

# 泌阳凹陷的含油气构造特征与演化历史

孙家振<sup>\*</sup> 李兰斌 杨振峰 王寿庆

(中国地质大学 武汉)

(河南石油勘探局研究院)

## 提 要

泌阳凹陷的构造特征和形成机制,可分为5种成因构造类型:①位于双河地区的逆牵引构造;②位于古城和饶良西部地区的泥(膏)塑性流动构造;③位于王集—新庄地区的块断构造;④位于井楼地区的差异压实构造;⑤位于小马岗地区的滑塌构造。综合分析凹陷内构造和沉积展布特征与配置关系可以推断盆地演化早期主张应力轴为北东向,晚期为北西向。泌阳凹陷的演化历史可分为初始断陷期、主断陷期和断陷结束期。

**主题词** 盆地演化 构造类型 应力场 断陷

## 1 前 言

在勘探成熟度较高的含油气盆地,客观的解释和确定盆地内局部构造形态,断裂展布特征,对于指导油气深入勘探寻找隐蔽油气藏具有十分重要的实际意义。近几年,我们在前人工作的基础之上<sup>[1~3]</sup>,通过地震和地质、测井资料综合解释,沉积和构造密切结合,系统解剖了凹陷内的局部构造成因类型、构造样式和断裂展布特征,获得了令人满意的油气预测效果。同时,结合构造和沉积展布特征与配置关系,探讨了盆地演化历史与主应力体制转换的对应关系,初步认为泌阳凹陷形成经历了三个主要的发展时期和两种不同期次、不同方向的主应力体制。

## 2 泌阳凹陷区域地质简况

泌阳凹陷是我国东部的一个中生代富含油气的小型断陷盆地,位于河南省南部唐河与泌阳县之间,面积约为1000km<sup>2</sup>,属南襄盆地的一个次级凹陷。凹陷南部和东部紧靠桐柏山,西部以社旗—唐河凸起与南阳凹陷分隔,东北部是伏牛山,平面上呈扇形展布,凹陷的形成主要受北西向的唐河—栗园断裂和北东向的栗园—泌阳断裂的控制,沉降中心位于东南部边界断裂的交汇处,基底最大埋深可达8000m以上,构成一个南深北浅的箕状断陷。

## 3 局部构造的基本特征与成因类型

泌阳凹陷受两期构造活动的控制和塑性流动以及差异压实作用的影响,局部构造型式多

<sup>\*</sup> 孙家振,1981年毕业于中国地质大学。现为中国地质大学(武汉)石油系副教授。通讯处:湖北省武昌喻家山。邮政编码:430074。

样。按其构造特征和形成机制可分为5种主要的成因构造类型。

### 3.1 受同生断层控制的逆牵引构造

此类构造主要是同生正断层下降盘地层由重力下落形成背斜或鼻状构造。其形成规模、大小和发育程度与断层面附近局部应力状态有关。这种局部应力状态除受区域应力控制外,还与断层面形态、断面附近拉张量与沉降量的变化等因素密切相关。双河构造、下二门构造即为此类构造。双河鼻状构造为凹陷内发育较大的逆牵引构造。位于唐河—栗园断层最大弧凹面的下降盘一侧,长约4km,宽约1~2km,东端较窄陡,西端较宽缓,构造轴线方向与边界断层走向近于平行或微角度斜交。构造顶部和翼部为一系列派生的断层复杂化。隆起幅度自下而上逐渐增大,核三段底面近于水平,核三上段底面隆起幅度达300m,高点位置自下而上转移,其位移迹线与主断层近于平行(图1)。

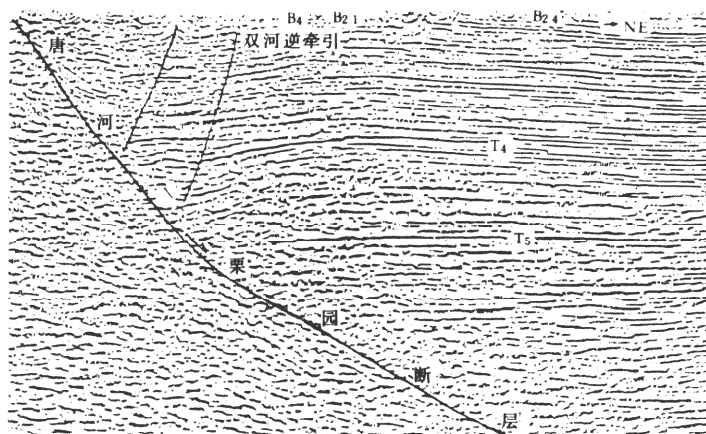


图1 泌阳凹陷双河逆牵引构造(剖面位置见图5)

