

DONGYING AOXIAN XINANBU YOUQI KANTAN YU KAIFA

东营凹陷西南部 油气勘探与开发

DONGYING AOXIAN XINANBU

YOUQI KANTAN YU KAIFA

DONGYING AOXIAN XINANBU

YOUQI KANTAN YU KAIFA

荣启宏◎主编

石油工业出版社
PETROLEUM INDUSTRY PRESS

东营凹陷西南部油气勘探与开发

荣启宏 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书共收集 42 篇论文,集中反映了近年来科研技术人员及部分对外合作的专家、教授对东营凹陷西南部博兴复式油气区的研究成果,包括油区成藏系统、滚动勘探、三维地震、油藏描述、特种油气藏、油层保护、三次采油、计算机应用及注采工艺等方面的技术方法与成果;其中 32 篇已在国家与省部级科技刊物上发表,其余 10 篇为该区近年来重大的优秀科研合作项目成果。

本书内容翔实,资料丰富,是认识与研究东营凹陷西南部复式油气区——博兴洼陷的重要窗口,可供从事石油地质科研与生产人员及院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

东营凹陷西南部油气勘探与开发/荣启宏主编.

北京:石油工业出版社,2002.5

ISBN 7-5021-3772-6

I.东…

II.荣…

III.含油气区-油气勘探-东营市-文集

IV.P618.130.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 031108 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)

河北省徐水县印刷厂印刷

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—900

2002 年 5 月北京第 1 版 2002 年 5 月河北第 1 次印刷

ISBN 7-5021-3772-6/TE·2751

定价:42.00 元

序

石油与天然气是当今十分重要的战略物资，在人们的日常生活及国家与地区的安危中扮演着重要的角色。由于地史演变的客观非均一性，铸就了地球油气分布与国家及地区间需求的非一致性的矛盾，尤其是现代文明的高速发展与地区间发展的不平衡性，全球油气地区分布与需求的非一致性的矛盾更加突出，地区局势紧张与冲突无不直接与间接地与油气利益分配相关联。因此，油气是世界各国争先分享与开发的资源，并由此大大地推动了该领域科技的发展与技术的不断更新，使世界油气资源量呈现出多个增长峰头，为世界经济增长与人们生活水准的提高做出了显著的贡献；但同时也加剧了剩余油气资源量越来越少而与进一步的高需求的矛盾，使得人们不得不充分认识与实践着如何更加经济有效地在提高新区勘探水平的同时，提高老油田的滚动勘探与采收率的水平。

知识源于生活，创新源于实践；油气田的勘探与开发是一项高风险、高投资与高效益的产业，其效益的有效支撑为科学技术，尤其是油区勘探与开发的中后期，更是与高精尖的实用技术分不开，因此其应用技术得到了迅猛的发展，是当今世界工业技术经济的重要组成部分，因此该领域技术与信息的交流更是迅猛。东营凹陷西南部是一个油气丰度低且地质成藏等条件十分复杂的地区，在一代又一代人的努力攻关与拼搏下，形成了年产油百万余吨规模的石油生产基地，这是一个了不起的成就；尤其是油区进入勘探与开发的中后期，困难很多，但取得了许多重要的认识与研究成果，并获得了显著的社会效益、经济效益。

本书优选的 42 篇文章，正是他们理论研究与实践总结的一部分成果，代表了我国石油领域一线专业技术人员智慧与创新能力的一个缩影，其内容丰富，专业面宽，其编撰成书在国内（外）公开出版发行，目前国内是不多见的，值得石油领域的地质科研与生产人员及院校师生学习借鉴。为了我国石油工业的持续稳定发展，尤其是入世后与国际接轨，本书的公开出版发行应值得关注与框扶。

