

DISIJIE
YOUQI CHENGCAO JILI YU
ZIYUAN PINGJIA
GUOJI XUESHU YANTAOHUI
LUNWENJI

第四届
油气成藏机理与资源评价
国际学术研讨会
论文集

张一伟 贾承造 庞雄奇 主编

石油工业出版社

第四届油气成藏机理与资源 评价国际学术研讨会论文集

张一伟 贾承造 庞雄奇 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书收录了第四届油气成藏机理与资源评价国际学术研讨会上发表的优秀论文七十余篇,力求反映我国油气成藏理论和资源评价研究方面取得的最新成果,内容包括:油气成藏过程、机理与主控因素研究;碳酸盐岩油气藏与隐蔽油气藏研究;油气资源评价研究;油气地球化学研究;储层特征与流体活动研究;盆地构造解析与油气成藏;新理论、新方法、新技术及其应用。本书对于从事油气成藏机理与油气资源评价研究的科研人员及大专院校的学生具有重要的参考和借鉴意义。

图书在版编目(CIP)数据

第四届油气成藏机理与资源评价国际学术研讨会论文集 / 张一伟, 贾承造, 庞雄奇主编. — 北京: 石油工业出版社, 2008. 8

ISBN 978 - 7 - 5021 - 6596 - 3

I. 第…

II. ①张… ②贾… ③庞…

III. ①油气藏 - 生成机理 - 国际学术会议 - 文集

②石油资源 - 评价 - 国际学术会议 - 文集

③天然气资源 - 评价 - 国际学术会议 - 文集

IV. P618.130.2 - 53

TE155 - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 094413 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: 保定彩虹印刷有限公司

2008 年 9 月第 1 版 2008 年 9 月第 1 次印刷

787 × 1092 毫米 开本: 1/16 印张: 42

字数: 1068 千字 印数: 1—700 册

定价: 86.00 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

编 委 会

主 编 张一伟 贾承造 庞雄奇

编 委 (以拼音为序)

蔡希源 查 明 柴育成 车长波 董伟良 方朝亮

冯志强 龚再升 郝 芳 姜振学 金之钧 李丕龙

刘池洋 刘振武 柳贡慧 吕修祥 罗晓容 庞雄奇

彭平安 宋 岩 汤良杰 王清晨 夏庆龙 谢文彦

杨长春 张大伟 张善文 张永刚 赵文智 朱孝先

I. Lerche (美) Keyu Liu (澳) Maowen Li (加)

S. R. Larter (英) Zhuoheng Chen (加)

前 言

自 2001 年第三届油气成藏机理与资源评价国际学术研讨会召开以来,世界经济对石油、天然气的需求快速增长,国际油气价格飞涨,油气资源的战略地位日益提高。在北美、南美、中东、俄罗斯和非洲不断加快油气勘探步伐的同时,中国的油气勘探和科学研究也取得了重大进展。在实践上,发现了一批大型、特大型油气田,如轮南—塔河油田、克拉 2 气田、普光气田、蓬莱 19-3 油田等;在理论上,叠合盆地、海相碳酸盐岩层系、前陆盆地、火山岩层系等油气成藏机理和天然气水合物、油页岩、油砂等非常规烃类资源的富集机理研究获得了突出的成果。各石油企业的第三轮油气资源评价与国土资源部的全国性油气资源调查、评价业已圆满结束。为了充分反映和交流国际、国内在油气成藏机理与油气资源评价方面取得的最新研究成果,中国石油学会石油地质专业委员会、中国地质学会石油地质专业委员会以及中国石油大学等多家单位联合主办(或承办)了第四届油气成藏机理与资源评价国际学术研讨会。目的是期望通过学术交流,研讨油气成藏研究的发展战略,了解国际研究动态,明确油气成藏机理研究与油气资源评价发展方向,促进本研究领域的学术进步,增进与国际学术界的沟通和交流,更好地推动新世纪油气成藏和资源评价的发展。

本次会议得到了国内外相关领域专家学者的积极响应,共征集中英文论文和论文摘要 116 篇,其中大会交流 28 篇,分会交流 34 篇。本论文集按研究领域分为 7 个部分:①油气成藏过程、机理与主控因素研究;②碳酸盐岩油气藏与隐蔽油气藏研究;③油气资源评价研究;④油气地球化学研究;⑤储层特征与流体活动研究;⑥盆地构造解析与油气成藏;⑦新理论、新方法、新技术及其应用。

