

惠民凹陷盘河构造深层油气成藏条件研究

刘瑞红¹, 陈海云¹, 付建伟²

1. 中国石化胜利油田分公司胜利物探研究院, 山东东营 257022

2. 中国石油大学(北京); 油气资源与探测国家重点实验室, 北京 102249

摘要 为探明惠民凹陷盘河深部构造, 使勘探向深部拓展, 利用近期的高精度三维地震资料, 研究了惠民凹陷盘河深层的构造特征与圈闭发育规律。从油源、储层、盖层及油气运聚条件入手, 深入研究盘河构造深层成藏规律, 分析油气成藏的类型与主控因素。研究表明, 盘河构造发育了北东东向和北北东向两组断裂, 北掉断层仅在早期发育, 是局部圈闭形成的关键, 南掉断层发育较晚但长期活动, 对油气运移与成藏起主要作用。临南洼陷内生成的油气通过极为发育的断裂体系以侧向运移和阶梯状运移方式聚集到盘河深层构造圈闭中, 形成了主要以反向断块为主的复杂断块油藏, 具有很大的勘探潜力, 反向断阶带是最有利的勘探目标。

关键词 盘河构造; 深层; 成藏条件; 复杂断块油藏; 勘探潜力

中图分类号 TE122.1

文献标识码 A

文章编号 1000-7857(2010)04-0093-04

Reservoir-forming Conditions of Deep Zone in Panhe Structure of Huimin Depression

LIU Ruihong¹, CHEN Haiyun¹, FU Jianwei²

1. Geophysical Research Institute, Shengli Oilfield Branch Company, SINOPEC, Dongying 257022, Shandong Province, China

2. State Key Laboratory of Petroleum Resource and Prospecting, China University of Petroleum, Beijing 102249, China

Abstract In order to explore the Panhe structure of Huimin depression, and to extend the exploration to deep zones, the structural features and the trap distributions of deep zones in the Panhe structure of Huimin depression are studied by using the recent 3D seismic data. Reservoir-forming conditions in deep zones in the Panhe structure, the reservoir types and the controlling factors of hydrocarbon accumulation are analyzed based on oil-sources, reservoirs and conditions of hydrocarbon accumulation. It is shown that two faults with NEE and NNE trends were developed, the fault extending towards the north was developed in the early-stage, which is the key of the local trap forming, the fault extending towards the south was developed in the late-stage with the long-term fault activity, which is the main controlling factor for oil & gas migration and reservoir-forming. The oil-gas generated in the Linnan sub-sagging was accumulated into the trap of the Panhe structure as a fault system by stepping migration and late migration. Complex fault block reservoirs with reverse fault blocks were formed, which shows high exploration potentiality, and the reverse fault step zone is the most favorable exploration target.

Keywords Panhe structure; deep zone; reservoir-forming conditions; exploration potentiality; complex fault block reservoirs

0 引言

盘河构造位于济阳拗陷西部的次级构造单元——惠民凹陷的中央隆起带西部临邑大断层上升盘, 紧靠临邑生油洼陷, 是惠民凹陷油气最富集的正向构造带, 也是临盘油田主体(图1), 已发现了沙四段至馆陶等八套含油层系, 油藏埋深

1200~3400m, 目前已上报探明石油地质储量 1.65×10^8 t。惠民凹陷盘河构造已建成了储量巨大的盘河油田, 但其深层的研究程度较低, 勘探潜力不清楚, 勘探无法向深处拓展。

本区以往研究的重点主要集中在浅层沙河街组的沙四上亚段至馆陶组, 在构造、沉积、成藏条件上的研究成果较多^[1-4],

收稿日期: 2009-11-19

基金项目: 中国石油化工集团股份有限公司科技攻关项目(P04023)