中国科学院院士



2001.12.6

《东营凹陷西南部油气勘探与开发》是一本内容丰富、资料翔实、理论与实践并重的专著，它凝聚了作者们多年从事勘探与开发而付出的艰辛劳动和智慧，具有很好的实用参考价值！

我作为一名老石油工作者，为本书的正式出版发行表示热忱的祝贺！

陈元平 教授

2001.12.9

北 京

加強隱蔽油藏研究
提高老井勘探水平

李五龍

辛巳年冬

加强老油田研究
提高老区采收率

李阳

2002.1.10

前 言

东营凹陷西南部面积约 2200km²，地跨博兴、高青、桓台、邹平、滨州四县一市。该区自 1965 年在博兴洼陷东北部纯化古鼻状构造钻探通 5 井沙四上段获商业性油流以来，二维数字地震已基本覆盖全区，测网密度 600m×1200m，三维地震覆盖 1960km²，占工区面积的 89.1%，至 2001 年底完钻探井近 500 余口，发现并投入开发下第三系 9 个油田和 1 个气田，共计探明含油与含气面积分别为 232.5km²、43.4km²，探明石油与天然气储量分别为 2.31×10⁸t、29.3×10⁸m³（含非烃气）。该区生储盖体系是以下第三系砂泥碎屑岩系列为主体的滨浅湖—深湖相沉积，主要生油层位是沙三段、沙四段，门限深度 2200m，温度 93℃，烃源岩类型为Ⅱ类，镜质组反射率为 0.44%，储层类型主要为浊积、滨浅湖、三角洲与水下扇等砂（砾）岩体；资源评价结果表明，该区油气聚集量为 4.5×10⁸t，探明程度近 50%；1986 年建立纯梁采油厂，目前油区年产油近 110×10⁴t，年产气约 0.26×10⁸ m³。

该区烃源岩的主体位于博兴洼陷，其有机质品位与丰度在含油丰富的东营凹陷中属较低的，同时该区地质构造、储层及成藏等因素复杂，油气藏有构造、岩性、地层及多因素的复合等类型，而且火成岩遮挡、火成岩裂缝及泥岩裂缝等特种油气藏类型也有所发现。在已探明的储量中，以小断块、薄互层、低渗透、稠油与出砂等油藏占了很大的比例，近年来的滚动勘探目标也主要是隐蔽岩性油藏，由此我们的勘探与开发面临着前所未有的困难；在此攻坚啃硬的实践中，锻炼了我们的广大科技人员，提高了其综合科研的能力与水平。本书优选的 42 篇文章，为近年来科研技术人员及部分对外合作的专家、教授对该区的研究成果，其中 32 篇已在国家与省部级等科技刊物上发表，其余 10 篇为该区近年来重大的优秀科研合作项目成果，内容涵盖了油区的勘探、开发及生产工艺，涉及物探、地质、油藏、采油、计算机及油田化学等专业；内容翔实，资料丰富，必将为进一步提高该区的勘探与开发水平起到承前启后、引路出新的作用；同时，为从事石油地质科研与油气开发的同行及院校师生认识与研究东营凹陷西南部复式油气区提供一重要的窗口。

编 者

《东营凹陷西南部油气勘探与开发》

编 委 会

主 任 荣启宏

副主任 王志刚 李道轩 宋建勇 徐 亮 冯延状

委 员 荣启宏 王志刚 李道轩 宋建勇 徐 亮

冯延状 蒲玉国 王志杰 曲乾生



作者简介

荣启宏

男，1957年

生，山东省肥城市人，高级工程师；1982年毕业于华东石油学院石油地质专业，先后担任地质副所长、厂副总地质师、总地质师、副厂长等职，现任中石化胜利油田有限公司纯梁采油厂厂长。自工作以来长期从事油气勘探开发的研究与管理等工作，为油区增储上产与持续稳定的发展起到了中坚作用，并做出了突出的贡献。先后完成与主持完成部局级科研及推广项目19项；获国家储委奖2项，原中国石油天然气总公司滚动勘探奖1项，高效油田开发奖1项；先后被评为“胜利油田科技英才”、局级专业技术拔尖人才；获局科技进步等奖项16次、胜利油田“地学开拓奖”1次；在《石油学报》等核心刊物上发表论文11篇、译文1篇、全国石油学术会议上交流论文2篇。