这次大会具有鲜明的特色:①围绕会议主题全面展示了国内外油气成藏机理和资源评价研究的最新成果;②突出油气成藏机理和油气资源评价方法研究;③突出理论研究,服务中国油气勘探实践;④关注世界油气成藏研究与油气资源利用方面的新进展。通过大会,可以清晰把握近年来油气成藏机理与油气资源评价研究的最新进展:①油气成藏学、油气成藏区、油气成藏域等概念的提出标志着油气成藏机理研究在油气勘探中的基础地位得以确立,并且涉及油气生成学、油气运聚动力学、油气藏分布规律与油区构造地质学等方面的研究内容;②隐蔽油气藏成因机理研究在胜利油田、大庆油田、渤海油田、塔河油田、普光气田等取得重大进展,如岩性地层油气藏勘探所占比例已经接近 60%;③中国西部叠合盆地剩余油气资源量约 43.4%,其中近 75%集中在塔里木盆地、准噶尔盆地,目前已先后发现我国最大的海相砂岩大油田、最大的海相碳酸盐岩油田和最大的陆相高压大气田,并形成每年 2000 多万吨的产能;④古生代深层海相碳酸盐岩油气成藏研究提出塔里木盆地碳酸盐岩海相油气地质理论,丰富和完善了碳酸盐岩成油理论、碳酸盐岩岩溶缝洞型油气成藏理论、叠合盆地多期成藏理论及复式油气成藏理论;⑤深层潜山与火山岩油气成藏研究以辽河油田东西坳陷、大庆油田徐家围子深部火山岩体为代表,展示中国东部深层油气勘探具有广阔的前景。

通过大会研讨,与会代表认识到当前油气成藏机理与油气资源评价研究存在的问题和今后的努力的方向,主要包括:①我国西部叠合盆地油气成藏机理研究正在努力探索中,调整

型、改造型、破坏型油气资源的评价方法有待发展和完善；②大型坳陷型盆地深层致密油气藏的成藏机理研究正在探索中，致密型构造油气藏、致密型岩性油气藏和致密型深盆油气藏目前还难以明确分开；③东部陆相盆地又出现了新的储量增长高峰期，已有的资源评价理论在实践中又一次遇到了新的挑战；④海域古近系和新近系沉积盆地中高温压条件下的油气成藏机理不清，难以进行资源潜力预测。

油气成藏机理和油气资源评价是油气勘探研究中两个理论性较强的课题。长期以来，一大批科学家在这一领域中坚持不懈地开展探索并取得了令人瞩目的成果。陆相生油理论和陆相成藏理论及其实践成就反映了我国老一代油气地质工作者对世界油气地质理论的发展和对我国油气勘探事业做出了巨大贡献，为当前和未来的油气地质工作者树立了光辉的榜样。我们一定能够面对问题，知难而上，为推动世界油气地质理论和我国油气勘探事业的发展做出新的、更大的贡献。

编 者

2007 年 10 月 10 日

目 录

一、油气成藏过程、机理与主控因素

东营凹陷地层油气藏特征与成藏主控因素	张 俊 庞雄奇 陈冬霞等 (3)
塔里木盆地主力油气藏类型与勘探方向	李丕龙 (10)
柴达木盆地北缘冷湖四—五号地区油气成藏过程	姜振学 庞雄奇 罗群等 (15)
东濮凹陷煤系地层受热史与有机质生烃成藏期关系	常俊合 李新军 张同周 (22)
塔里木盆地古城墟隆起西段的油气成藏条件研究——以古隆 1 井为例	郭建军 陈践发 (27)
车镇凹陷陡坡带深层砂砾岩体隐蔽油气藏成藏机理	郭玉新 隋凤贵 林会喜 (34)
吐哈盆地丘东—温吉桑油气聚集带油气成藏机理及模式	梁世君 李华明 梁浩等 (42)
黄骅坳陷歧口凹陷古近系—新近系隐蔽油气藏油气充注特征	刘小平 邱楠生 (52)
乌尔逊—贝尔凹陷油气藏类型与成藏主控因素研究	马中振 庞雄奇 魏建设 (59)
源外浅层轻质油藏形成机理分析——以准噶尔西缘车排子凸起为例	沈 扬 (65)
古盆地蒸发沉淀有机酸盐生油气机理	石军柱 石 娜 刘海涛 (75)
页岩气与深盆气成藏的相似与相关性	孙 超 朱筱敏 (80)
松辽盆地滨北地区中浅层烃源岩排烃特征研究及有利勘探区带预测	王 明 庞雄奇 李洪奇 (87)
准噶尔盆地成藏动力学系统划分	吴孔友 查 明 (94)
准噶尔盆地腹部超压层分布研究及其与油气成藏关系	杨 智 何 生 武恒志等 (102)
黄骅坳陷千米桥碳酸盐岩潜山油气运移成藏实验研究	杨明慧 金之钧 唐玄等 (111)
准噶尔盆地中央坳陷带油气成藏过程分析	尹 伟 王 毅 张永贵等 (116)
苏北盆地深层油气分布及成藏主控因素分析	袁际华 柳广弟 姜丽娜 (124)
济阳坳陷地层油气藏油气运移动力与方式探讨	卓勤功 隋凤贵 银燕等 (128)
低渗透砂层石油运移的渗流曲线与成藏特征的初步研究	曾减辉 吴河勇 朱志强等 (134)
柴达木盆地构造演化对油气藏形成和分布的控制作用	陈艳鹏 刘 震 党玉琪等 (140)
东秋里塔格构造带盐相关构造圈闭及成藏模式	金文正 汤良杰 万桂梅等 (149)
济阳坳陷断陷湖盆类型与输导体系发育特征的关系	李运振 刘 震 赵阳等 (157)
库车坳陷西秋里塔格构造带中、新生代构造演化分析	万桂梅 汤良杰 金文正等 (164)