作者简介: 刘瑞红, 工程师, 研究方向为地震地质综合分析, 电子信箱: lrh2008@slf.com

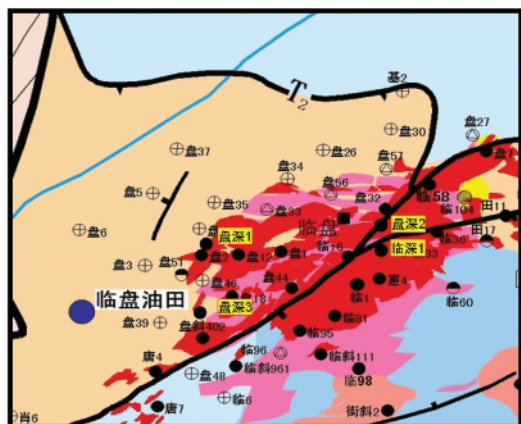


图 1 惠民凹陷盘河地区勘探形势图

Fig. 1 An exploration map for Panhe area developed in Huiming Sag

油气分布与成藏规律明确^[5-6],油气探明程度很高;而深层沙四下亚段及以下层系断层发育,断块破碎,断裂系统复杂,钻井很少,研究难度大,成果少,勘探程度和认识程度都较低。有研究对盘河地区深层孔店组等地层进行了系统划分与对比^[7-8];初步研究了断层的垂向输导模式,认识到临商断层是主要的油源断层^[9-10]。但对深层构造与油气成藏缺乏系统性和规律性的认识。基于此,本研究利用新的盘河高精度三维地震资料,运用复杂构造精细描述技术,对盘河深层的构造进行分析,划分盘河深层构造单元,落实局部构造。

1 地层特征

盘河地区深层孔店组—沙四段原型盆地为北断南超的伸展半地堑^[11],地层为盆地演化的初始沉降期的沉积,呈退积叠加特征^[6]。钻井揭示,孔三段岩性为灰绿色、紫灰色厚层玄武岩夹少量紫红色、灰绿色及灰色泥岩,砂质泥岩,顶部夹少量薄层炭质泥岩;孔二段主要是一套暗色湖相沉积,岩性为灰色、深灰色泥岩夹砂岩、硬砂岩、含砾砂岩、油页岩、炭质泥岩及煤层等;孔一段岩性为棕红色砂岩与紫红色泥岩不等厚互层,夹少量绿色泥岩。钻井还揭示,盘河构造沙四段下部以紫红色、灰色泥岩与粉砂岩互层为主。沙四段上部以灰色、灰褐色砂泥岩互层为特征,夹少量炭质泥岩。从钻井情况分析,盘河地区盘深 1、盘深 2、盘深 3 和临深 1 等 4 口井钻至孔店组地层。其中,盘深 2 和临深 1 仅钻遇孔一段,而盘深 1 井钻至孔二段顶部数十米,而盘深 3 井钻穿孔二段并进入孔三段 100m,其他钻井只有部分揭示了沙四段下部地层。

2 构造特征

利用最新的盘河高精度三维地震资料和钻井资料,对盘河深层构造进行精细的构造研究,完成了盘河深层沙四下底面(T8')、孔一段底面(T8)构造图。分析认为,盘河构造发育于盘河古生界隆起上,受一级断裂陵县—阳信断层和二级断裂临邑帚状断裂的控制,是发育于临邑断裂带上升盘的一个

大型背斜构造,内部被密集的二、四级正断层所切割。区内次级断层主要发育了北东东和北北东向二组断层,其中北东东走向断层为主要断裂,与北北东向断层相互切割形成了菱形断块构造格局,有别于中浅层的棋盘格式^[12]。在南北方向剖面上,北掉断层仅在早期沙四孔店期活动,在沙三段沉积之后已不再活动。南掉断层是主断层,但发育时间晚,断距和落差大,且明显切割了早期发育的北掉断层,对油气的形成起到了主要作用。局部地区也发育了少量与南倾断层伴生的反向调节断层,形成“上地堑、下地垒”的“花式”构造。在构造分区上,盘河深层构造与中浅层不同,背斜南翼受北掉断层切割,背斜北翼受南掉断层切割,形成了一系列的反向断块构造。可将盘河深层进一步划分为盘深 3 反向屋脊带和盘深 1—盘深 2 顺向断阶带(图 2)。东部以顺向断阶为主,西部为反向断层与顺向断层组成花式背斜。主断裂为油气优势运移通道,地层含油层位由南向北依次变浅,油气首先在反向断块富集。