Fig. 1 Reversal drag structure in Shuanghe area. (see Fig. 5 for location of AA')

### 3.2 泥(膏)塑性流动构造

这类构造主要是由下伏的泥(膏)等塑性地层,在上覆层差异负荷作用下,由于密度倒转使下伏的塑性层发生流动上拱而形成的构造。泌阳凹陷发育典型的塑性流动构造有古城、饶良西高幅度泥背斜构造、毕店低幅度泥丘构造等。核部塑性层均未刺穿上覆地层。

**古城泥背斜:**位于凹陷西北斜坡,为古城油田的主体,长约12km,宽约1.5~2km,南翼陡,北翼缓,受凹陷次级基底断层的控制,轴向北西,向南端转为北西西向。构造顶部地层由于上拱作用和后期断裂活动,被分割成一系列大小不等的断块。

**饶良西泥背斜:**位于凹陷西北斜坡,与古城泥背斜呈斜列式展布,轴向北西,南翼宽缓,北翼较陡,这与饶良次凹后期断陷活动有关。剖面显示上下构造层具明显的不协调。上覆地层隆起幅度大,核部地层明显较两翼增厚,约为翼部的两倍,泥下层底面为一低幅度的隆起面。受塑性层流动上拱作用,构造顶部发育一系列断层,断入塑性层即消失(图2)。构造形态向两端的延伸情况不清,推测付湾断鼻可能系其东南端的延伸部分。

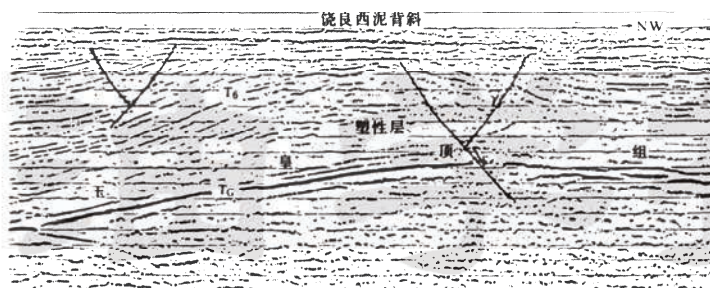


图 2 饶良西泥背斜剖面特征(剖面位置见图 5)

Fig. 2 Soft clay-shale(gypsum) plastic flow structure in the west of Raoliang region(see Fig. 5 for location of BB')

综合分析本区构造特征和其它地质资料,初步认为泌阳凹陷发育的泥构造可能与下列因素有关:①具备形成泥构造的物质基础。钻井资料表明古城和毕店地区大仓房组以泥质沉积为主。如泌 127 井钻入大仓房组近千米,主要为泥岩。夹有 1~2m 薄层砂质条带;②凹陷内次级基底断裂和低幅度隆起控制泥背斜并诱发塑性层发生流动;③泥背斜形成倒转的深度在 2000m 左右。研究表明,泌阳凹陷形成欠压实的深度 1700~2200m,与泥构造活动时期相对应;④地震层速度分析,大仓房组泥塑性体为低速层,在 3400~3600m/s 之间,上覆层为高速层达 4000m/s 以上;⑤重力异常显示,泥背斜处均为负的布格异常值,排除了火山底辟作用的可能性。

### 3.3 块断构造

凹陷内这类构造十分发育。其特点是在重力滑动作用下叠加了后期断层活动而复杂化,组成一系列为断层所封闭的复杂断块。单个断块的面积不大,多小于 1km<sup>2</sup>,少数大于 1km<sup>2</sup>。以王集—新庄地区最为典型,包括新庄、柴庄、王集、扬楼几个油田在内,构成了鼻状构造背景上的断块圈闭油藏类型。

### 3.4 差异压实构造

这类构造主要由于同生断层的活动,靠近断层下降盘沉积了较厚的砂砾岩楔状体,泥岩差异压实作用而形成的构造。其基本特点是构造核部砂体较两翼发育,继承性强,隆起幅度自下而上逐渐变缓。泌阳凹陷双河、井楼、赵凹—安棚等构造都不同程度受到差异压实作用的影响,以井楼背斜较为典型。

