

文章编号：1006-6616(2001)02-0155-06

# 山东济阳帚状构造体系与油气聚集

徐守余，刘泽容

(石油大学石油资源科学系，山东 东营 257061)

**摘要：**本文阐述了济阳帚状构造体系的特点及其内部油气分布特征，并从济阳帚状构造体系的形成与演化的角度分析了该构造体系与油气形成与分布的关系，认为济阳帚状构造体系是多期旋扭复合作用的结果，它控制了油气的形成、运移和聚集，研究表明油气在帚状构造体系的撒开端富集，而在收剑端相对贫乏。

**关键词：**济阳帚状构造体系；油气聚集；鲁西隆起；郯庐断裂；应力系统

**中图分类号：**P522，TE122.1

**文献标识码：**A

构造运动形成的各种构造在空间中的分布是有规律的、是按一定序列排列组合在一起的，从而形成构造体系。构造体系与地下油气资源的分布有着相当密切而又重要的关系。郯庐断裂相对鲁西隆起旋扭而形成的济阳帚状构造体系就是典型的一例，该体系是冀鲁帚状构造体系的内旋层部分<sup>[1]</sup>，又独立自成体系。本文试图从济阳帚状构造体系的形成与演化的角度探讨与其油气形成与分布的关系。

## 1 济阳帚状构造体系特点

济阳帚状构造体系位于埕宁隆起与鲁西隆起之间，该体系平面构造型式呈帚状，向西南端收敛、向北东端发散（图1）。该体系由多个因多期构造运动所形成的次级构造单元（古凸起和古凹陷这里是针对下第三系而言，古凸起下第三系薄甚至缺失，古凹陷下第三系厚达上千米。）组成，主要凸起有滨县、青城、广饶、陈家庄、义和庄、垦东—青坨子等，在多期扭应力作用下呈目前的雁行排列（图1），主要凹陷有惠民、东营、沾化、车镇、青东等。现今构造特征是在多期压扭和张扭应力的交替作用下形成的，本文后面将详细叙述其形成及与油气的关系。整个构造体系由滨县、陈家庄、垦东—青坨子凸起分成南北两带。凸起为向北或北西倾斜的掀斜断块，与北侧凹陷呈超覆接触，与南侧凹陷多以断层相隔（图2），凹陷多为北断南超的单断凹陷。

济阳帚状构造体系内发育了大量的大小断层，且以正断层为主、只在北部局部见有逆断层。断层主要有3组延伸方向：NE、NW、近EW向。NE向断层在数量上和规模上都占绝对优势且活动强度大、延续时间长，这组断层控制了生油洼陷的分布，对油气聚集起主导控制

