

# 东营凹陷中央隆起带旋扭构造体系与油气聚集

刘泽容 李亚辉  
(华东石油大学)

作者综合利用地质、地震和测井信息,最大限度地应用计算机技术,对新华夏系第一、二沉降带中的十多个盆地进行了整体解剖和综合研究,揭示了各盆地的构造演化史、盆地充填史、埋藏史、油气生成和运聚史,建立了构造岩相模式,进行了油气藏预测;同时还对第二沉降带中岩性油藏、断块油藏和火山油藏等20多种油藏进行了动静相结合的研究和描述,建立了三维油藏地质模型,预测了剩余油的分布。特别是通过对苏北盆地金湖凹陷和东营凹陷中央隆起带复杂断块群油气藏成藏机理、勘探方法和评价技术的研究,对该区的构造和油气富集规律的认识更加深化。提出郯庐断裂东侧,苏北大型帚状构造体系控制苏北油区的形成和分布,西侧的巨型冀鲁帚状构造体系控制胜利、大港、华北和中原油区的形成和分布;冀鲁帚状构造体系的中型旋扭构造体系控制油区中油气聚集带的形成和分布。区内发育的小型低级序的旋扭构造体系控制油区中油田和油藏的形成和分布。这里仅讨论小型旋扭构造体系的特征及控油规律。

## 1 东营凹陷中央隆起带的基本地质特征

东营凹陷是新生代断陷湖盆。中央隆起带位于新华夏系第二沉降带华北沉降区济阳拗陷的东营凹陷内,冀鲁帚状构造体系内旋回层的中段,是一个四面凹陷的隆起带,东西长约50km,南北宽8—14km,面积550km<sup>2</sup>。自沙四后期隆起,一直持续到东营末期,为凹中隆;沙三中期隆起幅度最大可达500m,是新华夏系应力场的产物。中央隆起带断层极为发育,据T<sub>1</sub>目的层统计,共有499条断层,将该区分割成301个断块,其中断块面积大于1km<sup>2</sup>的有72个,大多数断块面积都小于0.5km<sup>2</sup>,故断层极多,断块面积很小,构造面貌极为复杂,但分布仍有明显的规律性。东部断层组成辛镇平行式断裂体系,西南部断层组成现河庄帚状断裂体系,复合部位组成东营放射状、环状断裂体系,在沙河街期形成,东营期改造并复杂化,是新华夏系伴生和派生应力场的产物。中央隆起带四面临凹,油源充足。第三系在1300—3500m共有五套含油层系,是断块圈闭为主的复合圈闭类型,成藏条件很好,故整带含油,但在不同构造部位油气富集程度有明显的差异。研究表明,该区的油气主要受新华夏系低级序旋扭构造体系和断块油藏成藏机理的控制。

### 1.1 辛镇平行式断裂构造体系

辛镇平行式断裂体系位于中央隆起带的东段,由辛镇背斜上发育的六条断裂组成,东西走向,平行排列。分布在背斜南翼的断层为北倾,北翼的断层南倾,剖面上表现为地堑,是新华夏系伴生应力场的产物,沙河街期形成,东营期改造,形成现今复杂的断块面貌,控制辛镇油田和

油藏的形成与分布。

### 1.2 现河庄帚状断裂构造体系

现河庄帚状断裂构造体系位于东营凹陷中央隆起带的西南段。自北而南由河 4 河 31 河 125 等三个旋回层和民丰旋涡组成,呈北东收敛、南西撒开的帚状展布。三个旋回层均为断裂带,各断层均向北西倾斜,向北东延伸,并表现出向南东凸出的弧形。平面上呈左行斜列展布,剖面上组成了向北西节节下掉的断阶带。收敛端断层少,落差大,最大可达 500m;撒开端断层多,落差小以至消失。该体系在沙三期出现雏形,沙二期基本定型,东营期强烈活动,是新华夏系派生旋扭应力场的产物,属华北沉降区的五级旋扭构造体系。该体系的中旋回层又发育了三条断裂,组成了更低级(六级)的帚状断裂体系(河 31 帚状断裂体系),其主要特征与现河庄帚状断裂体系基本一致。在中旋回层的收敛端,还发育了河 50 放射状断裂体系。它由 5 条断层组成,断层规模都不大,除近 EW 向的一条断层断距大于 100m 外,其它断层的断距均小于 100m。该体系在平面上表现出放射状,剖面上构成地垒和断阶。上述断层将该区分割成河 50 河 54 河 52 等五个断块区,高点在河 50 垒块,是油气最富集的断块区。在外旋回层的收敛端,发育了河 68 墙角状断裂体系。它由 5 条断层组成,其中一条 NE 向延伸和一条 NW 向延伸的二级断层构成了墙角状构造的骨架,平面为墙角状,剖面上形成了河 68 垒块,其内部又被三条走向 NEE,向 NW 倾斜的 3 个小断层切割为 4 个小断块,形成了向 NW 节节下掉的断阶。在外旋回层撒开端的外侧,还发育了梁 11 入字型断裂体系。它由梁 11 主断层和派生的分支断层组成,其间还发育了一些小断层。主断层与分支断层的夹角为  $30^{\circ}\pm$ ,主断层为 NE 向,向 NW 倾斜,北西盘下降,南东盘上升,断距在 150—300m 之间;分支断裂 NNE 走向, NW 倾斜,北西盘下降,南东盘上升。上述两个外旋回层发育的两个旋扭断裂构造体系与河 31 帚状断裂构造体系一样,属华北沉降区的六级旋扭构造体系。上述表明现河庄地区旋扭应力场发育,在高级序旋扭断裂构造体系中广泛发育了低级序的旋扭断裂体系,控制了区内油藏的形成和分布。