前陆背景下的两种正断裂作用和相互作用方式的理论探讨

..... 王海荣 王英民 刘振湖等 (171)

含火山岩系地层的层序地层划分方法探讨——以准噶尔盆地西北缘二叠系佳木河组地层

为例 颜耀敏 王英民 李阳阳等 (180)

松辽盆地北部白垩世晚期层序地层格架及油气成藏

..... 李树青 王英民 王岩等 (190)

渤海湾盆地辽东湾探区油气勘探新进展 魏 刚 邓津辉 (197)

渤海海域辽西低凸起 JZS 油气田沙二段油气成藏时期探讨 姚长华 (201)

二、碳酸盐岩油气藏与隐蔽油气藏

应用地球物理综合技术识别隐蔽岩性圈闭 靳 军 刘洛夫 曹思远 (209)

塔中 I 号构造带奥陶系碳酸盐岩油气成藏特征与勘探方向 周新源 (215)

陆相断陷湖盆层序地层三维体解释技术及其应用——以南堡凹陷古近系为例

..... 周海民 董月霞 王拥军等 (225)

立足碳酸盐岩看塔里木盆地阿—满过渡带油气勘探前景

..... 吕修祥 杨海军 杨宁等 (232)

塔中北斜坡志留系岩性油藏形成条件与勘探方向

..... 杨海军 郭光辉 孙丽霞等 (237)

岩性地层油藏主控因素和成藏模式——以陕北靖安油田为例

..... 李 斌 宋 岩 孟自芳等 (241)

辽东湾盆地古近系沙河街组层序地层和隐蔽油气藏研究

..... 李德江 朱筱敏 杨俊生等 (248)

塔里木盆地英买力北坡碳酸盐岩风化壳油藏成因探讨

..... 李建文 吕修祥 杨宁等 (255)

陆相断陷盆地坡折带成因类型及其控砂模式——以南堡凹陷为例

..... 罗 群 黄捍东 董月霞等 (263)

准噶尔盆地腹部调整型隐蔽油气藏成藏机理研究

..... 史建南 郝 芳 邹华耀等 (271)

塔里木盆地哈得逊油田东河砂岩油气成藏机理探讨

..... 徐汉林 顾乔元 赵福元等 (278)

塔里木盆地塔河油田奥陶系碳酸盐岩油气藏研究 杨 宁 吕修祥 陈梅涛 (286)

鄂尔多斯盆地上古生界储层成岩作用及次生孔隙发育特征 季汉成 杜业波 (293)

三、油气资源评价

腐泥型有机质发育区凝析油（气）、轻质油资源评价方法探讨及其应用

..... 卢双舫 许凤鸣 王跃文等 (301)

柴达木盆地第四系生物气资源评价 王金鹏 彭仕宓 姜桂凤等 (309)

东营凹陷油气成藏体系的划分及定量评价 姜福杰 姜振学 庞雄奇等 (316)

潜江凹陷石油资源定量评价方法研究 周总瑛 (328)

用回归分析确定二连盆地江苏油田探区的油气资源 宋 宁 陆梅娟 (336)

济阳坳陷石油资源综合评价	王学军 (342)
--------------------	-----------

四、油气地球化学

准噶尔盆地车排子隆起轻质油油源对比及混源特征分析	张枝焕 李 伟 秦黎明等 (353)
济阳坳陷隐蔽油气藏成藏过程的地球化学示踪	侯读杰 张林晔 张海全等 (363)
辽河西部凹陷稠油的形成与分布	李素梅 庞雄奇 高先志 (375)
K—Ar 同位素资料在油气成藏分析中存在的问题	袁东山 张枝焕 刘洪军 (386)
吡咯类含氮化合物油气运移参数适用性研究	刘俊海 陈小宏 杨香华 (390)
川东石炭系气藏原油裂解型气成藏过程重构	李艳霞 钟宁宁 (397)
济阳坳陷车西洼陷古近系原油地球化学特征及成藏期次分析	赵彦德 孙建平 刘洛夫等 (403)
苏北盆地溱潼凹陷原油三芳甾烷特征及油源对比	杨永才 张枝焕 方朝合等 (410)
宣汉—达县地区长兴组—飞仙关组 TSR 的地球化学证据	杜春国 郝 芳 邹华耀等 (418)
英买 32 井区寒武系潜山油藏原油地球化学特征与成藏时间分析	张秋茶 包建平 张亚光等 (425)

