

文章编号: 1009-3850(2003)02-0071-05

## 唐庄油田油气成藏规律及勘探潜力

李吉慧<sup>1,3</sup>, 谢远军<sup>1</sup>, 许建华<sup>2</sup>, 王思文<sup>1</sup>, 李亚辉<sup>1</sup>, 梁建军<sup>1</sup>, 孙德宽<sup>1</sup>

(1. 胜利油田有限责任公司 临盘采油厂, 山东 临邑 251507; 2. 胜利油田 有限责任公司  
地质科学研究院, 山东 东营 257015; 3. 西安石油学院, 陕西 西安 710065)

**摘要:** 唐庄油田位于济阳拗陷惠民凹陷中央隆起带西端, 多年来一直是油气勘探的重要阵地。由于构造的复杂性和多物源等条件, 该区勘探难度逐渐增大。从 20 世纪 60 年代的背斜构造油气藏逐渐过渡为断块油气藏、地层不整合油气藏, 从古近系始新统沙河街组三段至新近系中新统馆陶组勘探层位有 5 个。笔者首先从油气成藏条件入手, 分析了该区的油源条件、构造特征, 对储集层进行了详细的评价。对该区的油藏类型和油气富集规律进行了总结。研究表明, 该区发育背斜油气藏、断块油气藏、构造-岩性油气藏及地层不整合油气藏等多种油气藏; 油藏从沙河街组三段至一段都有分布, 且由南向北油气藏的层位依次抬高, 全区各层位油气藏叠合连片构成复式油气藏。最后指出下一步勘探的三个研究方向。

**关键词:** 唐庄油田; 油气藏; 储集层; 勘探潜力; 山东

中图分类号: TE122.2

文献标识码: A

## 1 前言

唐庄油田地理上位于山东省禹城县辛店乡境内, 构造上位于渤海湾盆地济阳拗陷惠民凹陷中央隆起带的西端唐庄-肖庄断裂带, 全区勘探面积为 150km<sup>2</sup>。该区地层情况见表 1。20 世纪 60 年代至今, 该区一直是惠民凹陷油气勘探的重要阵地。由于地质条件的复杂性, 该区的勘探经历了两个主要时期。第一阶段, 60—90 年代初, 该区的第一口探井(惠 8 井)在古近系始新统沙河街组三段下亚段发现油层 25m/8 层, 揭开了该区勘探的序幕。由于构造的复杂性和勘探技术的限制, 该区在 90 年代以前以背斜等构造油藏勘探为主, 在沙河街组一段发现了肖 4 块构造油气藏。第二阶段, 1992 年至今, 随着三维地震的部署, 该区进入了以断块构造油气藏为主的滚动勘探和开发阶段, 通过精细的构造解释, 在沙

河街组三段、二段和一段等多个层位发现了唐 6、唐 4、唐 7 块等多个断块油气藏, 打开了该区勘探的新局面。

唐庄油田总的特征为北高南低, 地层由南向北逐渐上倾变薄, 甚至尖灭。沙河街组三段下亚段至新近系中新统馆陶组沉积时期, 主要受西部和北部物源的控制, 发育了多期三角洲-河流相的沉积, 形成了多套有利的储集体。在从沙河街组三段下亚段至一段的多套层位中发现油层(图 1)。随着勘探的深入和勘探技术的提高, 发现该区还存在构造-岩性油气藏和岩性油气藏。构造的复杂性和物源的多样性, 使该区发育了多种油气藏, 为胜利油区典型的复式油气聚集区<sup>[1]</sup>。