井楼背斜早期(玉皇顶—大仓房组沉积时期)受边界断层控制,堆积大套粗碎屑砾状砂岩。区内揭示大仓房组最大厚度 802.88m,为一套红色、杂色砾状砂岩夹含膏泥岩薄层。该套地层横向变化大,在地震剖面上 T<sub>c</sub> 反射之下靠近断层处为一套变振幅楔状杂乱反射地震相,向盆地方向迅速变为中振幅断续波状反射地震相。井楼背斜正好位于杂乱反射的楔状体之上,楔状体之下为下凹基底面(图 3)。

此外,井楼油田严格受构造、砂体控制,构造高点与砂体最发育部位相对应。如背斜高点处

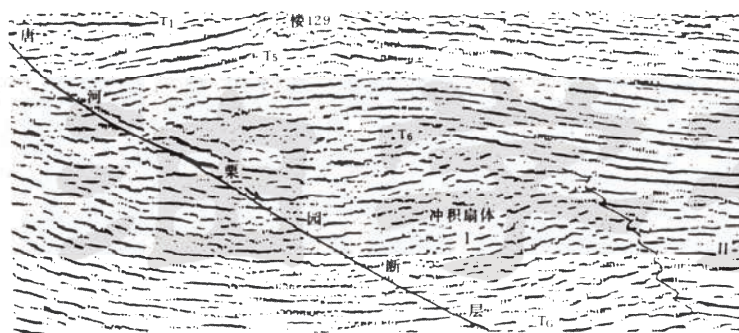


图3 井楼背斜剖面反射特征(剖面位置参见图5)

Fig. 3 Profile reflection character-Ginlou anticline (see Fig. 5 for location of CC')

的楼127井即处于长桥砂体的扇中位置,电测解释油层达106.4m(12层)。向南129井、向北126井相变为砂体侧缘,向西北楼浅8井为扇端部位。上述特点说明核三段沉积时期,井楼地垒型背斜尚未形成,处于相对较低位置,有利于长桥砂体的发育,随着埋藏深度增大差异压实作用增强,构造隆起幅度逐渐变大,最大达150m。要指出的是,后期在差异压实的构造背景上又叠加了断块作用,背斜隆起幅度进一步增大达350m,形成现今的地垒型背斜。

### 3.5 滑塌构造

为一种构造和沉积共同作用的同沉积构造。位于湖盆边缘未固结成岩的沉积物在重力作用下,受洪水或断裂活动的诱发,沿一定坡度滑塌而形成的层内变形构造。其形成的基本条件:充足的物源快速堆积,古沉积坡度(通常 $>3^\circ$ )和断裂活动等。通过对北部斜坡重点地区三维地震资料解释,发现在贾庄—小马岗之间存在一透镜状地震异常体。剖面显示为中振幅断续波状的地震反射结构特征,下凹上凸,位于 $T_5^2-T_5^4$ 反射层之间,且为两条相向下掉的正断层所夹持(图4)。

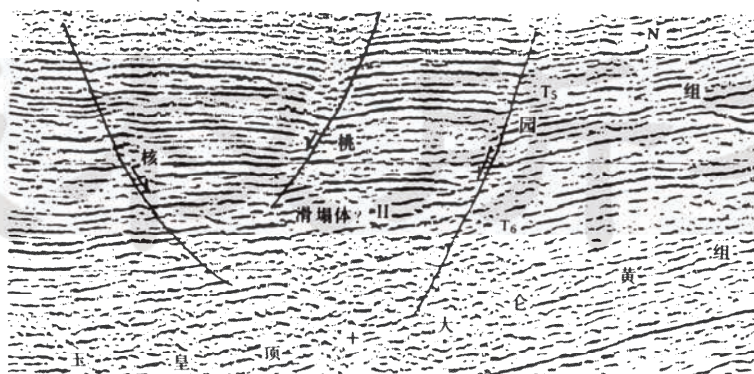


图4 地震异常体反射特征(剖面位置参见图5)

Fig. 4 Reflection character of seismic anomaly body

异常体位于付湾三角洲砂体前缘的低洼处,面积为 $2\text{km}^2$ ,平面为椭圆形呈北东向展布。地震层速度分析,滑塌岩体为高值区,其周围为低值区。古沉积坡度计算表明,异常体展布范围正好处于坡折点平台处。即岩体沿古斜度下滑,在坡折处滑动速度减缓并逐渐堆积下来。王27和王15井岩心观察发现核二上段地层均发育有滑塌岩,其变形强度不一,有揉皱现象,且发育有微型同生断层,而位于异常体西北部的泌172、泌64、泌137等井均未发现滑塌岩。可以推测,该异常体严格的受构造和断裂活动的控制。