收稿日期：2000-10-08

作者简介：徐守余（1968—），男，硕士，副教授，主要从事地质工程、构造地质、油藏描述等方面的科研和教学工作。

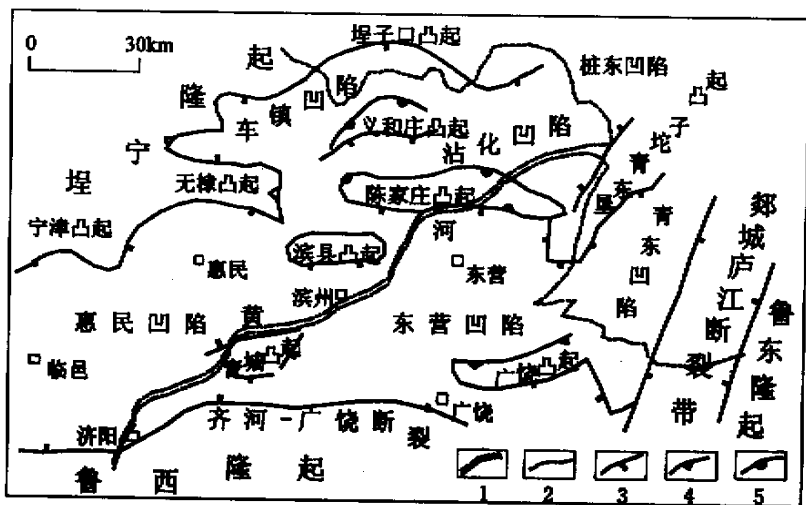


图 1 济阳帚状构造体系略图

Fig.1 Outline map of Jiyang Brush Structural System

1. 河流; 2. 海岸线; 3. 断层; 4. 下第三系尖灭线; 5. 下第三系超覆线

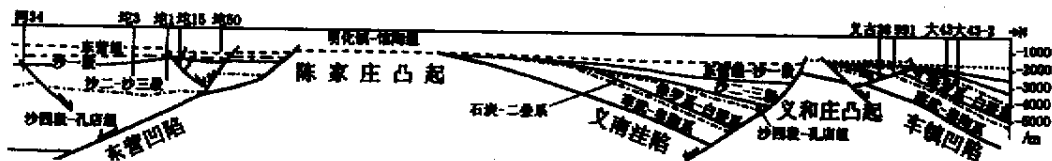


图 2 河 34~大 43 井剖面示意图

Fig.2 The section cross the well of He34 and Da43

作用; NW 向断层次之且活动时间较短; EW 向断层不仅在数量上最少, 而且发生时期较早、多受后期改造。平面上各凹陷南斜坡的断层最少, 各凹陷中央隆起带的断层最多。垂向上地层从老到新断层逐渐增多 (东营组的断层最多), 且断层的延伸方向也在改变, 与构造应力系统的变化密切相关。同时断层也控制了该体系内部的油气生成、运移和聚集。

## 2 济阳帚状构造体系的油气分布特征

构造运动强烈影响了济阳帚状构造体系内部的油气形成与分布, 使其具有多套烃源岩层系和多套储集岩层系、多种油气藏类型。目前确认的 6 套烃源岩层自下而上有孔二段、沙四段、沙三段、沙二段、沙一段、东营组, 并以沙三段为主。储集岩层自下而上有太古宇泰山群、古生界寒武系、奥陶系、石炭—二叠系、中生界、第三系孔二段、孔一段、沙四段、沙三段、沙二段、沙一段、东营组、馆陶组、明化镇组等 14 套, 并以馆陶组、沙三段、沙二段为主要储层<sup>[2]</sup>。油气藏类型多种多样: 构造型、地层型、岩性型均发育, 局部还发育泥岩裂缝、火山岩等特殊类型的油气藏。

纵向上油气大部分分布于上、下第三系之间的不整合面附近的地层中，但紧邻不整合面之下的东营组油气相当贫乏，东营组之上的馆陶组和之下的沙河街组油气相当富集，是本区的主要含油层系。目前发现的大油田都在这两个层系中，其中馆陶组的石油地质储量占本区储量的近 1/3，沙三段、沙二段约占 2/5<sup>[3]</sup>。

平面上油气大部分分布于撒开端的东营和沾化凹陷（表 1），各占本区总储量的 54.7% 和 35.6%。而收敛端的惠民、车镇凹陷相对贫乏，且各凹陷内油气大都分布在生油洼陷东北侧（靠近济阳帚状构造体系撒开端的一侧）的储集层中，而在生油洼陷西南侧（济阳帚状构造体系收敛端的一侧）的储集层中相对贫乏（图 3）。并且整个济阳帚状构造体系收敛端的油气资源主要分布于下第三系，撒开端上第三系的油气储量显著增加，特别是沾化凹陷以上第三系为主要储层。

表 1 济阳帚状构造体系内油气分布状况表  
Table 1 The status of Oil distribution in Jiyang

| 凹陷 | 面积<br>(km <sup>2</sup> ) | 地质储量<br>(×10 <sup>8</sup> t) | 亿吨储量级<br>油田(个) |
|----|--------------------------|------------------------------|----------------|
| 东营 | 5700                     | 19.2                         | 4              |
| 沾化 | 2800                     | 12.6                         | 3              |
| 车镇 | 2100                     | 1.2                          | 0              |
| 惠民 | 7000                     | 2.4                          | 1              |