目 录

第一篇 油气地质

东营凹陷西南部地区油气藏形成与分布规律

..... 荣启宏 蒋有录 宋建勇 胡冬亮 谭丽娟 (3)

东营凹陷西南部滚动勘探开发潜力分析 荣启宏 (18)

梁家楼远岸浊积体系 李筱瑾 (26)

复杂断裂油田小构造研究模式 荣启宏 (38)

博兴洼陷高 7 井泥岩裂缝油藏成藏特征浅析

..... 宋建勇 蒲玉国 石世革 袁光祥 郭耿生 (47)

箕状凹陷斜坡带油藏分布特征与描述模式——以东营凹陷西南部南斜坡为例

..... 荣启宏 宋建勇 蒲玉国 徐 亮 李桂芬 (52)

东营凹陷地质构造问题研究 李筱瑾 (63)

高青油气田成藏特征研究 荣启宏 蒋有录 宋建勇 谭丽娟 胡冬亮 (70)

正理庄油田南区火成岩遮挡油藏特征 ... 宋建勇 冯延状 蒲玉国 周明军 陈捍卫 (79)

梁家楼一纯化沙二段小型隐蔽油藏的滚动开发 荣启宏 周传宏 (84)

梁家楼油田勘探历程 李筱瑾 (90)

东营凹陷大芦湖地区成藏特征研究 毛振强 韩宏伟 青 强 林松辉 (95)

纯西地区侵入岩特征及其与沙二段油藏的关系 胡冬亮 李筱瑾 (104)

纯化镇油田带状砂岩岩性油藏研究 李筱瑾 (107)

梁家楼沙二段油气成藏特征及滚动勘探潜力研究

..... 荣启宏 陈丙申 李道轩 徐 亮 胡冬亮 (115)

第二篇 油气开发

火成岩遮挡油藏特征及滚动勘探开发实践 荣启宏 (123)

特低渗透油藏樊 128 块水力压裂工艺技术研究

..... 王志刚 杜文贞 张钦希 王志杰 韦修海 (135)

复杂断裂低渗透薄互层纯化油田开发模式

..... 荣启宏 李道轩 宋建勇 蒲玉国 赵淑霞 (141)

酸化磁化振荡增注工艺的应用 王志刚 曲乾生 张钦希 冯延状 王 军 (147)

梁家楼油田高含水期综合挖潜技术与实践 李道轩 徐新丽 宋桂茹 (151)

纯梁低渗透油田延长油井免修期的配套工艺技术

..... 王志刚 曲乾生 武梅英 王 宇 宋 黎 (160)

大芦湖油田滑塌浊积油藏滚动开发研究与实践 ... 陈凤莲 青 强 宋建勇 李春芹 (164)

水井大修原因分析及预防措施 王志刚 杨丙飞 王 军 王福勇 (175)

正理庄油田微生物驱油矿场试验及效果评价 李道轩 杜文贞 杨广雷 王 健 (180)

三维地震在纯化油田开发潜力研究中的应用

..... 宋建勇 蒲玉国 胡冬亮 冯延状 厉波 (185)

大芦湖油田樊 124 块 CO₂ 驱油可行性研究

..... 徐亮 李相远 毛振强 李刚连 王福勇 (191)

水驱气藏识别方法的对比及讨论 李道轩 刘蜀知 黄炳光 (198)

高 53 块 CO₂ 气藏开发中几个关键问题探讨

..... 徐亮 毛振强 王凤胜 生如岩 张云龙 (203)

同离子效应对酸岩动态反应速度的影响 李道轩 任书泉 赵立强 (208)

花沟气田提高采收率技术研究 冯延状 毛振强 生如岩 杨永贵 (214)

纯化油田精细油藏描述与开发实践 宋桂茹 赵淑霞 李道轩 宋建勇 蒋青松 (222)

纯梁油田储层敏感性分析与评价 李春芹 李道轩 徐亮 郑希敏 陈凤莲 (230)

数模技术在樊 29 块 4 砂组特低渗透油藏中的应用 吴忠新 青强 王斌 (237)

流体势原理在注水油田开发中的潜力区研究与应用

..... 蒲玉国 李道轩 徐亮 于红军 (243)