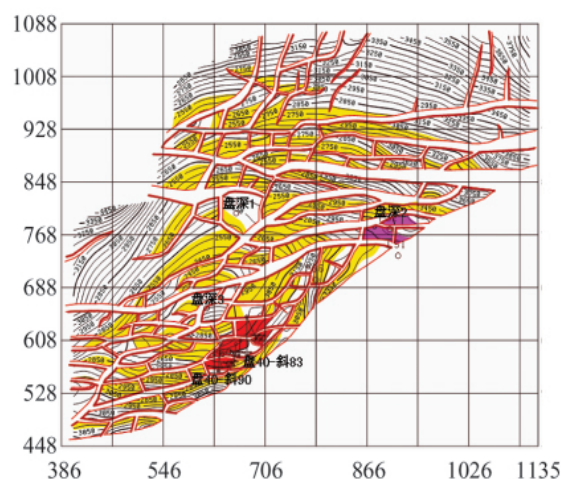


图 2 盘河地区 T8' 构造图

Fig. 2 The structure T8' for Panhe area

3 油气成藏条件

盘河构造紧邻生烃能力强、油源充足的临南洼陷,且始终处于油气运移的有利指向。盘河深层的沙四段—孔店组地层直接与下降盘的沙三段生油岩接触,洼陷内生成的油气通过发育的断裂体系运移到盘河构造中,巨厚的沙四段、孔店组可能构成“多层楼”的成油模式。复杂的断裂体系形成的构造圈闭是本区的主要圈闭类型,在断块高部位常成为油气聚集的场所,易形成复杂断块油气藏;而沙四段的砂岩上倾尖灭及扇三角洲辫状水道砂体也可形成岩性油气藏。

因此,盘河深层具备良好的储、盖组合条件,并始终处于油气运移的有利指向,油源条件十分优越。

3.1 烃源条件

临南洼陷主要发育两套生油岩系,一是沙三段烃源岩,为主力烃源岩,累积厚度大,有机质丰度高,成熟早,大面积进入生烃门限,生排烃持续时间长^[13],在临南断层下降盘的最大埋深达 4580m;二是沙四上亚段烃源岩,为较好—好烃源岩,也

具备形成工业油气藏的潜力^[14],在临南断层下降盘的最大埋深达 4960m。临南洼陷内钻探的最深一口探井——临 98 井 4700m 完钻,钻遇沙四段地层 242.5m,暗色泥岩厚度 56.5m,占地层厚度的 23.3%,岩性为深灰色泥岩、深灰色粉砂质泥岩、灰褐色油泥岩互层、深灰色页岩。单层最大厚度 10.5m,埋深在 4457.5~4559.00m,也证明了这一点。因此,盘河深层具有极为有利的油源条件。

3.2 储层条件

盘河地区沙四段—孔店组是一套上千米厚的砂泥岩互层,砂层单层厚度一般在 3m 以上,最大达 30m;岩性以粉细砂岩为主,砂岩百分含量达到 62%。沙四段—孔店组为巨厚的河流—洪积相沉积,物源来自西北部的埕宁隆起。沙四上亚段发育河流相沉积,沙四下亚段发育冲积扇沉积,孔店组为冲积—洪积相沉积。盘河地区沙四段孔店组的储集层为碎屑岩,岩性组合为砾岩、砂岩及粉砂岩。本区碎屑岩的结构成熟度和矿物成熟度都是中等偏低,一般靠近中央隆起带地区的次生孔隙发育,不同位置的碎屑岩孔渗性能差异明显,总体为高孔高渗储层。

3.3 盖层条件

惠民凹陷发育有三套大的区域盖层,即沙三中下亚段沉积的深湖相油页岩、泥岩、沙一段—东营组深湖—半深湖相暗色泥岩、上第三系馆陶和明化镇组的灰绿色泥岩,在全区广泛分布,平均厚度约 300m。盘河深层的生、储、盖组合中,沙三段中、下亚段暗色泥岩段是沙四段油气聚集的有利封堵层;在沙四上上还发育一套泥岩,也可作为良好盖层。沙三段源