## 2 油气成藏条件分析

### 2.1 油源条件

表 1 唐庄油田地层简表

Table 1 Stratigraphic division of the Tangzhuang Oil Field

| 系   | 统   | 组    | 段     | 地层厚度/m  | 岩 性 描 述  |
|-----|-----|------|-------|---------|--|
| 新近系 | 上新统 | 明化镇组 |       |         |  |
|     | 中新统 | 馆陶组  | 上 段   | 122~250 | 下部为灰白色砂岩, 间夹薄层深灰色泥岩; 上部为浅棕红色泥岩夹砂岩。与下伏地层为整合接触             |
|     |     |      | 下 段   | 70~120  | 深灰色泥岩, 底部发育浅灰色底砾岩。与下伏地层为不整合接触                            |
| 古近系 | 渐新统 | 东营组  |       | 100~700 | 下段为灰色、深灰色砂岩夹灰色泥岩; 上段为浅灰色、浅棕红色泥岩夹浅灰色砂岩。与下伏地层为整合接触         |
|     | 新统  | 沙河街组 | 一 段   | 50~200  | 棕红色、紫红色泥岩夹砂岩和生物灰岩。上段为泥岩夹油页岩; 下段为泥岩夹砂岩和生物灰岩。与下伏地层为平行不整合接触 |
|     |     |      | 二 段   | 50~250  | 浅棕红色、紫红色泥岩夹棕红色、浅灰色砂岩, 砂岩呈指状分布于泥岩中。与下伏地层为平行不整合接触          |
|     | 始新统 | 沙河街组 | 三段上亚段 | 100~284 | 下部为暗紫红色、深灰色泥岩, 间夹深灰色砂岩; 中部为灰色砂岩夹泥岩; 上部为深灰色泥岩。与下伏地层为不整合接触 |
|     |     |      | 三段中亚段 | 111~353 | 上部为暗紫红色泥岩夹灰色砂岩; 下部为灰色、浅灰色砂岩夹泥岩。与下伏地层为整合接触                |
|     |     |      | 三段下亚段 | 89~380  | 灰色、深灰色泥岩夹砂岩。与下伏地层为不整合接触                                  |
|     |     |      | 四 段   |         |  |

惠民凹陷的油气主要来自于临邑洼陷沙河街组三段下亚段的油页岩, 油气生成后, 向中央隆起带运移。该区南临生油洼陷, 具有“近水楼台先得月”的优势, 极易捕捉到临邑洼陷的油气。因此, 该区具有得天独厚的油源条件。油气的运移路线有两条, 一条是由东向西, 油气自临邑洼陷运移至唐庄地区; 一条是由南向北, 油气自临邑洼陷经唐庄断层, 运移至上升盘聚集。从目前的资料分析, 以第一条运移路线为主。其原因为: ①截止目前, 唐庄断层下降盘未见任何形式的油气显示, 这说明油气可能未从这里经过; ②唐 6 断块原油密度为 0.8382~0.8671g/cm<sup>3</sup>, 粘度为 0.9017~0.9213mPa·s, 肖 4 断块原油密度为 5.51~10.73g/cm<sup>3</sup>, 粘度为 21.21~81.4mPa·s, 原油密度和粘度由东向西逐渐变大, 说明油气由东向西运移。

2.2 储盖层特征

该区位于中央隆起带的西段, 其沉积主要受西部陵县隆起和中央隆起带的控制。物源来自于西部和西北部。受构造活动差异、沉积物供给等因素影响, 沙河街组三段下亚段—东营组沉积类型呈多样化, 不同时期沉积类型及组合不同。

沙河街组三段下亚段储层主要分布于地层下部, 为一套前三角洲相为主的沉积砂体, 岩性以粉砂岩为主, 厚度为 40~80m, 主要包括西部和北部两个

厚度中心, 储层单层厚度大(图 2)。沙河街组三段中亚段储层主要指位于地层中部的唐庄砂体, 是一套以三角洲前缘河口坝为主的沉积砂体, 岩性以粉细砂岩为主, 顶部有生物灰岩夹层, 厚度约为 180~220m, 并由唐庄向西变厚, 向东北至盘 40 块尖灭。沙河街组三段上亚段为一套河流-三角洲前缘相沉积的砂体, 分布范围广, 厚度也较稳定, 岩性以粉砂岩为主, 局部有生物灰岩夹层。