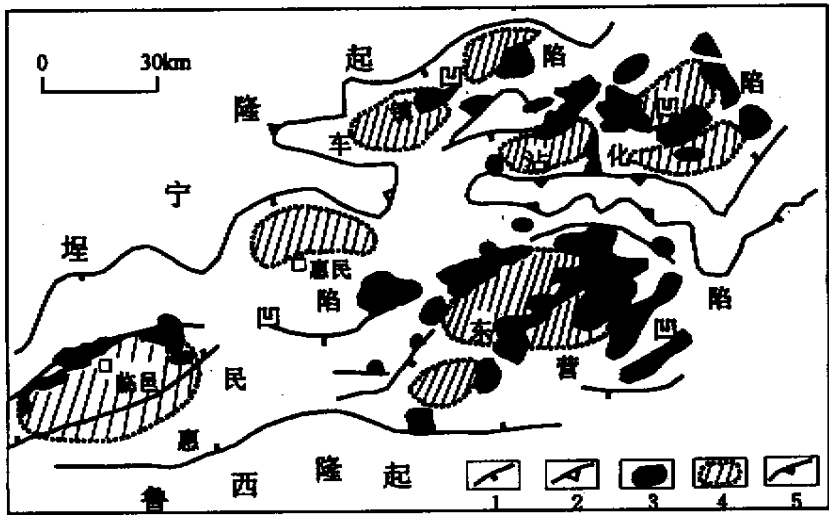


图 3 济阳帚状构造体系含油气区分布示意图

Fig.3 Distribution of Oil-fields in Jiyang Brush Structural System  
1. 断层；2. 下第三系尖灭线；3. 含油气区；4. 生油洼陷区；5. 下第三系超覆线

### 3 济阳帚状构造体系的形成与演化及其与油气的关系

济阳帚状构造体系的形成与演化按时间大体可分为 4 个阶段，而后两个阶段与油气形成与聚集直接相关。

#### 3.1 早中生代以前阶段（褶皱运动阶段）

中元古代以前本区发生强烈褶皱，中元古代至古生代末期本区处于稳定发展阶段，表现为地壳的整体升降运动，导致海进和海退，形成了华北地台的盖层。早中生代印支运动时期，该区整体抬升，大部分遭受剥蚀。该阶段济阳帚状构造体系尚未形成，没有油气生成，

其储集层中的油气来自后期运移的结果。

### 3.2 中生代阶段

中生代是济阳帚状构造体系构造运动最活跃的时期,是郯庐断裂大幅度左行平移的阶段,也是济阳帚状构造体系形成的阶段,根据构造运动的发展及其特点又可以将该阶段分成两个亚阶段,即:

**3.2.1 中侏罗世以前(振荡运动阶段)** 本阶段早期,晚三叠世时期郯庐断裂开始大规模左行压扭平移,郯庐断裂东盘相对西盘的向北错动带动鲁西砥柱逆时针旋扭,从而在其北形成了济阳古向斜,并在其济阳拗陷内部形成次级左行斜列的义和庄、陈家庄、滨县等古背斜,该阶段济阳帚状构造体系西南部受压扭应力作用逐渐收敛,初步形成济阳帚状构造体系的雏形。这一时期本区大部分处于隆升状态,地层普遍缺失,未见沉积<sup>[2]</sup>。

该阶段后期,相当于早、中侏罗世,本区下沉,接受河流及沼泽相沉积,可以作为油气储集层。中侏罗世末期,本区构造运动强烈,断裂活动多有发生,产生一系列与基底岩层倾向相反的反向断层,形成多排反向块断体。

该阶段济阳帚状构造体系处于右旋压扭应力系统的控制下,北部向东压扭、南部向西压扭(图4)。

**3.2.2 中、晚侏罗世(断陷阶段)** 该阶段相当于燕山运动晚期,济阳帚状构造体系大幅度下降,形成断陷式充填型沉积,沉积物为红色碎屑岩和火山熔岩。该时期本区处于全面拉张状态,块断运动强烈,早先形成的压扭性断层此时也转变为张性断层,并在其附近形成新的犁式断层(图5)。这些断层交织切错,破坏了先前形成的褶皱形态,控制了济阳帚状构造体系内的凹凸相间的构造格局。该阶段本区处于左旋张扭应力系统的控制下,即构造体系北部向西张扭使东北部进一步发散、南部向东张扭使西南部进一步收敛,从而使帚状构造体系进一步发育。