五、储层特征与流体活动

川西前陆盆地须家河组水文保存条件及其勘探意义	吴欣松 姚 睿 龚福华 (433)
渤海湾盆地“四扇一沟”沉积体系及其油气意义	赵国连 龙长兴 赵澄林 (438)
大港油田官 104 断块储层非均质性研究	姜香云 吴胜和 王绍华 (448)
鄂尔多斯盆地姬塬地区延长组低渗岩性油藏储层特征及含油性主控因素	高剑波 庞雄奇 王志欣等 (456)
海拉尔盆地贝尔凹陷布达特群流体热流活动体特征研究	张新涛 王英民 (466)
临南洼陷流体包裹体特征与成藏时间研究	朱志强 曾溅辉 (473)
苏里格特大型气田优质储层控制因素研究	李会军 张文才 张秀珠 (480)
塔河油田东河砂岩的沉积特征及成藏条件分析	范春花 王英民 漆立新等 (485)
塔里木盆地塔中和塔北地区下奥陶统白云岩储层的白云岩化流体分析	张学丰 胡文瑄 郝芳等 (492)
深部富 CO ₂ 流体与碎屑岩作用机理	孟庆强 张刘平 邹安德 (499)

六、盆地构造解析与油气藏

鄂尔多斯盆地中、新生代构造活动特征	郑孟林 金之钧 王毅等 (509)
东濮凹陷构造—沉积波动过程及与油气成藏的关系	陈书平 (516)
博格达南、北缘成盆过程演化及其对油气形成影响	崔泽宏 汤良杰 (524)
构造运动对哈得逊油田动态成藏的控制作用	李 梅 江同文 顾乔元等 (531)
济阳坳陷中—新生代断裂发育机制研究	张 鹏 王良书 丁增勇等 (542)

库车前陆盆地形成过程中的走滑作用及其对油气分布的影响

..... 范秋海 吕修祥 杨明慧 (552)

四川盆地北部中段前陆冲断带烃源岩演化史与油气成藏演化史研究

..... 陈梅涛 汤良杰 蔡勋育等 (559)

天然地震层析成像技术在油田深层构造探测中的应用

..... 王小凤 冯 梅 安美建等 (566)

七、新理论、新方法、新技术及其应用

准噶尔盆地百重7区稠油油藏地质特征与多井测井解释快速评价

..... 刘银河 徐姣莲 (575)

非目的性重复采集时移地震资料处理研究 李景叶 陈小宏 赵伟等 (586)

地层抬升剥蚀促进油气成藏的机理分析 田丰华 姜振学 (595)

六区、七区、九区石炭系火山岩有利储层的识别 徐春华 黄小平 于红果等 (601)

绿泥石包膜对准噶尔盆地永进地区油气成藏的影响 王芙蓉 何 生 张福顺 (611)

浅析克拉2气藏异常压力成因 孙明亮 柳广弟 (617)

生烃时空差异性及其对油气藏形成与分布的控制作用——以东濮凹陷为例

..... 鲁雪松 蒋有录 卓勤功 (623)

胜利石油运移、聚集数模方法的发展及其应用 左东华 杨成顺 李明亮 (629)

油气成藏的“相—势”控藏作用探讨——以济阳坳陷为例 王永诗 朱家俊 (638)

塔里木盆地柯坪塔格组中 *Cruziana* 遗迹相及其环境分析 白忠凯 胡 斌 (648)

济阳坳陷深层沙四上亚段烃源岩热成熟度早期预测方法

..... 常 迈 刘 震 赵阳等 (654)

一、油气成藏过程、机理 与主控因素

东营凹陷地层油气藏特征与成藏主控因素

张俊^{1,2} 庞雄奇^{1,2} 陈冬霞^{1,2} 张如才^{1,2} 王亮^{1,2}

(1 中国石油大学(北京) 石油天然气成藏机理教育部重点实验室;

2 中国石油大学(北京) 盆地与油藏研究中心)

摘要:随着勘探的不断深入,地层(包括潜山)等隐蔽油气藏日益成为勘探部署的重点对象。但近年来,相对于构造、岩性等油藏类型而言,国内地层油气藏的研究比较薄弱。文中统计渤海湾盆地东营凹陷地层圈闭 105 个,发现地层超覆及潜山油气藏在个数上占东营凹陷地层油气藏的 92.5%。在统计工作的基础上,分析了这两种油气藏的油藏特征及成藏条件,并重点剖析了 2 个有代表性的地层超覆和潜山油气藏的成藏控制因素。研究表明,对于油源充足的东营凹陷地层油藏来说,其形成与分布的关键因素在于以下 4 方面:①大型构造背景和地层超剥带的分布;②多类型复合输导体系;③优质储集层;④成藏期成藏要素的有机配置。