岩与沙四段储层形成上生下储型组合,沙四段源岩与沙四段储层形成自生自储型组合。该区孔店组为砂泥岩互层沉积,砂岩中夹的泥岩可作为盖层。其中孔一段泥岩厚度为 299.5m,单层最大厚度 22m;孔二段泥岩厚度 256.5m,单层最大厚度 32m。

3.4 油气运聚规律

根据油气运聚规律,临邑断层的长期活动对油气的运移与聚集起着重要的控制作用。临邑断层向上断至明化镇组甚至地表,向下断开基底,既控制了明化镇组以下地层的沉积,又为油气以突发性涌流方式进入两盘圈闭提供了重要通道^[15-16]。由于惠民中央隆起带发育一系列近东西向或北东向的三、四级断层,具有较强的纵向输导能力,且临邑断层下降盘烃源岩与上升盘沙四段以及孔店组地层对置,由洼陷运移来的油气沿着临邑断层经过垂向或侧向阶梯状输导的方式进入断层另一侧的储层中继续运移,在深层有利的圈闭中聚集成藏^[2]。盘河构造紧靠的临邑大断层及其分支断层,最大落差可达 1500m,大断层的活动使上升盘巨厚的沙四段及孔店组的地层抬升到洼陷主力生油岩以上,可优先俘获油气并在有利圈闭中聚集成藏。分析临南断层两盘地层对接关系,沿着临南断层,在下降盘,沙三、沙四段的生油源最大埋深为 4960m,在上升盘的沙四下—孔店组的孔二段大多埋藏在这个深度之上,可以划分出通过断层与生油岩接触的范围。从地震剖面(图 3)看,临邑断裂带上升盘 3000ms(4400m)以上的地层均位于下降盘生油岩之上,均可能接受来自洼陷的油气。