正理庄沙一段水体能量研究 徐亮 陈捍卫 侯健 张云龙 (250)

甲醛/氟化铵/有机羧酸盐酸化液的性能研究与矿场试验

..... 曲乾生 韦良霞 冯延状 王志杰 王云亭 (257)

油井化堵提高梁南区采收率的实践与认识

..... 杜文贞 杨广雷 陈伟 袁新平 王建 (262)

抽油机无级调速电机的研制与应用 王俊 乜冠祯 杜华 宋黎 刘瑞卿 (267)

纯化油田回注污水处理技术研究 韦良霞 姜慧 肖英玉 杨丙飞 刘希华 (271)

油田污水中钢铁的腐蚀控制研究 杨丙飞 肖英玉 任丽 程蓉 (278)

纯化油田油层保护技术的推广应用 冯浦涌 杜文贞 张钦希 孙志国 封卫强 (281)

稳定态二氧化氯在砂岩油藏酸化中的试验和认识

..... 张钦希 孙治国 冯浦涌 韦修海 曲乾生 (287)

第一篇

油气地质

东营凹陷西南部地区油气藏形成与分布规律

荣启宏 蒋有录 宋建勇 胡冬亮 谭丽娟

摘 要 本文分析了东营凹陷西南部地区油气藏形成的基本条件,利用含油气系统和油气成藏系统方法划分和初步评价了该区的成藏系统及子系统,探讨了该区的成藏动力学机制,总结分析了该区的油气分布规律及其主要控制因素。研究区具有油源较充足、储层及圈闭发育、封盖保存条件好等成藏有利条件,是东营凹陷含油气系统的一部分。不同成藏系统的油气来源、成藏要素及成藏动力学机制不尽相同。研究区的成藏动力学机制可分为自源封闭成藏动力学机制和它源开放成藏动力学机制。该区纵向上含油气层位多,油气的富集层位具有东、北部深,西、南部浅,东、北部相对富油,西、南部相对富气的特点。不同成藏系统油气富集的控制因素不同,区域构造背景控制油气运移的指向,正向构造带控制了油气的运聚,馆陶组泥岩盖层对西部及南部地区油气富集有重要控制作用。

关键词 成藏条件 油气运移聚集 含油气系统 成藏动力学 油气分布 东营凹陷

一、地质背景

东营凹陷西南部地区在构造上处于渤海湾盆地东营凹陷的西南部,南抵鲁西隆起,东部和北部分别为东营凹陷的牛庄和利津洼陷,西与惠民凹陷相接,包括博兴洼陷及其周围的青城凸起、青城北坡斜坡带、纯化—梁家楼地区,简称博兴地区,即纯梁采油厂所辖勘探范围。研究区西北部以黄河为界,南到金家一带,西部至青城、花沟,东至纯化、梁家楼等油田,勘探面积 2200km²。目前该区已发现高青、大芦湖、正理庄、金家、乔庄、小营、梁家楼、纯化、博兴等 9 个油田和花沟气田(图 1)。