中生代时由于古地理环境和构造运动的影响,没有烃源岩层发育,储集层也仅在局部发育。中生代末期本区应力系统再次发生翻转,变为右旋压扭,使本区全面处于上升状态,从而缺失晚白垩世沉积。

### 3.3 早第三纪阶段

该阶段具有多个构造旋回及沉积旋回,形成巨厚的湖泊相沉积。是本区烃源岩最发育的阶段。主要烃源岩层系均在此阶段出现。同时也是本区主要储集层发育的阶段。

在该阶段早期(古新世—早始新世)济阳帚状构造体系整体处于右旋压扭应力系统控制下,由于挤压产生了大量的新断层,形成了广泛发育的断裂伴生构造,该时期本区地形高差悬殊,分割性强,各凹陷自成体系,地层差异较大。在该时期后期发生褶皱运动,出现沉积间断。此后应力系统又转为左旋张扭,进入断拗发育阶段,为下第三系多套烃源岩层、多套储集层的沉积特别是烃源岩层的发育创造了良好的古地理环境。

该阶段中期(始新世)在张应力作用下基底断裂继续活动,使原有块体进一步破碎,形成了凸起和凹陷错列的构造格局,并在惠民凹陷形成了临邑中央断裂构造带,在东营凹陷形成了中央塑性拱张构造带,构造运动起落幅度差较大。该时期由于全区处于张扭应力作用

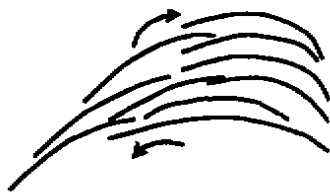


图4 右旋压扭示意图

Fig.4 Sketch showing dextral compression shear stress field

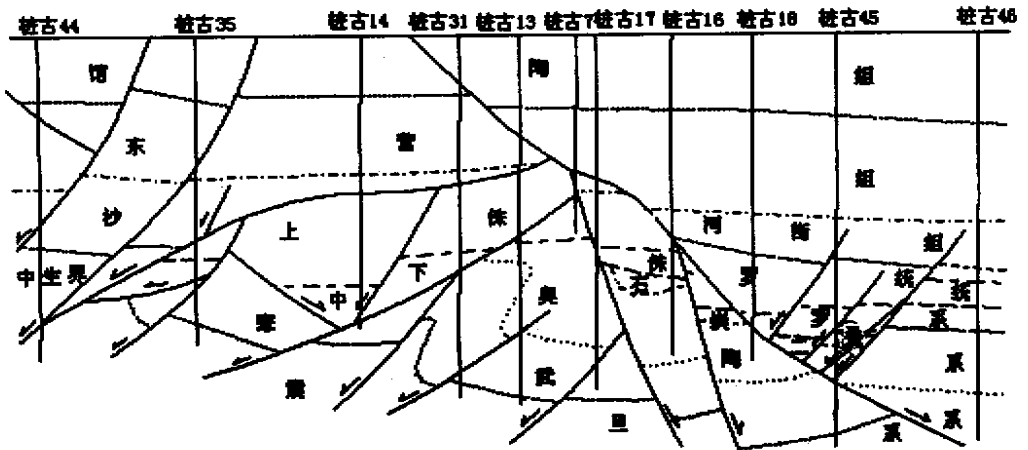


图 5 桩古 44 ~ 桩古 46 井剖面示意图

Fig.5 the Section cross the wells of Zhuanggu44 and Zhuanggu46

下，平面上使构造体系东北部向西张扭而越发发散、西南部向东张扭而越发收敛，帚状构造体系逐步成型，垂向上发育形成了浅湖相—深湖相—浅湖相，并发展到河流相的完整的沉积旋回，并在此期间发生过不同幅度的颤动式的升降运动，从而形成了良好的生储配置体系。沙四段沉积自下而上可以归纳为间歇性盐湖、稳定盐湖、咸水湖沉积，其上部是本区重要的烃源岩层系之一，沙四段末期发生沉积间断。在张应力作用下沙三段沉积期本区明显下降，是湖盆发育最兴旺的时期，沉积了巨厚的深湖相泥岩，是本区最重要的烃源岩层系，沙三段末期湖水变浅，湖盆周围山体上升，三角洲沉积占优势，三角洲前缘砂体发育，成为本区最重要的储油层系之一。沙三段沉积后，整个帚状构造体系抬升使北部沙三段遭受较大程度剥蚀。沙二段主要沉积滨浅湖及三角洲平原相砂体。