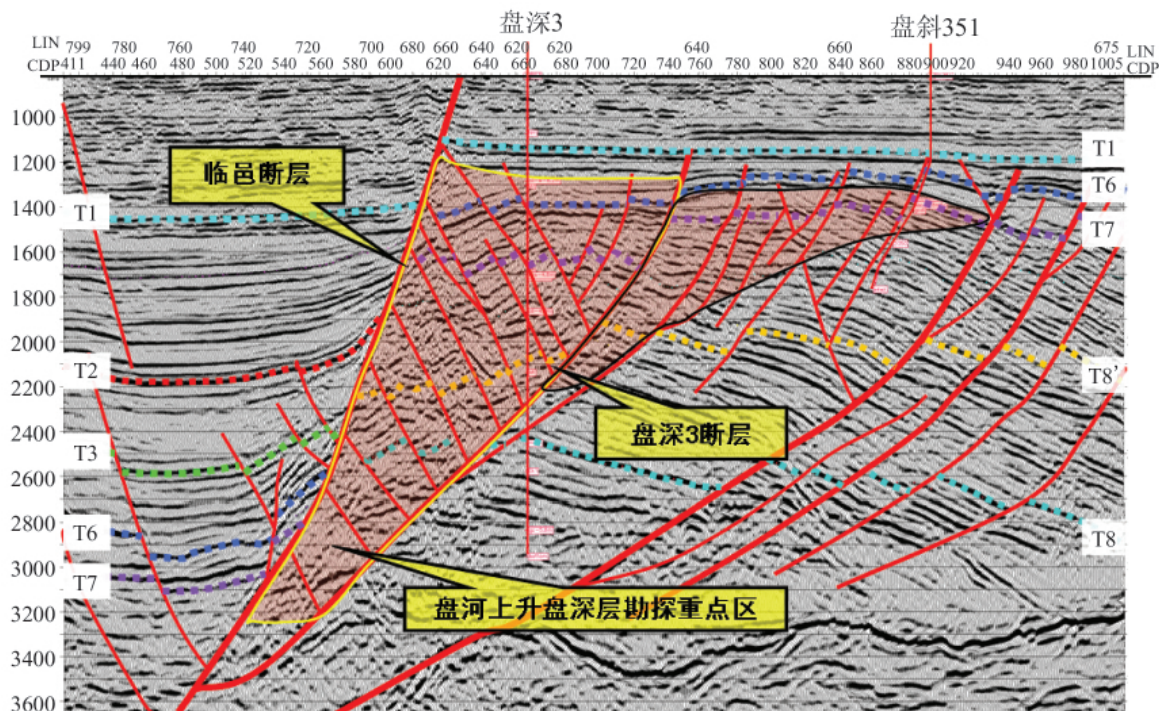


图 3 盘深 3—盘斜 351 连井剖面

Fig. 3 A cross section through Panshen 3 well— Panxie 351 well

临邑断裂在上第三系还有强烈的活动,油气的大规模运移期与临邑断裂的活动期相一致,有利于油气的纵向运移,这也是本区多层系油气富集的一个重要原因。

4 有利的勘探方向

从目前的研究看,盘河深层的油源主要为临南洼陷沙三段、沙四段生成的油气,通过临邑断层,运移至有利构造部位,形成有效圈闭。盘河深层构造为以近东西或北东走向断层为主,与近南北向的三、四级断层配置形成“棋盘式”的构造,通过分带评价,可划分出两个有利区带,即顺向断阶带和反向屋脊带。综合成藏的各个方面,临邑断层与盘深3断层控制的三角地带紧邻南部反向屋脊构造带,地层老、油源近、含油层系深、含油层段厚,是油气最富集的一类区,最具勘探潜力。而盘河西北的盘深1一带,地层新、油源远、含油层系浅、层段少,是油气评价的二类地区。下一步勘探可以立足金三角地带的一类区,甩开勘探二类区,逐步实现“盘河下面找盘河”的目标。

5 结论

盘河深层油气藏的形成与分布,与本区的构造样式、烃源条件、油气运移模式具有密切的关系。具体表现在:盘河地区深层油源丰富、储层发育,存在有利的暗色泥岩段盖层和临邑断层的输导作用,临邑断层及其分支断层作为油源断层,起着侧向、阶梯状油气运移作用,同时有利的断块圈闭为油气聚集提供了场所,为沙四段、孔店组油气藏的形成提供了有利条件。

1) 盘河深层4400m以上的地层均通过临邑断层与下降盘的生油岩接触,可能接受来自洼陷沙三段及沙四段生成的油气,油源条件极为有利。

2) 油气运移为侧向和垂向阶梯状运移,临邑断裂体系在油气运移中起重要作用,断层成为油气运移的主要通道。

3) 从构造与成藏的关系分析,本区菱形构造格局控制了深层圈闭的形成,油气藏类型以反向屋脊构造为主,可形成大规模的构造油气藏。

参考文献 (References)

- [1] 刘泽容, 信荃麟. 断块群油气藏形成机制和构造模式 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1998: 40-45.
Liu Zerong, Xin Quanlin. Forming mechanism and construction model of fault-block group oil gas reservoir [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1998: 40-45.
- [2] 田继军, 姜在兴, 赵英杰. 山东惠民凹陷沙四段上亚段层序地层与沉积特征[J]. 地层学杂志, 2009, 33(3): 291-297.
Tian Jijun, Jiang Zaixing, Zhao Yingjie. Journal of Stratigraphy, 2009, 33(3): 291-297.
- [3] 黄高健, 孙钰, 姜在兴. 惠民凹陷西部沙四段油气成藏条件分析[J]. 油气地质与采收率, 2007, 14(4): 38-40.

