

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

泌阳凹陷新生代构造特征与形成机制 及其与油气成藏的关系

王子煜^{1,2)} 漆家福¹⁾ 张永华³⁾

1) 石油大学石油天然气成藏机理教育部重点实验室,北京,102249

2) 北京大学地球与空间科学学院,100871; 3) 河南油田分公司勘探开发研究院,南阳,473132

内容提要 根据地层层序特征,叠加在东秦岭造山带之上的泌阳凹陷伸展作用可以划分出6个伸展作用幕。核二段沉积前泌阳凹陷以北东—南西向的伸展作用为主,构造变形受以正断层为主兼具左旋走滑分量的唐河—栗园断裂控制。核二段沉积期——廖庄组沉积末期构造应力场发生转变,以北西—南东向伸展作用为主,构造变形主要受以正断层为主兼具右旋走滑分量的泌阳—栗园断裂控制。断裂活动引起上盘构造变形,对先成构造进行改造。廖庄组沉积末期发生区域性的隆升作用,北西—南东向的伸展作用导致边界断裂上盘发生断块掀斜,地层遭受强烈剥蚀。核二段沉积以来尤其是廖庄组沉积末期,受北西—南东向不均匀伸展作用的影响,北西向走滑断层活动并影响盖层构造样式。

关键词 泌阳凹陷 新生代 构造特征 构造演化

泌阳凹陷为我国东部南襄盆地小型凹陷之一,南部和东部毗邻桐柏山,东北部紧接伏牛山,西部为社旗—唐河凸起。泌阳凹陷基底属于秦岭褶皱带,由于受南部北西西向的唐河—栗园断裂和东部北东向的泌阳—栗园断裂的共同作用,形成了南陡北缓的扇形楔状断陷盆地。泌阳凹陷总面积1000 km²,中、新生界沉积岩厚度达8000 m,其中油源岩的最大厚度为2200 m。泌阳凹陷的油气勘探始于1974年,1976~1978年间发现了主力油田双河油田和下二门油田。在以后的7年间,虽有小的发现,但储量增长不多,处于相对的低潮时期。直到1986年和1987年因突破了浅层找油的领域后,勘探又上新台阶。伴随着泌阳凹陷的油气勘探实践,在泌阳凹陷构造特征、沉积体系、砂体展布规律以及成藏条件研究方面做过大量细致的工作,取得了丰硕的研究成果(陈文礼等,2003;漆家福等,2001;钟俊义等,2003)。张志业等(1989)^①对泌阳凹陷北部斜坡王集地区;姚汉勤(1992)^②对双河东地区;邓荣来(1990)^③对北部斜坡区;张兴(1988)^④对古城油田;孙淑兰(1988)^⑤对泌阳凹陷东南部的构造特征和构造演化进行过详细研究。随着地质资料不断积累,进一步从总体上研究泌

阳凹陷新生代构造特征,对于泌阳凹陷的油气勘探具有重要意义。

1 泌阳凹陷区域地质背景

泌阳凹陷所在的南襄盆地位于秦岭造山带内部,基底发育一系列北西西向区域大断裂,如北缘栾川—方城—明港逆冲断裂、中部商丹—信阳走滑断裂和南缘襄樊—广济逆冲断裂(图1)。大地电磁测深表明盆地深层存在塑性层,为基底深部早期逆冲推覆和后期伸展拆离提供了条件。南襄盆地盖层构造包括北西西向和北东向两组正断层,中始新世以前以北西西向正断层为主而北东向正断层为调节性断层,晚始新世以北东向正断层为主而北西西向正断层为调节断层。北西西向正断层为早期的逆断层反转而成,北西西向带状构造与北东向构造相互叠加,造成南北分带、东西分块(何明喜等,1995;张国伟等,1996;陈发景等,1996;李三忠等,2002)。如同其他地区一样,这些断裂控制了含油盆地的形成(刘绍文等,2001;姜耀俭等,2002;林爱明等,2002)。