渐新统沙河街组二段为一套河流-三角洲前缘沉积砂体, 该砂体全区分布, 连通性好, 厚度为 50~100m 之间(图 2)。

渐新统沙河街组沙一段是一套以粉砂、细砂为主的浅湖相沉积砂体, 砂体连通性差, 单个砂体厚度约 1~5m(图 2)。

渐新统东营组为灰色、深灰色砂岩为主的三角洲相砂体。储层厚度大, 为 50~300m(图 1)。

由于位于中央隆起带上, 埋藏深度不大, 因此该区储集层物性较好, 孔隙度为 18.7%~26.5%, 平均为 22.4%, 渗透率为  $(5.3 \sim 710) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ , 平均为  $170 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。储层经历的成岩作用主要为压实作用, 胶结及其它成岩作用较弱, 因此储层的储集空间主要为原生孔隙, 粒间填隙物较少。孔隙度主要受埋藏深度的影响, 随深度有浅变深, 物性变差<sup>[2]</sup>。

该区岩性主要为砂泥岩互层或泥岩夹砂岩, 储

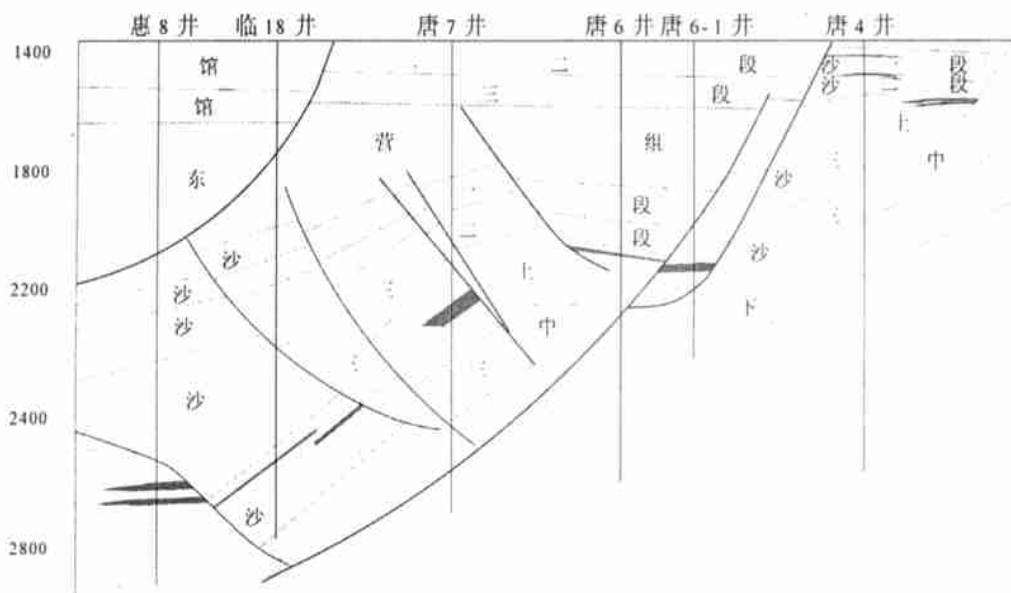


图1 惠民凹陷中央隆起带西段南北向油藏剖面图

Fig. 1 Cross-section through the NS trending pools in the westernmost part of the central uplift of the Huimin depression

层间的泥岩可作为局部盖层。馆陶组下部发育一段厚度较大的泥岩段,该段泥岩分布稳定,可作为该区的区域盖层。

### 2.3 圈闭条件

唐庄油田主要受临邑大断层、张集断层和唐庄断层3条二级主断层控制,断裂带内发育一系列近乎平行于主断层的反向伴生断层,形成了鼻状构造背景上的断裂带。根据构造特征,唐庄断裂带可分为以下4个断阶带。

(1) 西部断阶带。该带北以张集断层为界,南以唐庄断层为界,东至唐2井一线,向西延伸至三维区以外。该断阶带以顺向断阶为主,地层整体由南向北抬高,发育4~5个台阶。

