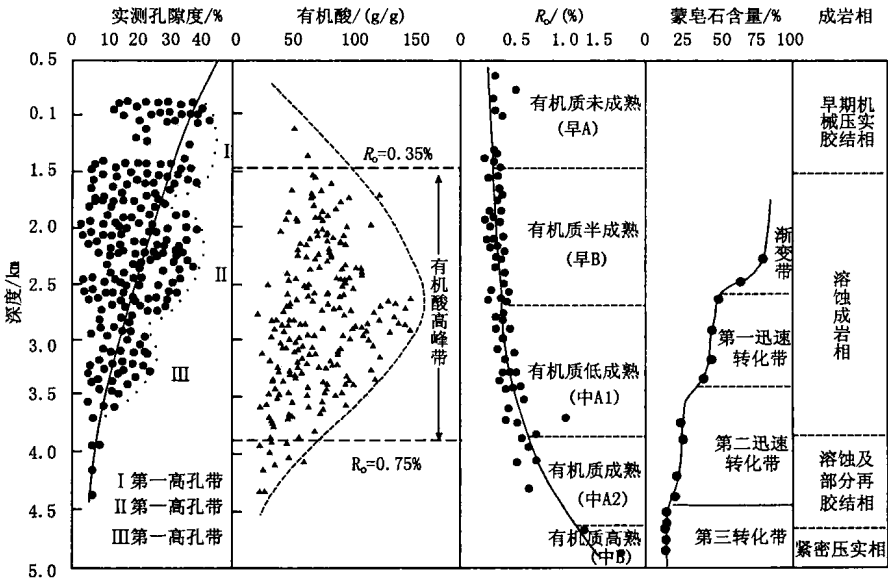


图 1 清水洼陷异常高孔带纵向分布特征及其形成因素

盆地深陷期形成的古近系沙河街组四段和三段的深湖湖底扇体及扇三角洲砂体，在盆地深陷地带广泛分布，且单个砂体厚度大，平面分布范围广，向洼陷区延伸远，不同期、不同类型的碎屑岩沉积体系横向上叠合连片，纵向上相互叠置，形成多层系、大面积分布的碎屑

岩储集体。这些储集体呈“透镜状”或“楔状”斜插入泥岩发育的湖区范围形成许多岩性圈闭，与烃源岩大面积接触（表2），利于油气向其中运移，为油气的聚集提供良好的储集场所，具有较大的成藏几率，是岩性油气藏形成的有利条件。更有意义的是，由于欠压实、粘土矿物转化、溶蚀作用等因素的影响，在深层发育有原生孔隙高值区和异常孔隙发育带（图1），如双深3井在4200m以下存在次生孔隙发育带，最大孔隙度达到了12.1%，因此，深层砂砾岩体也具有较好的储集物性和一定的含油气能力（表3）。

表3 辽河盆地深层砂岩储集体的含油气性

井号	层位	顶深/m	物性		相带	含油气性
			$\phi/\%$	$K/10^{-3}\mu\text{m}^2$		
双110-1	Es ₂	3714	13.9	10.4	扇三角洲前缘亚相水下分流河道微相	油23.7t/d, 气8936m ³ /d
詹1	Es ₂	3619	9.1	17.5	扇三角洲前缘亚相水下分流河道微相	油54.5t/d, 气17906m ³ /d
双202	Es ₃	3657	7.1	5.5	深水浊积扇中扇亚相辫状沟道微相	气15759m ³ /d
双208	Es ₃	3457	14.9	12	扇三角洲前缘亚相水下分流河道微相	油155.9t/d, 气41043m ³ /d

1.3 深层主力储集层之上发育多套优质盖层

在各主力储集层之上均不同程度地发育了优质的泥岩盖层，对油气具有很好的封盖能力，为深层油气成藏提供了很好的盖层条件。例如，西部凹陷沙四段发育了一套滨浅湖相泥岩，分布广泛，累积厚度最大可达350m，该套泥岩上部还发育了一套深湖相纯质泥岩，即杜家台油层油页岩段，连续厚度30~80m，是下伏砂岩油藏的直接盖层，也是古潜山有藏的区域性盖层，杜家台油层各油藏及曙光、兴隆台、齐家、欢喜岭地区各时代的古潜山油藏均在该组油页岩封盖之下。比较而言，沙三段泥岩为品质最好的区域性盖层。