关键词:东营凹陷 地层油气藏 成藏特征 主控因素

东营凹陷是济阳拗陷内的一个二级负向构造单元(图 1),其构造发育阶段总体可以分为断陷期、断—拗转换期和拗陷期。其中断陷期包括断陷初始期(孔店组沉积时期)、断陷发展期(沙四段沉积时期)和断陷鼎盛期(沙三段至沙二下部沉积时期);断—拗期包括断陷萎缩期(沙二上至沙一段沉积时期)、构造反转期(东营组沉积时期)和拗陷初始期(馆陶组上部沉积时期)。由于东营凹陷断—拗过渡期特殊的地质环境,如主断裂活动性的降低、盆地沉降和充填方式的转变、盆地对称性的结构特点等,在沉积充填过程中地层超覆和剥蚀对油气形成的作用更加突出,各类地层型圈闭十分发育,成藏条件极为有利,潜在地质储量十分可观^[1]。但相对于构造油气藏和岩性油气藏,该地区地层油藏的成藏特征、成藏主控因素等机理性研究明显滞后,严重制约了下一步的勘探部署。深入地层油气藏的理论研究并应用于实际勘探是东营凹陷,乃至济阳拗陷增产稳储的又一主力方向。

1 东营凹陷地层油气藏分布特征

本次统计东营凹陷地层圈闭 105 个,其中包括不整合遮挡圈闭 8 个,古潜山 50 个,地层超覆圈闭 47 个,分别分布在东营凹陷内金家、尚店、单家寺、郑家、王庄—宁海地区等近 10 个油田(图 1)。从统计的个数来看,地层超覆和潜山油气藏是东营凹陷地层油气藏的主要类型。统计内容包括:圈闭名称、圈闭类型、构造位置、层位、钻遇的主要井、圈闭特征、源岩特征、储层特征、储层流体特征、含油气性特征等几十项参数。统计结果显示,地层油气藏与岩性油气藏的分布特点及含油气性具有非常明显的不同。

目前已发现的地层超覆油气藏中,60% 以上的油气储量分布在北部陡坡带的陈家庄凸起、林樊家凸起和滨县凸起,30% 以上的油气储量分布在南部缓坡带广饶凸起和鲁西隆起的广饶和金家油田内(图 1)。油气藏纵向上分布较浅,主要发育在基岩凸起翼部馆陶组和沙

河街组一段（简称沙一段），深度小于1400m。有利的地层超覆油藏主要发育于盆地边缘相带4个沉积相带，即河流相、扇三角洲、水下冲积扇和三角洲。储层单层厚度小（2~10m），平均厚度大约4.40m，孔隙度20%~30%，渗透率在几百到几千毫达西分布不等，平均为 $1337 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ，储集性能好。受保存等条件影响，原油性质在埋藏越浅的地方油气越稠，密度为 $0.95 \sim 1.04 \text{g/cm}^3$ ，平均粘度大于 $2000 \text{Pa} \cdot \text{s}$ 。

作为地层不整合遮挡油气藏的一种特殊类型，古潜山油气藏是东营凹陷地层油气藏勘探的主要目标之一。东营凹陷潜山油藏集中分布在东营凹陷的南部、北部和西部边缘，在南部缓坡带发育纯化—草桥—广饶—八面河下古生界潜山；在北部陡坡带发育郑家—王庄下古生界、太古界潜山；在西部陡坡带发育尚店—平南—高青下古生界、中生界潜山（图1）^[2]。纵向上，下古生界潜山主要分布在上、下古生界之间的不整合和古近系—新近系与下古生界之间的不整合面上，对应深度分别在浅层1000~1700m和深部大于2500m。储层岩性为属于碳酸盐岩的石灰岩和白云岩，石灰岩中孔隙类型为沿裂隙、缝合线的溶蚀扩大孔、晶间溶孔；白云岩孔隙类型主要是晶间孔、晶间溶孔、粒间溶孔以及不受组构限制的溶蚀扩大的孔、洞、缝等。储集空间具有明显的非均质性，孔隙度为5%~28%、渗透率在0.1到几百毫达西。油藏流体性质受油气成藏条件及油气藏的后期变化而不同。总体上看，残丘潜山油气藏原油性质较差，其他类型原油性质较好；高位潜山原油性质较差，中位潜山和低位潜山原油性质较好^[3]。