该阶段后期（渐新世）本区整体抬升，水体变浅，由沙一段早期的半深湖相—浅湖相，发展到东营期的浅湖—河流相的完整旋回。沙一段是沙二段末期沉积间断后本区再度沉降的大面积超覆沉积的产物，以灰色泥岩为主。东营组则沉积了湖相—河流相地层。本阶段由于东营运动产生了大量的新断层，并且形成了广泛发育的断裂伴生构造——逆牵引构造。这些断层为油气运移提供了较好的通道。东营组末期地壳抬升，湖水退出，发生区域性沉积间断，形成区域不整合面。本区大量油气存在于此不整合面的附近。

该阶段本区帚状构造体系基本定型，并形成了下第三系潜山披覆构造和主要的古潜山山头。该阶段由于主力烃源岩层沙三段没有达到生油门限深度，因此虽有油气生成但生成量不大。

### 3.4 晚第三纪—第四纪阶段

东营运动晚期帚状构造体系的活动逐渐趋于停止，本区又重新处于右旋压扭应力的控制下。中新世馆陶组是地壳再次下降而沉积的，沉积初期继承了早第三纪沉积的特点，晚期则为拗陷型沉积，因此馆陶组上段的岩性、厚度分布稳定。该阶段早先沉积的沙四段—沙二段特别是沙三段烃源岩层已经达到了生油门限深度，油气大量生成。且此时全区处于压扭应力控制下，烃源岩层中生成的油气在挤压应力的作用下向储集层中运移，使本区储集层中油气相当富集从而形成大量油气田。由于油气会由挤压应力高的部位向低的部位运移，而在帚状

构造的收敛端挤压应力高,向撒开端挤压应力逐渐降低,因此烃源岩层中生成的油气在挤压应力的驱动下由收敛端向撒开端运移。所以在各生油洼陷靠近撒开端的一侧油气相对富集(表1,图3),而在收敛端一侧油气相对贫乏。同时也导致油气比较集中地分布在上、下第三系之间的不整合面之下的沙河街组和之上的馆陶组地层中。而在其他地层中油气相对贫乏。

## 4 结论与认识

济阳帚状构造体系是由于郯庐断裂左行平移带动鲁西隆起旋扭而形成的,现今的济阳帚状构造体系是多期旋扭复合作用的结果,帚状构造体系的形成和发育控制了本区内部油气资源的分布,油气在帚状构造的撒开端富集,而在收敛端相对贫乏,最近在渤中发现了亿吨级油田进一步证明这点。

### 参 考 文 献

- [ 1 ] 刘泽容,等.冀鲁帚状构造体系应力场的初步数学模拟[J].石油与天然气地质,1983,(2):181~191.  
 [ 2 ] 王秉海,等.胜利油田地质研究与勘探实践[M].山东东营:石油大学出版社,1992.254~259.  
 [ 3 ] 胜利油田石油地质志编写组.中国石油地质志[M].第六卷:胜利油田.北京:石油工业出版社,1993.51~83,322~327.

## JIYANG BRUSH STRUCTURAL SYSTEM AND ITS RELATIONSHIP WITH OIL AND GAS

XU Shou-yu, LIU Ze-rong

(*Department of Resource Science, University of Petroleum, Dongying 257061, China*)

**Abstract**: After discussing the characteristics of Jiyang Brush Structural System and the distribution of oil and gas in this area, the paper analyses the relationship between the Brush Structural System and hydrocarbon from the viewpoint of the formation and evolution of the Jiyang Brush Structural System. The paper points out that Jiyang Brush Structural System resulted from several rotations of the West Shandong Uplift that were caused by large scale strike slip of Tan-Lu Fracture. And the activity of the Jiyang Brush Structural System controlled the distribution, migration and accumulation of hydrocarbon within it. Oil and gas are enriched at the diverging area of the brush structural system and are poor at the converging area.

**Key words**: Jiyang Brush Structural System; accumulation of oil and gas; West Shandong Uplift; Tan-Lu Fracture; stress system