泌阳凹陷位于扬子板块与华北板块结合部位的

注:本文为中国石化集团公司重点科技攻关项目(编号 P00016)资助的成果。

收稿日期:2003-11-12;改回日期:2004-01-24;责任编辑:郝祥国。

作者简介:王子煜,男,1970年生。1995年毕业于石油大学(北京)获油气地质与勘探专业硕士学位,主要从事构造地质学的教学和科研工作,现为北京大学在读博士。通讯地址:102249,北京昌平,石油大学资源与信息学院,Email: wang-ziyu@sina.com。

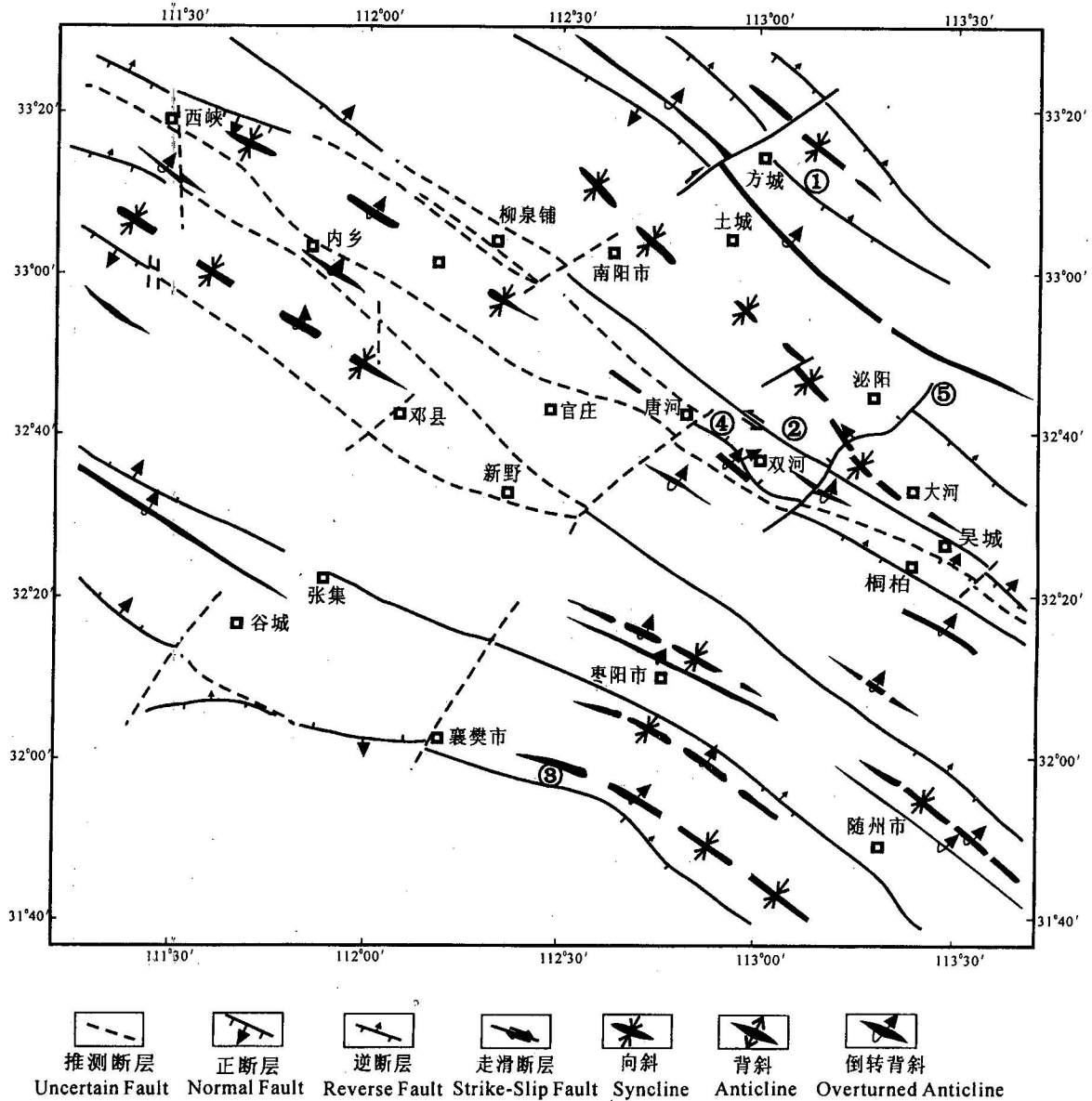


图 1 南襄盆地基底构造纲要图(据王定一等,1987,有修改)