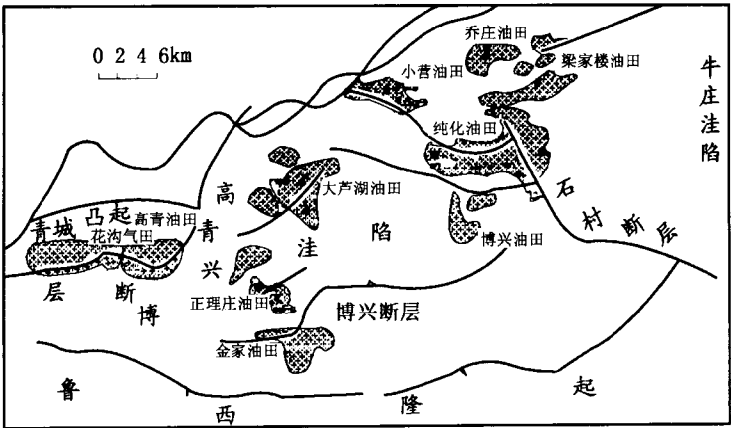


图 1 博兴地区构造地理位置及油气田分布图

博兴地区的主体部分是博兴洼陷，它是东营凹陷西南部的一个次一级构造单元。洼陷东西向呈地堑式，南北呈箕状；洼陷平面上呈三角状，其南部缓坡为底边，石村大断层和高青大断层为另两个边，为一独具地质特征的地堑式洼陷。四周分布有青城凸起、广饶凸起、鲁西隆起，东部和北部分别经草桥—纯化潜山带和平方王潜山带与牛庄洼陷和利津洼陷相邻；洼陷的形成演化同东营凹陷具有不可分割性，其形成主要受高青断裂和石村断裂控制。

研究区主要发育了高青、石村、博兴三条主要断层，它们对于该区的构造演化、地层发育及油气聚集起了至关重要的作用（图1）。高青大断层是博兴地区西部一条长期继承性活动的基底大断层，为一级铲式边界正断层。它不但控制着青城凸起和博兴洼陷的形成和演化，而且控制着下降盘生油洼陷的展布、同生构造的形成以及上升盘潜山及披覆构造的发育，同时还是重要的油源通道，对油气聚集起着重要作用。

博兴洼陷及周缘地区发育若干个二级构造带。除青城凸起及北部斜坡带外，根据断层的发育和地层的分布特征，博兴洼陷及相关地区可划分为1个负向二级构造带和7个正向二级构造带，即博兴洼陷、高青断裂构造带、博兴断裂构造带、纯化—草桥断裂构造带、梁家楼—史南断裂带、金家缓坡超剥带、金家—樊家鼻状构造带、纯化—草桥鼻状构造带。博兴地区的油气聚集明显受正向二级构造带的控制，形成了以正向构造带为背景的多个油气聚集带。

二、油气藏形成的基本条件

油气藏形成的基本要素包括烃源岩、储层、盖层、生储盖配置、圈闭特征等静态条件。博兴地区发育2套烃源岩和多套储层，发育多套盖层及生储盖组合，圈闭类型多样，具有较为优越的油气藏形成条件。

1. 烃源岩特征

博兴地区处在渤海湾盆地油气最富集的生油凹陷—东营凹陷的西南部，其油气来源涉及利津、牛庄和博兴3个洼陷，其中利津和牛庄洼陷属于生油条件最好的一级洼陷，博兴洼陷属于二级洼陷。

博兴地区所涉及的3个洼陷发育沙四上段和沙三段2套有效烃源岩层。博兴地区沙四段上部沉积厚度中心位于洼陷中北部，烃源岩厚度一般为100~250m，中心区厚度较相邻的利津洼陷、牛庄洼陷薄50~100m。沙四上烃源岩层以灰质泥岩、深灰色泥岩为主，夹薄层油页岩、白云岩、白云质灰岩、鲕状灰岩、膏岩，富含生物化石，层间层理发育，是静水浅湖半咸水型沉积环境的产物。沙四上烃源岩有机质含量丰富，有机碳含量一般为3%左右，氯仿沥青“A”一般大于0.2%，富含藻类的腐泥型有机质。从有机质的组成及各项地化指标看，东营凹陷南斜坡地区沙四上具备生成大量低成熟油及成熟油气的能力，1500m即达到生烃门限深度，形成大量石油^[1]。

沙四上烃源岩的生物标志化合物中，具有较强的植烷优势，具有丰富的伽马蜡烷， T_m/T_s 值较大。因此，植烷优势及较强的伽马蜡烷含量是沙四段烃源岩特有的生物标志化合物特征。

沙三段烃源岩是东营凹陷最重要的烃源岩，主要集中于沙三中下段。沙三下亚段烃源岩以灰褐色油页岩夹深灰色泥岩为主，烃源岩围绕利津、民丰、牛庄和博兴4个沉积中心广泛分布，厚200~300m，形成于潮湿、微咸水深水环境。沙三中亚段烃源岩主要为灰色、深灰色块状泥岩夹油页岩，形成于三角洲快速堆积的前三角洲亚相。该套烃源岩厚度大，分布广