- Sun Yu, Jiang Zaixing, Huang Gaojian. Petroleum Geology and Recovery Efficiency, 2007, 14(4): 38-40.
- [4] 刘延峰, 李响, 董云福, 等. 临南洼陷沙四上段成藏条件研究 [J]. 内蒙古石油化工, 2007, 8: 154-155.
Liu Yanfeng, Li Xiang, Dong Yunfu, et al. Inner Mongolia Petrochemical Industry, 2007, 8: 154-155.
- [5] 谭丽娟, 蒋有录. 渤海湾盆地东营—惠民凹陷油气成藏模式和油气富集控制因素[J]. 石油实验地质, 2003, 25(4): 366-370.
Tan Lijuan, Jiang Youlu. Petroleum Geology & Experiment, 2003, 25(4): 366-370.
- [6] 李丕龙. 富油断陷盆地油气环状分布与惠民凹陷勘探方向[J]. 石油实验地质, 2001, 23(2): 146-148.
Li Peilong. Experimental Petroleum Geology, 2001, 23(2): 146-148.
- [7] 许建华, 肖焕钦, 黄梦云. 盘河地区深层孔店组石油地质特征[J]. 特种油气藏, 2001, 8(4): 8-12.
Xu Jianhua, Xiao Huanqin, Huang Mengyun. Special Oil & Gas Reservoirs, 2001, 8(4): 8-12.
- [8] 许卫平, 田海芹. 东营凹陷—惠民凹陷孔店组层序地层学研究及油气勘探[J]. 石油勘探与开发, 2000, 27(6): 28-30.
Xu Weiping, Tian Haiqin. Petroleum Exploration and Development, 2000, 27(6): 28-30.
- [9] 付金华, 刘玉亮, 刘金, 等. 临南地区断层输导体系与油气成藏模式[J]. 油气地质与采收率, 2002, 9(3): 55-58.
Fu Jinhua, Liu Yuliang, Liu Jin, et al. Oil & Gas Recovery Technology, 2002, 9(3): 55-58.
- [10] 姜慧超, 罗佳强. 济阳拗陷油气主运移通道及成藏规律研究[J]. 油气地质与采收率, 2005, 12(1): 18-20.
Jiang Huichao, Luo Jiaqiang. Oil & Gas Recovery Technology, 2005, 12(1): 18-20.
- [11] 姜素华, 边凤青, 王鹏, 等. 惠民凹陷孔店期盆地原型格架对油气成藏的影响[J]. 中国海洋大学学报: 自然科学版, 2009, 39(3): 483-489.
Jiang Suhua, Bian Fengqing, Wang Peng, et al. Periodical of Ocean University of China: Natural Science Edition, 2009, 39(3): 483-489.
- [12] 王明发, 王勤田, 郭腾明, 等. 盘河断块区构造及微构造特征[J]. 断块油气田, 2003, 10(1): 25-28.
Wang Mingfa, Wang Qintian, Guo Tengming, et al. Fault-block Oil & Gas Field, 2003, 10(1): 25-28.
- [13] 朱芒征, 陈建渝. 惠民凹陷临南洼陷下第三系烃源岩生烃门限[J]. 油气地质与采收率, 2002, 9(2): 35-37.
Zhu Mangzheng, Chen Jianyu. Oil & Gas Recovery Technology, 2002, 9(2): 35-37.
- [14] 曾庆辉, 卓勤功. 济阳拗陷临南地区沙四段油源对比及石油地质意义[J]. 山东科技大学学报: 自然科学版, 2006, 25(2): 10-12.
Zeng Qinghui, Zhuo Qingong. Journal of Shandong University of Science and Technology: Natural Science Edition, 2006, 25(2): 10-12.
- [15] 王克, 查明. 惠民凹陷中央隆起带油气事件成藏规律[J]. 石油天然气学报, 2008, 30(3): 5-9.
Wang Ke, Zha Ming. Journal of Oil and Gas Technology, 2008, 30(3): 5-9.
- [16] 贾红义, 路慎强, 于建国, 等. 惠民凹陷临邑断裂沙四、沙三段活动规律及对油气成藏的控制[J]. 大地构造与成矿学, 2009, 33(3): 365-371.
Jia Hongyi, Lu Shenqiang, Yu Jianguo, et al. Geotectonica et Metallogenia, 2009, 33(3): 365-371.

(责任编辑 吴晓丽)