## 4 泌阳凹陷的演化历史与应力分析

泌阳凹陷内断裂十分发育。构造型式多样,形成机制与盆地演化历史和古应力体制密切相关。

### 4.1 泌阳凹陷的演化历史与构造活动阶段划分

泌阳凹陷形成经历了晚白垩世初始断陷期、早第三纪主断陷期和晚第三纪拗陷期三个发展时期,主断陷期是泌阳凹陷发展、形成的主要成盆期,可进一步分为初期断陷、稳定断陷、强烈断陷和断陷萎缩至消亡四个发展阶段。

#### 4.1.1 晚白垩世初始断陷期

晚白垩世泌阳凹陷在继承先期北西向基底断裂基础上,受区域拉张应力作用即开始断陷活动。具体表现在凹陷中心部位,玉皇顶组与变质岩系基底之间发育一套具充填反射结构特征的中—弱振幅断续连续地震反射相,凹陷内无钻井揭示,结合区域资料推测属晚白垩世沉积。其分布范围和厚度不大,与边界断层活动没有明显的关系,初步认为可能属于初始断陷期的产物。

#### 4.1.2 早第三世主断陷期

早第三世主断陷期是泌阳凹陷的主要成盆期,按盆内充填序列和构造活动历史可分为四个发展阶段。

(1) 断陷初期阶段(玉皇顶组) 为一套红色粗碎屑充填式沉积,最大沉积厚度达 $2000\text{m}$ ,最大沉积速率达 $130\text{m}/\text{Ma}$ ,构造活动强烈,古地貌起伏大。受北西向边界断裂活动和基底形态的控制,分布范围局限,沉降中心靠近唐河—栗园断层一侧,沉积中心偏于凹陷西北部,凹陷西北部斜坡基本无沉积或沉积较薄。

(2) 稳定断陷阶段(大仓房组) 为一套紫红色泥岩、砂岩与砂砾岩间互沉积,顶部出现灰绿色泥岩,过渡为核三段深灰色,含斑块和层状石膏。沉积物分布具湖相盆地环带状特点,说明湖盆已出现。沉积厚度约 $2000\text{m}$ ,最大沉积速率 $180\text{m}/\text{Ma}$ 。凹陷内断裂活动仍以北西向为主,且对沉积体系展布具明显的控制作用,沉积和沉降中心轴线方向与主要断裂活动方向平行。

(3) 强烈断陷阶段(核三、核二段) 为一套以暗色泥岩夹薄层粉、细砂岩为主的较深湖相沉积,分布范围广,是凹陷内主要生储油层段。此时边界断裂活动强度大,沉积厚度亦大,达 $2800\text{m}$ ,最大沉积速率 $500\text{m}/\text{Ma}$ 。断裂活动仍以北西向张性断裂为主,北东向断层在下落过程中主要起调节作用,盆地沉积和沉降中心呈北西向展布,与主边界断层活动基本平行。末期( $\text{H}_3\text{—H}_2$ )断裂和沉降减弱,湖盆沉降沉积中心迁移至北东和北西两组边界断裂交汇处的东南

角,呈环带展布。

(4) 断陷萎缩至消亡阶段(核一段至廖庄组) 以灰绿色泥岩为主,夹页岩、砂岩和薄层泥质白云岩、油页岩沉积。最大沉积厚度可达1000m,最大沉积速率为100m/Ma。随着盆地东缘北东向断裂活动加强,沉降和沉积中心轴由北西向转为北北东向,廖庄组末期,凹陷西北部抬升遭受剥蚀,最大剥蚀可达1000m以上,东南部为相对下降区,最小剥蚀区轴线与东缘断裂平行,呈北东向。

#### 4.1.3 晚第三纪坳陷期

早第三纪末的构造抬升,结束了凹陷的断陷历史,进入了一个新的发展时期。该阶段为一套灰黄、灰绿色亚粘土和砂砾沉积,厚度在200m左右,沉积速率为50m/Ma。

#### 4.2 泌阳凹陷断陷期主应力分析

初步认为:泌阳凹陷产生、发展、形成过程中经历两种不同的主应力体制和与之相对应两大变形发展阶段,即早期(玉皇顶组至核三段)以北东向拉张应力体制为主,以北西向下降为特征;后期(核一段至凤凰镇组前)以北西向拉张应力体制为主,以北东向抬升为特征(图5)。