1.4 深层具有多种类型的有效圈闭

辽河盆地是在前第三系古隆起背景上发育起来的断陷盆地，深层各类有效圈闭的形成都与基底密切相关。前第三系基底起伏不平的古地貌特点，为前第三系古潜山的圈闭和下第三系沙河街组披覆构造圈闭、岩性圈闭的形成奠定了基础。构造发育史分析表明，辽河盆地在其发育过程中，主要发生了三期性质不同的构造活动，对新生代构造-沉积演化及圈闭形成具有决定性作用，造成了构造发育和圈闭形成具有明显的层次性，即可以划分为前期构造（前第三系）、早期构造（沙四和沙三）、晚期构造（沙二至东营），前期构造和早期构造与同时期储集体相配置，在深层形成了丰富的圈闭类型：前第三系潜山圈闭、披覆构造圈闭、构造-岩性圈闭及岩性圈闭，可有效捕集各时期运移来的油气。沉积埋藏史和热演化史研究表明，东营时期是深层烃源岩的主力生油时期，而最早的油气充注时间始于沙一时期，油气的大量充注时期为东营期。因此，东营时期为深层油气成藏的关键时期，东营期以前形成的圈闭均为有效圈闭，均具有捕集油气的能力，成藏的几率是很高的。

1.5 多种类型的生储盖配置有利于深层油气的成藏与富集

辽河坳陷沉积演化的多旋回性导致了多层次的生油层、储油层的广泛分布，而生油层经成岩作用、排烃后，本身即是良好的盖层。根据盆地各含油层生储盖组合的配置方式，深层可形成新生古储、上生下储、自生自储、下生上储、侧生侧储五种类型的配置模式。一个完整的三级层序单元形成一套区域性的生储盖组合，生油层通常发育在湖侵体系域的深湖-半深湖环境中，一般由暗色泥岩、油页岩组成。通常向盆地边缘方向逐渐减薄，干酪根类型逐渐变差，而向湖盆方向增厚，干酪根类型逐渐变好。并且这些泥岩具有一定的封堵能力，常形成区域性盖

层。有利储集层主要发育在低位体系域、湖侵体系域底部和高位体系域顶部。一般而言,低位体系域常形成新生古储组合,湖侵体系域和高位体系域底部常形成自生自储型组合,高位体系域顶部常形成下生上储型组合,同时各个体系域均可形成侧生侧储型组合。因此,深层生储盖组合类型多样,且都可以形成有效的生储盖组合,是油气成藏的有利条件。

2 辽河盆地深层勘探的有利目标

2.1 深层资源潜力

辽河盆地已探明油气储量在不同深度段的分布极不均衡,探明储量集中分布于 2500m 以上的中浅层,占总探明储量的 80% 以上,2500 ~ 3500m 深度段探明储量近 20%,而 3500m 以下的深层探明储量最低,仅占总探明储量的 1.3%。三次资源评价表明,辽河盆地深层尚待探明的储量十分可观(表 4),具有较好的勘探潜力。

表 4 辽河盆地深层待探明储量分布

评价单元	西部凹陷	东部凹陷	西部滩海	东部滩海	大民屯凹陷
石油 / 10^8 t	4.7	1.2	1.2	2.3	0.64
天然气 / 10^{11} m ³	1.9	0.4	0.4	0.9	0.05

2.2 岩性油气藏是深层最有利的勘探目标

“三次资评”表明,岩性油气藏勘探潜力巨大,已成为我国陆上油气勘探的重点领域和储量增长的主要来源,在今后相当长的一个时期内,是陆上最现实、最有潜力的油气勘探领域。辽河裂谷盆地的演化过程为岩性油气藏的形成提供了得天独厚的条件。构造活动的旋回性导致不同时期的沉积环境具有较大的差异性,从而在垂向上形成了从水进序列开始到水退序列结束的 3 个构造-沉积旋回。裂谷演化的旋回性导致了沉积环境的多次变迁,因而形成了沙四时期以冲积扇-扇三角洲为代表、沙三时期以湖底扇为代表、沙二-沙一时期以典型扇三角洲为代表、东营时期以泛滥平原为代表的、各具特色的沉积体系。这些砂体与烃源岩接触,往往被烃源岩包围,构成了良好地生、储、盖组合,又处于非常有利的油气运移部位,同浅层相比具有近水楼台的优势,所以成藏机会更高,可形成多种类型的油气藏(表 5)。需要指出的是,由于深层油气藏的复杂性,采用的研究手段有别于构造油气藏,应用层序地层学和储层预测技术可以在层序格架内刻画出岩性油气藏成藏的控制因素,从而可靠地指导深层油气藏勘探。