Fig. 1 Tectonic outline of basement in Naxiang Basin (modify from Wang Dingyi, 1987)

- ①—栾川—方城—明港断裂;②—商丹—信阳断裂;③—襄樊—广济断裂;④—唐河—栗园断裂;⑤—泌阳—栗园断裂
- ①—Luanchuan—Fangcheng—Minggang fault; ②—Shangdan—Xinyang fault; ③—Xiangfan—Guangji fault; ④—Tanghe—Liyuan fault; ⑤—Biyang—Liyuan fault

秦岭褶皱带上,是在统一的陆壳板块基底上发展形成的,基底为前白垩系变质岩、岩浆岩(殷秀兰等, 2001),地壳厚度与周边地区相比较薄,平均35~37 km,而北部地区达40~41 km。栾川—方城断裂以北的华北地台区地壳分为三层,上地壳厚度14km,中地壳厚度9km,下地壳厚度7.5 km。密度由上向下逐渐增加,具有典型的陆壳结构。秦岭造山带北界为栾川—方城断裂,南界为城口—房县—襄樊—广济断裂。造山带内部由北向南逆冲的叠瓦构造使地壳厚

度由北往南加深,从32 km 直到34 km,莫霍面平均深度32.5 km。上地壳厚度13.11 km,中地壳厚度10.89 km,下地壳厚度8.5 km。扬子地台区由于受秦岭造山带由北而南的推覆,城口—房县—襄樊—广济断裂附近地层褶皱强烈,地层厚度约34 km。与东部拉张型盆地相似,地幔上涌导致地壳减薄是形成泌阳断陷的重要因素,但地壳厚度相对较大,伸展作用不如东部盆地强烈。

南襄盆地具有伸展盆地典型的沉积层序,盆地

内的泌阳凹陷晚白垩世早—中期以前为前裂陷期沉积阶段,在南襄盆地的盆缘可见上白垩统的地层露头,在盆地内部的地震剖面上有些可以识别。晚白垩世晚期—古近纪末为断陷期沉积阶段。胡岗组(K_2h)为断陷早期沉积;玉皇顶组(Ey)和大仓房组(Ed)为强烈断陷期沉积;核桃园组三段(Eh^3)和二段(Eh^2)为稳定断陷期沉积阶段;核桃园组一段(Eh^1)和廖庄组(El)为断陷衰退期及终止期沉积;新近纪和第四纪为拗陷期沉积。泌阳凹陷盖层地层和沉积序列(表1)可分为6个伸展作用期:

(1) 伸展作用 I 期——晚白垩世晚期胡岗组沉积时期:泌阳凹陷上白垩统胡岗组分布局限,厚度较小,为伸展早期的裂陷充填阶段的产物。地震剖面上为中—弱振幅,具充填式反射特征,超覆在凹凸不平的变质基底之上,与下伏基底呈不整合接触关系。

(2) 伸展作用 II 期——古新世至中始新世玉皇顶组(Ey)、大仓房组(Ed)沉积时期:玉皇顶组为一套红色粗碎屑充填式沉积,最大沉积厚度2000 m,最大沉积速率130 m/Ma,构造活动强烈,古地貌起伏较大。沉降中心靠近唐河—栗园断层,沉积中心偏

于凹陷西北部,东北坡基本无沉积。玉皇顶组与下伏地层呈不整合接触关系。大仓房组(Ed)为一套紫红色泥岩、砂岩与砾岩间互沉积,顶部为含石膏泥岩。沉积厚度约2000 m,最大沉积速率180 m/Ma。