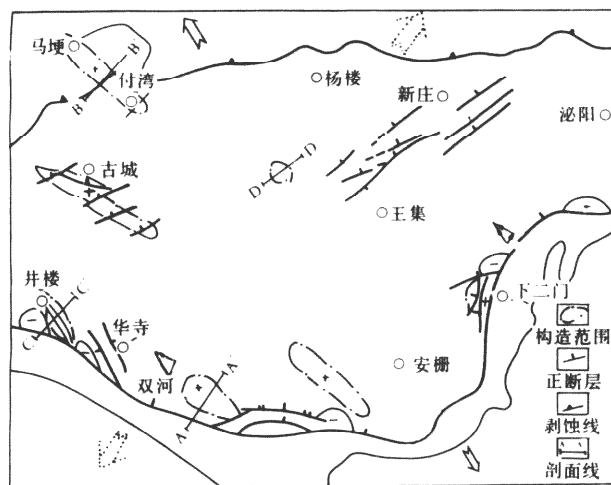


图5 泌阳凹陷演化阶段不同期次主应力方向图解

Fig. 5 Schema of principal stress orientation in the different stage of evolution of Miyang depression

虚线箭头—早期主张应力方向;实线箭头—晚期主张应力方向

其主要证据是:①凹陷内基底为北西向低幅度隆凹相间的构造格局,低幅度基底隆起对古城、饶良西泥背斜构造具有明显的控制作用,古城背斜和饶良西泥背斜与其下伏基底低幅度隆起构造展布方向一致。具明显的继承性;②断裂与砂体的配置关系表明,核二段沉积前,各规模较大的扇三角洲砂体主要沿唐河—栗园断层分布,栗园—泌阳断层基本不发育大型砂体;③凹陷内同生构造与断裂的配置关系表明,核二段沉积前,沿北西向边界断层发育井楼、双河等同沉积构造;④核二段沉积后沿北东向边界断层发育下二门同沉积构造,凹陷内沉积

反映了边界断裂活动阶段性的变化对沉积的控制作用;⑤凹陷内北东向张性断裂对北西向构造具明显改造作用,北西向断裂对北东向断裂具限制作用。综上所述,泌阳凹陷现今构造面貌是两个阶段两种应力体制下叠加复合作用的产物。

总之,泌阳凹陷的演化历史和构造特征与我国东部裂谷盆地相似,以拉张下落作用为主,凹陷内发育一系列典型的张性构造:如逆牵引构造、泥塑性构造和块断构造,后期构造活动和平移作用而复杂化。因而构造解析过程中重视成因机制和应变历史分析,有利于地震地质解释

的正确性,和有效地提高勘探成功率。

#### 参 考 文 献

- [1] 陈发景. 我国东部白垩纪—早第三纪蒸发岩和生油岩沉积的区域构造背景. 石油与天然气地质, 1983, (2).  
[2] 王燮培. 石油勘探构造分析. 中国地质大学出版社, 1990.  
[3] 孙家振. 潜江凹陷盐构造形成机制的探讨与模拟实验. 北京: 石油工业出版社, 1985.

(本文收到日期 1993-05-07)

(修改稿收到日期 1994-12-03)

(编辑 孟伟铭)

## THE CHARACTER AND EVOLUTION HISTORY OF HYDROCARBON BEARING STRUCTURE IN MIYANG DEPRESSION

Sun Jiazhen Li Lanbin  
(China University of Geosciences)

Yang Zhenfeng Wang Shouqing  
(Henan Petroleum Administration)

### Abstract

Based on the structural features and formation mechanism of hydrocarbon-bearing structures in Miyang depression it is classified into 5 types:

(1) Reversal-drag structure in Shuanghe area; (2) soft clay-shale (gypsum) plastic structures in Guchen and the west of Raoliang region; (3) block-faulted structures in Wangji and Sinzuang area; (4) differential compaction structures in Ginlou area; (5) Slump structure in Xiaomagang area. Evolution history in Miyang depression can be divided into initial fault-depression period, major fault-depression period and ending of fault-depression period. It is supposed that the axis of principal extension stress in the early phase of basin evolution in northeast oriented and is being north-west oriented in Miyang depression.

**Key words** basin evolution structural type stress field fault depression