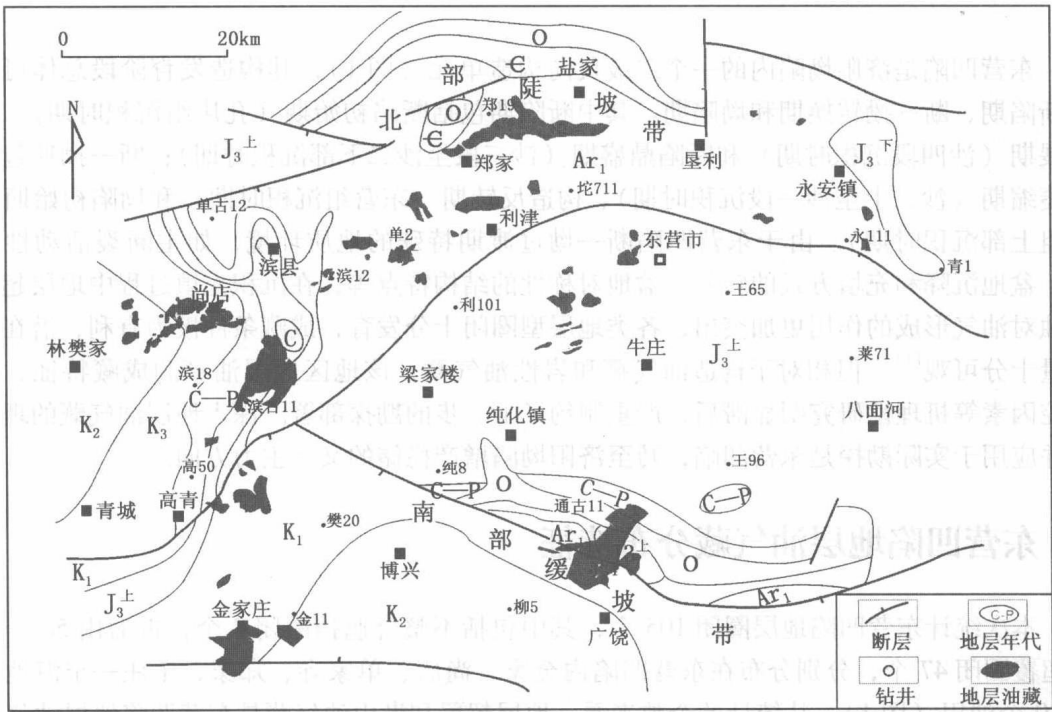


图1 东营凹陷剥新近系古地质图及现今地层油藏分布

2 典型地层油气藏剖析

2.1 典型地层超覆油藏剖析——单2油气藏（沙一段）

单2块位于单家寺油田的东部，东部和南部与利津油田和滨南油田相邻（图1）。主要

含油层位为沙一段储层，主要钻遇单 9 井、单 2 井、单 51 井、单 102 井和单 54 井。目前，单家寺油田沙一段稠油层含油面积为 13.5km^2 ，平均含油饱和度为 58.6%，地质储量为 $6604 \times 10^4\text{t}$ 。

2.1.1 构造特征

单家寺油田是受基岩控制，向北抬升，向南东西，倾没的鼻状构造，即单 16 鼻状构造和单 2 鼻状构造，两个鼻状构造中间为一鞍部。鼻状构造被断层切割而复杂化，东部单 2 鼻状构造较简单，西部单 16 鼻状构造较复杂，本区断层目前发现 33 条，按其方向可分为 3 组，一组为东西向断层，一组为北东向断层，对本区的地质沉积和油气运移都有控制作用。另一组断层对油气有遮挡作用（图 2）。

2.1.2 储层特征

馆陶组地层有下粗上细的特点，馆下段以砂砾岩为主，夹薄层红色泥岩。砂砾岩多为厚层状，分选差的不等粒砂岩，砂岩底部含泥砾，有明显的冲刷现象，与下伏地层（沙一段）呈突变接触，界限清晰。沙一段岩性主要以厚层状砂砾岩为主，砂砾岩多呈正韵律，本段地层向凸起方向变薄，表现为上部剥蚀，底部超覆与下伏地层呈不整合接触（图 2）。本区在沙二段末期地层开始上升，地层遭受剥蚀以后，湖盆又不断下沉扩大的基础上沉积了沙一段地层，因此层层向凸起方向超覆减薄，油层厚度也随着减薄。

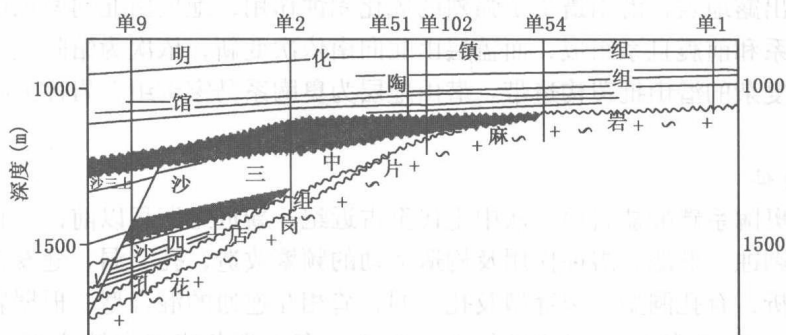


图 2 单 9 井—单 1 井地层超覆油藏剖面图

油气分布与沉积相带有着密切的关系。沙一段砂砾岩主要由 3 个水下扇组成，即单 2、单 6 和单 62—单 17，它们叠合连片呈裙带状分布，向湖盆内延伸，油气主要分布在扇体核部，核部油层可达 113m（单 2—单 5），夹层较少。向侧缘和前缘砂砾岩体分叉尖灭，厚度变薄，夹层多，单层厚度变小，油层厚度随着急剧变薄。储层物性好，平均孔隙度 30.6%，平均渗透率 $848 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ，平均碳酸盐岩含量 11.2%。