(3) 伸展作用 III 期——晚始新世末至早渐新世核桃园组三段(Eh^3)沉积时期:核桃园组三段(Eh^3)为湖进体系,由深灰色泥岩与页岩及粉砂岩、砂(砾)岩组成,核桃园组与大仓房组呈局部不整合接触。

(4) 伸展作用 IV 期——早渐新世核桃园组二段(Eh^2)沉积时期:核二段为盐湖沉积体系,湖盆水体变浅,含盐度升高,岩性组成为灰色泥岩、白云质泥岩、泥质白云岩及白云岩夹天然碱层与砂岩层,厚500~800 m,与核桃园组三段呈局部不整合接触。

(5) 伸展作用 V 期——中渐新世核桃园组一段(Eh^1)和晚渐新世廖庄组(El)沉积时期:核一段为湖退体系,湖盆范围明显收缩,水体淡化变浅,属湖盆萎缩阶段沉积,由灰色、灰绿色泥岩夹粉砂岩及少量砂岩,厚度小于500 m,发育内陆河湖相红色建造。廖庄组为湖盆消亡期产物,为河流—洪积相的红色砂岩、砾岩、泥岩沉积,厚720 m,分布局限。廖庄

表 1 泌阳凹陷地层与沉积序列

Table 1 Stratigraphic sequence and sedimentation succession in Biyang Depression

界	地层层序				接触关系	主要反射界面	岩性综述
	系	统	组	段			
新 生 界	第四系				不整合	第四系底面	黄色粘土,下部为砾石层,厚度0~200 m
	新近系 — 古近系	上、中新统	凤凰镇组		区域不整合	凤凰镇组底面	粘土与浅棕黄色砂砾岩互层,含钙质团块,厚度40~800 m
			廖庄组		整合		上部膏泥岩段;下部砂砾岩加砂质泥岩段,厚度0~720 m
		渐新统	核桃园组	一段	局部不整合	H_1 底面	泥岩与砂岩不等厚互层,厚度0~495 m
				二段	局部不整合	H_2 底面	泥岩、油页岩夹砂岩,厚度112~903 m
				三段	局部不整合	H_3^1 底面 核三段底面	上部泥岩、油页岩、泥质白云岩夹砂岩; 下部灰黑色泥岩夹砂岩,厚度531~1520 m
	始新统 —古新统	大仓房— 玉皇顶组		不整合	新生界底面	紫红色砂岩、含砾砂岩、粒状砂岩夹泥岩, 上部含石膏团块,厚度约3000 m	
中 生 界	白垩系	上统	胡岗组	不整合	胡岗组底面	土红色砾岩、粒状砂岩夹薄层泥岩, 厚度1100~2400 m	
		下统	白湾组	不整合	白湾组底面	灰色泥岩夹砂岩及少量含砾砂岩, 厚度约324 m	

组末期泌阳凹陷开始抬升,遭受剥蚀,西北部斜坡剥蚀量最大。

(6) 伸展作用Ⅵ期——新近纪晚中新世凤凰镇组(Nf)至第四纪(Q)沉积时期:新近系凤凰镇组和第四系属坳陷型充填沉积,为一套灰黄、棕黄色亚粘土和砂砾岩沉积,厚约200 m,披覆于新近系地层之上,呈区域性地层不整合接触关系。

2 泌阳凹陷新生代构造特征

2.1 泌阳凹陷主要基底断裂特征

北西向的唐河—栗园断裂和北北东向的泌阳—栗园断裂是泌阳凹陷发育的最重要的基底断裂(图1)。其中唐河—栗园断裂是华北陆块与扬子陆块主缝合带即西峡—桐柏—商城断裂带后期局部负反转而成,具有深源性和复杂性。唐河—栗园断裂为泌阳凹陷南缘边界大断裂,走向北西西,北倾,延伸长度33 km,自西而东断距逐渐变大,最大达8000 m以上。剖面上断面倾角上陡下缓,平面上呈凹向盆地的弧形。根据徐志康(1994)对唐河—栗园断裂东南端深断裂结构和性质的研究,泌阳凹陷东南缘深断裂在浅层比较简单,为断面较陡并呈向北倾斜的正断层;深层表现为逆冲断层与正断层相互切割,断面向北倾斜的两条正断层及断面向南倾斜的两条逆冲断层组合在一起。唐河—栗园断裂具有复杂性的特点,其平面形态可能呈折线,而不是一条平滑的弧线。因此,唐河—栗园断裂具有分段性,不同区段的断面形态可能有差异。栗园—泌阳断层为盆地东缘边界大断裂,走向由南段的北北东向转为北东东向,倾向北西,延伸长度31 km,最大断距在南段达8 km以上。断层倾角上缓下陡,平面上呈弧形延伸。商丹—信阳断裂是泌阳凹陷内部的重要断裂,根据该断层对上覆盖层构造的影响,该断层在廖庄组沉积末期活动时表现为明显的走滑断层的特征。