表 5 辽河盆地深层有利勘探目标特征

目标区	主力烃源岩层位	生储盖组合方式	有利储集体	主要油气藏类型
清水洼陷	E _{s3} 、E _{s4}	自生自储	扇三角洲前缘砂体、湖底扇砂体、潜山	岩性油气藏、潜山油气藏
陈家洼陷	E _{s3}	自生自储、新生老储、老生新储	滑塌浊积扇砂体、潜山	岩性油气藏、潜山油气藏
驾掌寺洼陷	E _{s3}	老生新储	扇三角洲前缘砂体、古近系火山岩	构造-岩性油气藏、火山岩油气藏
牛心坨洼陷	E _{s4}	老生新储、新生老储	扇三角洲前缘砂体、中生界火山岩	岩性油气藏、火山岩油气藏
荣胜堡洼陷	E _{s3} 、E _{s4}	自生自储、新生老储、老生新储	扇三角洲砂体、潜山	构造-岩性油气藏、潜山油气藏
长滩洼陷	E _{s3}	自生自储、新生老储、老生新储	扇三角洲砂体、冲积扇砂体、潜山	构造、岩性、潜山油气藏

3 认识与讨论

(1) 对辽河盆地深层的烃源岩条件、储层条件、盖层条件、圈闭条件以及运聚条件等成藏要素的系统分析,认为深层的油气成藏条件相当有利,在目前油田勘探开发形势下,深层是具现实意义的勘探领域,也是保持油田可持续发展必然选择。

(2) 辽河盆地深层资源量相当丰富,但是探明程度低,勘探前景较好,而岩性油气藏是深层勘探最有利的和最可能取得突破的首选目标。

(3) 虽然深层取得突破的空间较大,但是深层勘探开发对象的复杂性及勘探的高投入、高风险又决定了深层油气勘探充满了挑战。

参考文献

- [1] 王春鹏,马玉龙,时庚戌.辽河油区油田开发实践[M].北京:石油工业出版社,2002:94.
- [2] 牛嘉玉,王玉满,谯汉生.中国东部老油区深层油气勘探潜力分析[J].中国石油勘探,2004,9(1):34~41.
- [3] 张占文,陈振岩,郭克园,等.辽河盆地天然气地质[M].北京:地质出版社,2002.
- [4] 辽河油田石油地质志编辑委员会.中国石油地质志(卷三):辽河油田[M].北京:石油工业出版社,1993.
- [5] 赵文智,邹才能,汪泽成,等.富油气凹陷“满凹含油”论——内涵与意义[J].石油勘探与开发,2004,31(2):5~9.
- [6] 谷团.辽河盆地清水洼陷新生界深层一场高孔带特征与有利储集相预测研究[J].天然气地球科学,2008,19(3):327~332.
- [7] 贾承造,赵文智,邹才能,等.岩性地层油气藏勘探研究的两项核心技术[J].石油勘探与开发,2004,31(3):3~9.

恢复地层剥蚀厚度方法综述

陈清华,王亚玲,王秀玲
(中国石油大学,山东 东营 257061)

摘要:在研究和对比分析国内外恢复地层剥蚀厚度各种方法的基础上,总结了常用9种方法的基本原理和适用范围,为今后更合理地计算地层剥蚀提供了选择和决策的空间。通过对比认为,综合应用多种方法计算地层剥蚀量更为准确,对于现场的油气田勘探具有一定的指导意义。

关键词:地层剥蚀;剥蚀厚度恢复;计算方法

引言

沉积剥蚀的演化过程是研究一个盆地或地区的油气生成、运聚的重要内容之一。沉积剥蚀决定了生、储、盖在时空上的匹配关系以及油气勘探目标的资源潜力。而剥蚀厚度的计算

作者简介:陈清华(1959-),男,教授,博士生导师,1982年毕业于华东石油学院石油地质专业,现从事油区构造分析、油区地化勘探、油藏地质与开发地质等研究与教学方面工作。