(2) 北部反向屋脊带。该带北以张集断层为界,东南部至临邑大断层。内部发育了9条反向伴生断层,形成8个反向屋脊带。地层从东南向西北抬高,产状为东南倾。

(3) 东部地垒带。该带分布于唐庄断层的北部,其西宽东窄,地层为东南倾。

(4) 南部反向屋脊带。该带主要分布于唐庄断层以南的斜坡区。

唐庄地区断层大多是二级主断层的伴生断层,西部断阶带以顺向断层为主,东部地区以反向断层为主。断层大多呈北东-南西走向。唐庄地区构造极其复杂,断块小且破碎,地层产状陡,倾角为 $10^{\circ} \sim$

$30^{\circ}$ 。全区主要发育有6条北东走向、北西倾向的三级断层,断距为60~180m,与南东倾向地层形成了8个反向屋脊断块。

构造的复杂性使唐庄油田发育多种圈闭类型,包括断层、背斜圈闭和地层不整合圈闭等。其中,背斜圈闭为主要的圈闭类型,其次为背斜和不整合圈闭。在目前发现的油气藏中,除肖4块为背斜圈闭外,其余全部为段块圈闭。

## 3 油气藏特征及富集规律

唐庄油田发育西部和北部两个物源,中央隆起带的隆起使该区构造复杂化,构造和物源两方面因素造就了该区复杂的油藏类型。勘探实践表明,该区发育背斜构造油气藏、断块油气藏。油层在纵向上上下叠至,平面上叠合连片,形成胜利油区典型的复式油气聚集区<sup>[3]</sup>。

### 3.1 油气藏类型及分布

(1) 断块油气藏:指由于断层将储层分为多个断块,断层起封堵作用而形成的油气藏。该类油藏有的整个断块都含油,但大多断块高部位为油,低部位为水。由于该区断层极其发育,断块油气藏在全区分布广泛,层位上从沙河街组三段下亚段至沙河街组一段,构成本区的主要类型(图2)。