泛，有机质含量丰富，有机质类型以腐泥型为主，其次以腐殖—腐泥型为主，有机质演化程度较高，大多数地区的埋深超过门限深度 2200m，可提供大量成熟油气。

根据牛庄洼陷牛 38 井、牛 20 井及东营南斜坡沙三段烃源岩地化分析，显示均具有相似的生物标志化合物特征。姥鲛烷优势及微弱的伽马蜡烷含量是沙三段烃源岩层特有的生物标志化合物特征。

根据烃源岩与原油地球化学特征，可将博兴地区已发现的原油大致归为“沙三型”和“沙四型”。东北部的梁家楼、乔庄、小营、大芦湖等油田的原油具有姥鲛烷优势及微弱的伽马蜡烷，表现出与沙三段烃源岩有着密切的亲缘关系；西部高青油田和东部博兴油田的原油具有高植烷、中高伽马蜡烷的特点，同沙四段烃源岩层相一致；而中南部地区的正理庄、金家油田以及东部的纯化油田，不同层系的原油来源可能不同，沙三、沙四段含油层系中的原油主要来自本层系（图 2）。因此，可将博兴地区的原油来自于沙三段或沙四上烃源岩。很多情况可能是二者的混合，即多数油田的油气具有沙三和沙四两种来源，为沙四上和沙三段的混合型油。

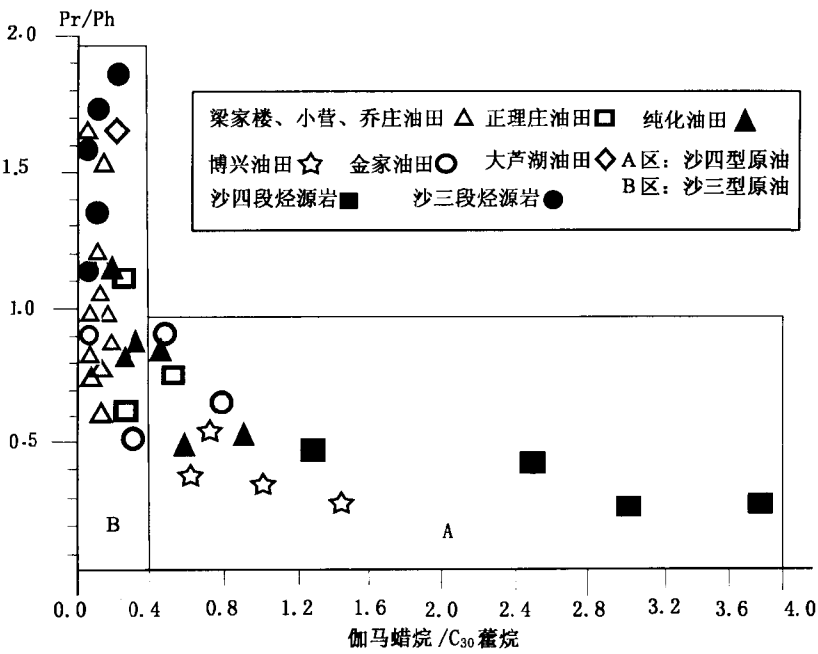


图 2 博兴地区原油、烃源岩的 Pr/Ph 与伽马蜡烷/C₃₀甾烷关系

2. 储层特征

博兴地区各类储层非常发育，发育有中生界、下第三系孔店组、沙四段、沙三段、沙二段、沙一段、东营组以及上第三系馆陶组等多套储层。在博兴地区中西部地区，沙河街组发育高青砂体、樊家砂体、正理庄砂体、金家砂体等多个砂岩体，为该区的油气聚集提供了足够的空间。另外，在西部地区还发育火成岩储层。

孔店组储层主要分布于高青大断层下盘青城凸起以北的超剥带。储层以厚层块状粉、细砂岩为主。一般埋深小于 1300m，压实作用弱，碎屑岩储集空间类型较为单一，均为原生粒间孔隙，连通性较好，孔隙度、渗透率都较高。