2.1.3 油水性质特征

该油藏沙一段储层密度平均为 0.9879g/cm^3 ，粘度一般为 $5700\text{ mPa} \cdot \text{s}$ 。地层水矿化度在 $2059 \sim 17808\text{mg/L}$ ，一般为 15000 mg/L 左右，水型主要为氯化钙型和碳酸氢钠型。

2.2 典型古潜山油藏剖析——草古 119 块油藏（奥陶系）

草古 119 块位于广饶潜山带西段东部，北为牛庄洼陷。该块油藏属于奥陶系碳酸盐岩储层，油藏钻遇广 1、草古 119 和草古 121 井，含油面积 5.8km^2 ，有效厚度 9.7m，含油饱和度 75%。试油日产油 6.1t，后来日产油不断升高，最高达 20t 左右，累计产油 308t。

2.2.1 构造特征

该区块所在的广饶潜山，在印支运动末期受区域的挤压应力场的作用，形成了北西走向

的草桥——广饶宽缓背斜。中生代早期的燕山运动第二幕产生了潜山的油源断层——石村断层，由于断层的掀斜作用，其上升盘强烈隆起并受剥蚀，大部分地区缺失了石炭—二叠系，形成了凸起和洼陷相间的构造格局，广饶凸起处于凸起的正向构造单元。至喜马拉雅运动末期，在经历多次运动之后，开始稳定下降，接受了馆陶组、明化镇组和第四系沉积。古潜山地层北倾，整体呈一南高北低的大型斜坡，地层倾角 $10^{\circ} \sim 30^{\circ}$ （图 3）。

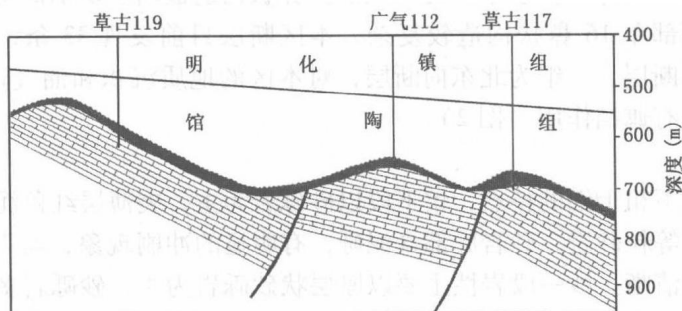


图 3 广饶潜山西段草古 119 井—草古 117 井油藏剖面图

2.2.2 地层特征

由于长期出露地表，潜山遭受了强烈的风化剥蚀作用，地层由北向南依次变老，分别由奥陶系、寒武系和前震旦系组成，而盖层由北向南依次变新，依次为馆陶组和明化镇组，形成了接触关系复杂的潜山批覆构造带。潜山地层为奥陶系马家沟组，岩性为石灰岩及豹皮灰岩。

2.2.3 储层特征

由于本区奥陶系碳酸盐岩地层从中生代至古近纪—新近纪沉积以前，一直出露地表，长期遭受风化、剥蚀、淋滤、溶蚀作用及构造运动的频繁改造，孔、洞、缝发育。从储集空间组合形式上分析，有孔洞型、裂缝型及孔、洞、缝相互连通的混合型。根据岩心观察，裂缝十分发育，平均 $5 \sim 7$ 条/m，裂缝以构造缝为主，多为高角度斜交缝或直立缝，开启程度 $20\% \sim 30\%$ 。含油裂缝主要为高角度斜交缝。

风化壳储层在平面上连片分布，在纵向上具有一定的厚度，钻井揭示厚度一般为 $10 \sim 20\text{m}$ 。根据岩心观察，结合风化壳的岩石结构、孔隙发育特征及储油性能等，可将风化壳划分为 5 个带，自上而下为：①粘土角砾岩带：分布在风化壳的最顶部，岩性以灰色粘土、灰绿色粘土混杂，并含石灰岩角砾；②裂隙角砾岩带：分布在粘土角砾岩带之下，石灰岩破碎成角砾，角砾间充填方解石及石灰岩，裂缝发育，局部发育溶蚀孔隙及自生方解石，含油性能好，是极好的储层；③裂缝—溶蚀孔隙带：位于裂隙角砾岩带之下，石灰岩溶蚀孔隙发育，裂缝开启或被方解石半充填，溶蚀孔洞常沿裂缝呈串珠状分布，二者之间连通性好，是极好的储层；④微孔隙带：位于裂缝—溶蚀角砾岩带之下，石灰岩微孔隙发育，亮晶—微晶胶结物被溶蚀，形成为溶蚀孔，为较好储层；⑤致密灰岩带：是风化壳的最底层结构，为没有受到地下水溶蚀的致密灰岩，一般不具备储集性能。