(2) 背斜构造油气藏:指由于中央隆起带的隆起作用而形成的背斜构造油气藏。目前该类油藏主要

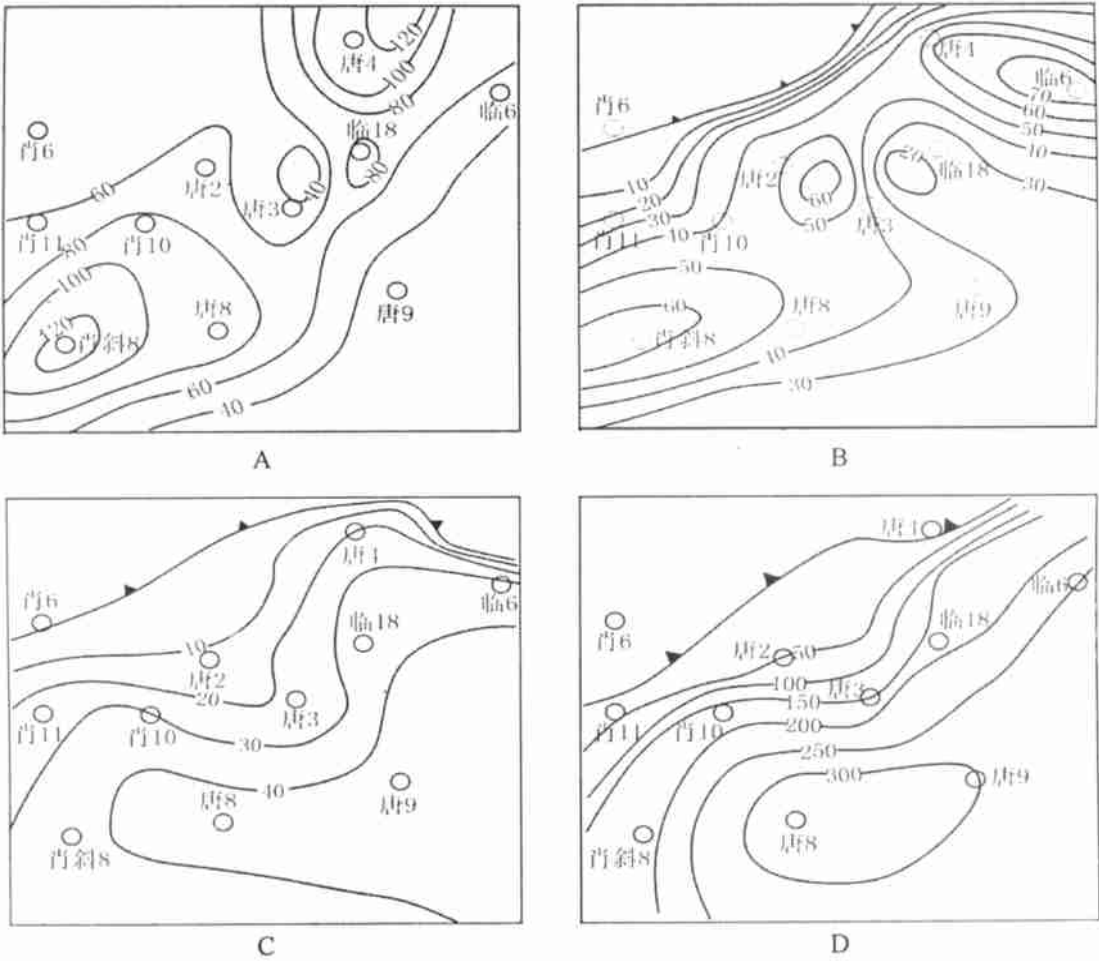


图 2 唐庄油田储层等厚图

A. 沙河街组三段下亚段; B. 沙河街组二段; C. 沙河街组一段; D. 东营组

Fig. 2 Isopach maps of the reservoir rocks in the Tangzhuang Oil Field

A. The lower submember of the third member of the Shahejie Formation; B. The second member of the Shahejie Formation; C. The first member of the Shahejie Formation; D. Dongying Formation

发现在北部沙河街组一段和西部肖 4 块地层中。背斜高部位含油, 底部为含水。构造解释表明, 馆陶组发育背斜构造, 也存在此类油气藏。

(3) 构造-岩性油气藏: 指受构造和岩性变化双重因素控制的油气藏。主要是由于断层在储层上倾或下倾方向形成封堵, 储层在另一方向尖灭, 从而聚集成藏。该类油气藏主要分布于南部沙河街组三段下亚段的地层中。

(4) 地层不整合油气藏: 主要指由于地层不整合形成的油气藏。馆陶组与东营组为地层不整合接触, 通过研究, 在北部确定了东营组的地层尖灭线, 在尖灭线附近, 应存在该类油气藏。

3.2 油气富集规律

断层在该区复式油气藏的形成过程中起着重要的作用。断层不仅控制着断块油气藏的形成和分布,

对构造油气藏和构造-岩性油气藏的形成也有重要的影响。研究表明, 该区二、三级大断层控制着油气的聚集, 四、五级小断层控制油气富集。油气主要聚集在断层附近的断块高部位。油水关系复杂, 含油层系多, 含油范围较窄, 呈狭长条带状分布, 边水不活跃, 亦不存在气顶, 因此油藏驱动类型主要以地层弹性驱动为主。油层各具独立的油水界面, 油水界面参差不齐。反向屋脊的弧形、拐弯处与断层交汇的墙角部位, 油气最为富集。

4 勘探潜力分析

经过近 40 年的勘探开发, 随着油气成藏理论的不断深化和勘探技术的提高, 基本搞清了中央隆起带西端的复式油气聚集特征。截至 2000 年, 该区共钻探井 23 口、开发井 68 口; 上报探明区块 22 块, 含油

层位包括沙河街组三段下亚段、三段中亚段、三段上亚段、二段和一段。

综合研究认为,该区仍具有很大的勘探潜力。主要表现在以下三方面:

(1) 馆陶组背斜构造油气藏。该区位于中央隆起带的西段,其成藏规律应该与中央隆起带相一致。从目前中央隆起带的勘探现状看,中央隆起带馆陶组探明储量2283万吨,占总探明储量的11.8%。而唐庄地区在该层位未发现储量,这与中央隆起带总的成藏规律不符。构造解释显示,馆陶组发育多个背斜构造,以前井大多未钻到高部位而落空。因此,馆陶组在本区具有较大的勘探潜力。

(2) 东营组地层不整合油气藏。唐庄油田处于有利的构造位置,其北部唐庄断层上升盘沙河街二段、一段和东营组地层缺失,馆陶组直接覆盖于下伏地层之上,发育多个地层不整合面。中央隆起带东段东营组已发现探明储量943万吨,分别占总探明储量的4.8%,而唐庄地区在该层位未发现储量。研究认为东营组在本区具有较大的勘探潜力。肖4-1井在东营组解释油层5.4m/2层,油水同层3.0m/1层。东营组由于砂岩发育,厚度大,不利于油气的保存,但在东营组尖灭线附近,东营组大段砂岩遭到剥蚀,

上部覆盖着馆陶组三段泥岩,有利于油气的保存。因此,在东营组地层尖灭线附近,是寻找东营组油藏的有利地区,只要由圈闭条件相配合,油气易于聚集成藏。

(3) 沙河街组沙三中亚段岩性油气藏。经地层、沉积、储集层综合分析认为,下降盘位于沉积的有利相带,沙河段组三段发育多期三角洲沉积,是岩性圈闭发育的有利地带。近年来,在东营凹陷利用测井约束反演等地球物理新技术,对岩性油藏进行勘探,取得了很好的效果<sup>[4]</sup>。因此,利用物探新技术在该区寻找沙河街组三段特别是中亚段砂体岩性圈闭是今后勘探的重要方向。

#### 参考文献:

- [1] 王秉海,钱凯,等.胜利油区地质研究与勘探实践[M].东营:石油大学出版社,1992.
- [2] 许建华,张世奇,纪友亮.藏北羌塘盆地中上侏罗统碎屑岩储层成岩演化特征[J].石油大学学报,2001,25(1):4-8.
- [3] 胡见义,徐树宝,董晓光.渤海湾盆地复式油气聚集区带的形成和分布[J].石油勘探与开发,1986,13(1):1-6.
- [4] 肖焕钦,许建华,孙锡年.东营凹陷滨南地区火成岩油藏勘探技术[J].新疆石油学院学报,2002,14(2):15-19.

## Oil and gas accumulation and exploration potential in the Tangzhuang Oil Field, Shandong

LI Ji-hui<sup>1,3</sup>, XIE Yuan-jun<sup>1</sup>, XU Jian-hua<sup>2</sup>, WANG Si-wen<sup>1</sup>, LI Ya-hui<sup>1</sup>, LIANG Jian-jun<sup>1</sup>, SUN De-kuan<sup>1</sup>

(1. Linpan Oil Mining Factory, Shengli Oil Field Cor., Ltd., Linyi 251507, Shandong, China; 2. Research Institute of Geological Sciences, Dongying 257015, Shandong, China; 3. Xi'an College of Petroleum, Xi'an 710065, Shaanxi, China)

**Abstract:** The Tangzhuang Oil Field located at the westernmost part of the central uplift of the Huimin depression in the Jiyang down-warped region, Shandong has been an important oil and gas exploration area for many years: an anticline pool from the 1960s to the 1990s, and a fault-block pool and stratigraphic unconformity pool since 1992. Five exploration horizons have been identified in the third member of the Eocene (Paleogene) Shahejie Formation and Miocene (Neogene) Guantao Formation. The present paper deals, in detail, with oil source rocks, geological tectonics and structures, reservoir rocks, types of oil pools and accumulation within the oil field. A variety of oil pools are recognized, including anticline pool, fault-block pool, structural-lithologic pool and stratigraphic unconformity pool. They are scattered from the first to third members of the Shahejie Formation and connected together, constituting a typical composite oil pool within the Shengli oil province.

**Key words:** Tangzhuang Oil Field; oil and gas accumulation; reservoir rock; exploration potential; Shandong