### 1.3 东营放射状、环状断裂体系

东营放射状和环状断裂体系位于现河庄帚状和辛镇平行式断裂体系的复合部位。在东营背斜的顶部,由一系列断层在平面上组合成环状和放射状;剖面上构成地垒、地堑和断阶,构造面貌极为复杂,控制了区内油田和油藏的形成和分布。

## 2 中央隆起带旋扭构造体系与油气聚集

河 50 放射状断裂体系的五个断块区都含油,但富集程度有明显的差异。勘探和开发实践证明,该区有东营组、沙一段、沙二段、沙三段等四套含油层系。东营组和沙二段为断块油藏,沙一段为断层岩性油藏,沙三段为岩性油藏,其中沙二段断块油藏是本区的主要产油层系。从油气在平面的分布来看,放射状断裂体系的河 50 垒块油气最为富集,该区占放射状断裂体系面积的四分之一,而含油面积占整个放射状断裂体系的一半,共有 18 个含油砂层组( $S_1^1-S_1^8$ ),地质储量相当可观,占全区储量的 80%。放射状断裂体系的其它四个断块区,含油层位少,总面积为放射状断裂体系面积的四分之三,含油面积却占总含油面积的一半,但地质储量仅为全区的 20%,且油气富集程度差。究其原因,河 50 垒块位于放射状断裂体系的高点部位,小断层不发育,构造简单;此外,控制河 50 垒块的两条断层封闭性好,并在上倾方向相交,形成了有利的断层圈闭,因而油气富集;而其它四个断块区无上述优越条件,故油气富集程度差。

(下转第 49 页)

dolomite and a viscosity ratio between them varying from 2.38 to 4.26.

**Key words** rheological parameters, stress exponent, boudinage, Xishan, Beijing

## 第一作者简介

曾佐勋,男,42岁,教授。主要从事地质力学、构造地质学和成矿构造学的教学与科研。通讯地址:武汉市中国地质大学构造教研室 邮政编码:430074

(上接第96页)

河68墙角状断裂体系的四个断块内都有油气分布,其中位于该区最南部的断块因断层为正向单斜,未形成圈闭,仅在沙三段发育了一些岩性油藏,油气富集程度相对较差;而其它三个断块,自南向北呈阶梯状节节下掉,油气富集程度自南向北也逐渐增高,其中位于该区最北部的断块富集程度最高。这与控制四个断块的三条断层的落差由南向北逐渐增大导致各断层的封闭性自南向北逐渐增强有关。如河125断层的断距为250—300m之间,下盘共有10个含油砂层组( $S_1^1-S_1^{10}$ ),油气富集程度高,而其它两条断距小于100m的断层附近,油气富集程度较差。在剖面上,断层面倾角变缓的部位,特别是剖面上弧形断面的内侧,油层多,油柱高度大,是油气富集的部位。

河31帚状断裂体系内,各断块都含油,含油总面积达 $34\text{km}^2$ ,但是,各断块油气贫富差距很大。研究表明,油气主要富集在旋回层中段的弧形断层内侧和反向屋脊断层下盘的高点部位。断距大于150m的主断层封闭性好,是区的主要控油断层。如河106断层,断距为230m;河31断层断距为300m左右。在这两条断层的下盘,发育了总共15个含油砂层组( $S_1^1-S_1^{15}$ ),油柱高度大,油气富集程度高,是区内主要控油断层。相反,与河106河31平行的其它几条断层,断距均小于100m,断层封闭性差,在它们的下盘高点附近虽有油气分布,但富集程度低。

梁11入字型断裂体系,含油面积 $3.2\text{km}^2$ ,地质储量可观,分布在两条断层夹角为 $30^\circ$ 的锐角区。在主断层的下盘,是 $S_2^F$ 的油层厚度大,油柱高度大,富集程度高;而 $S_2^E$ 和 $S_1$ 地层中,其相带类型、储层物性、构造特征及油源条件等与 $S_2^F$ 基本相同,但无油气聚集;研究表明,该断层剖面上为座椅状,为上陡中缓下陡的特征。在 $S_2^E$ 和 $S_1$ 地层中,断层倾角陡,最大可达 $65^\circ$ ,断面在 $S_2^E$ 层位承受的压应力分量为 $20.9\text{MPa}$ ,小于构造岩的抗压强度,不能使断裂带层间裂缝闭合,导致 $S_2^E$ 和 $S_1$ 层位断面封闭性差,不利于油气聚集;而断层在 $S_2^F$ 层位,断面变缓,倾角只有 $25^\circ$ ,断面所承受的压应力分量为 $54.7\text{MPa}$ ,大于岩石的抗压强度,断层封闭性好,有利于油气聚集,形成油气高产富集区。

综上所述,东营凹陷中央隆起带油气分布具有一定规律性。放射状和环状断裂体系核部的垒块,弧形断层的内侧,特别是在封闭性好的断层圈闭区多是油气富集区;墙角状断裂体系二级断层下盘的高点部位,断层封闭性好,油气富集;帚状断裂体系中旋回层的中段,弧形断层内侧,特别是在断层落差大于150m,封闭性好的断层附近常常是油气富集的高产区;入字型断裂体系在两组断裂交汇的锐角区油气富集;从剖面上看,在断面倾角由陡变缓的部位以及弧形断面内侧油气最为富集。