2.2.4 流体性质及压力系统

根据草古 119 井试油资料，原油密度 0.9871g/cm^3 ，粘度 $2619\text{mPa} \cdot \text{s}$ (80°C)，地层水为 CaCl_2 水型，总矿化度为 12914mg/L ，氯离子含量为 7865mg/L 。原始地层压力以常压系统为主，压力系数一般为 1.0 左右。

3 油气藏形成与分布的主控因素分析

东营凹陷沙四上亚段和沙三段是两套有明显差异的有效烃源岩,各洼陷中心即为油源中心。东营凹陷油气聚集基本规律是油气生成、运移、聚集以盆地内的洼陷为单元,油气藏在平面上围绕生油中心呈环带状分布,从生油中心向外,依次为岩性油气藏、构造油气藏和地层类油气藏,盆地边缘油性变稠且往往有气环。依据三次资源评价成果,东营凹陷油气资源总量为 $38.4 \times 10^8 \text{t}$,除探明以外的剩余资源量为 $15.7 \times 10^8 \text{t}$,剩余资源丰度为 $30 \times 10^4 \text{t/km}^2$ 。从这个角度来讲,东营凹陷地层油气藏的形成,主要决定于油气运、聚的条件。

3.1 大型构造背景和地层超剥带的分布

构造高点是油气的有利指向区,鼻状构造内的冲沟、古地形洼地及坡折带是超覆油藏发育的有利场所,平面上油气沿构造带呈环状分布。如郑家—宁海地区在中晚渐新世断—拗过渡期存在着东西两个构造高点,即郑家潜山和宁海鼻状构造,成为油气运移的主要指向。这两个构造高点与该期地层的大规模超覆尖灭相配合,形成了顺沿鼻状构造分布的地层为主的圈闭群,其中,郑家潜山南翼的地层圈闭,即是由沙一段地层超覆尖灭于郑家潜山而形成。宁海鼻状构造从低部位向凸起方向,主要的圈闭类型包括:断层遮挡圈闭(如坨822井区)、地层—断块圈闭(如郑斜41井区)、地层超覆圈闭(如郑36井区)。这些圈闭类型围绕鼻状构造分布,组成了地层圈闭为主的圈闭群,成为油气聚集的基本条件(图4)。

东营凹陷形成了沙三段地层的分布范围大于沙二段的、沙二段的分布范围小于沙一段的、沙一段地层的分布范围又大于东营组的、而馆陶组的地层覆盖了沙三、沙二、沙一和东营组地层的超剥样式。东营南部的超剥带宽缓,地层、岩性变化慢;而北部超剥带狭窄,地层产状陡,岩性变化急剧,发育冲积扇砂砾岩体及粒屑灰岩。超剥带常与古潜山具有较强的伴生关系。这是因为古潜山的斜坡对沉积起到了类似于湖盆边缘斜坡的作用,不论在盆地边缘的广饶潜山、郑家潜山,还是在盆地中间的平方王潜山,均见到该种伴生现象。2002—2004年,草桥—广饶凸起北坡地层超剥带共落实圈闭面积 67.3km^2 ,预测有利面积为 22.3km^2 ,地质储量为 $2600 \times 10^4 \text{t}$ 。

3.2 多类型复合输导体系

油气运移聚集的输导体系是指连接源岩与油气藏的油气运移通道的空间组合体,其静态要素主要包括:骨架砂体(储层)、层序界面(不整合面)、断层及裂缝。这里把油气运移聚集的输导体系组成概括为单一型输导体系(以骨架砂体、断层及不整合面为主)和复合型(三大类单一通道组成的复合体)输导体系。东营凹陷生油洼陷范围内以超压分布为主,压力系数大于1.3,最高可达1.78以上。因此,凹陷边缘及凸起地区既有区域上倾引起的油气运移动力,又有高异常压力的复合油气运移动力条件。

如王庄—宁海地区发育了4个明显的地层不整合面,分别连通到不同成因类型储集体所构成的圈闭中,其中基岩古断剥面的风化壳厚度最大可达300m以上(郑4井),可成为非常好的油气储层,也是非常好的输导层;另外,沙四、沙三段厚度巨大的砂砾岩扇体,侧向上尖灭于洼陷内的生油岩中,郑南和胜北断裂构造,断层落差大,活动时间长,沟通了油源与本区存在的多个不整合面。这些都是该地区油气大规模运移聚集的有利条件(图4)。

3.3 优质储层

储层是油气聚集成藏必需的基本要素,其发育类型、内部结构、分布范围及物性变化规