2.2 盖层构造的基本特征

2.2.1 新生界底面构造特征

泌阳凹陷新生界底面断层主要为北东向和北西向两组,近东西向断层次之。北东向断层主要分布在泌阳凹陷的北部的张厂构造带、王集构造带、新庄构造带,断层的倾斜方向以南东为主,局部向北西向倾斜。北东向断层断距在100~800 m范围内,组合成地堑、地垒、断阶等构造样式(图2)。

北东向断层与东部泌阳—栗园边界断层走向近平行、倾向相反,属东部边界断裂控制下的反向调节断层。主要位移量集中在边界断裂,凹陷内部反向调

节断层位移量不大。北西向断层主要分布在古城—毕店—安棚以南构造带,断层走向与唐河—栗园断裂近平行或相交,断层倾向有北东、南西向。这些北西向断层的断距在400~800 m的范围内,从断层的分布与边界断层的组合关系分析,其形成受南部边界断层唐河—栗园断裂的控制。上述两组断层分界部位在古城—毕店—安棚一带,与基底的商丹—信阳断裂位置相近。

2.2.2 核桃园组三段内部 H₃ 反射界面构造特征

泌阳凹陷 H₃ 底面以北东向正断层为主导,北西以及近东西向断层次之,凹陷东北的 BQ47 井附近的部分地区可能发育北北东走向的向西倾斜的呈阶展布的正断层组合。北部的张厂构造带、王集构造带、新庄构造带仍以北东向断层为主,但比较明显的北西和近东西向断层的大量出现,这些断层处于北东向断层分割而成的断块内部,是北东向断层的横向调节断层,断层的规模都比较小。古城构造带—毕店构造带的北西断层的发育和北东向小断层的斜列式展布特征明显(图3)。

北部斜坡构造带的张厂、王集、新庄的鼻状构造受北东向正断层和与之对应的调节断层的改造而更趋破碎,局部断块构造发育,但构造幅度较小。古城鼻状构造被北西、北东以及东西断层进一步切割,鼻状构造更趋复杂。自安棚至安店、古城北形成明显的北西向分割槽,将泌阳凹陷分成两个大的鼻状构造群。西南鼻状构造群以古城鼻状构造、双河鼻状构造、赵凹—安棚鼻状构造为代表,东北鼻状构造群以王集鼻状构造、新庄鼻状构造为代表。基底走滑引起的盖层变形带以及与之相伴的凹槽在不同的平面构造图上的构造位置基本一致,也反映了核三段主体构造的形成时期较晚。构造线的展布与东部的泌阳—栗园断裂平行,反映核三段的构造受控于该边界断层且该边界断层的主要活动期较晚。

2.2.3 核桃园组二段 H₂ 底面构造特征

泌阳凹陷 H₂ 底面主要正断层在前述构造图上均有反映,而且断距变化不大,主要断层的形成时间应当在核二段沉积之后。核二段底面构造比较明显的特征是双河鼻状构造的幅度增大,鼻状构造也更趋完整,正断层不发育。B28井西北方向发育小型鼻状构造,东南方向发育双河鼻状构造。张厂构造带、王集构造带、新庄构造带仍以北东向断层为主,北西和近东西向断层的作调节。古城构造带、毕店构造带北东向小断层的斜列式展布特征明显(图4)。

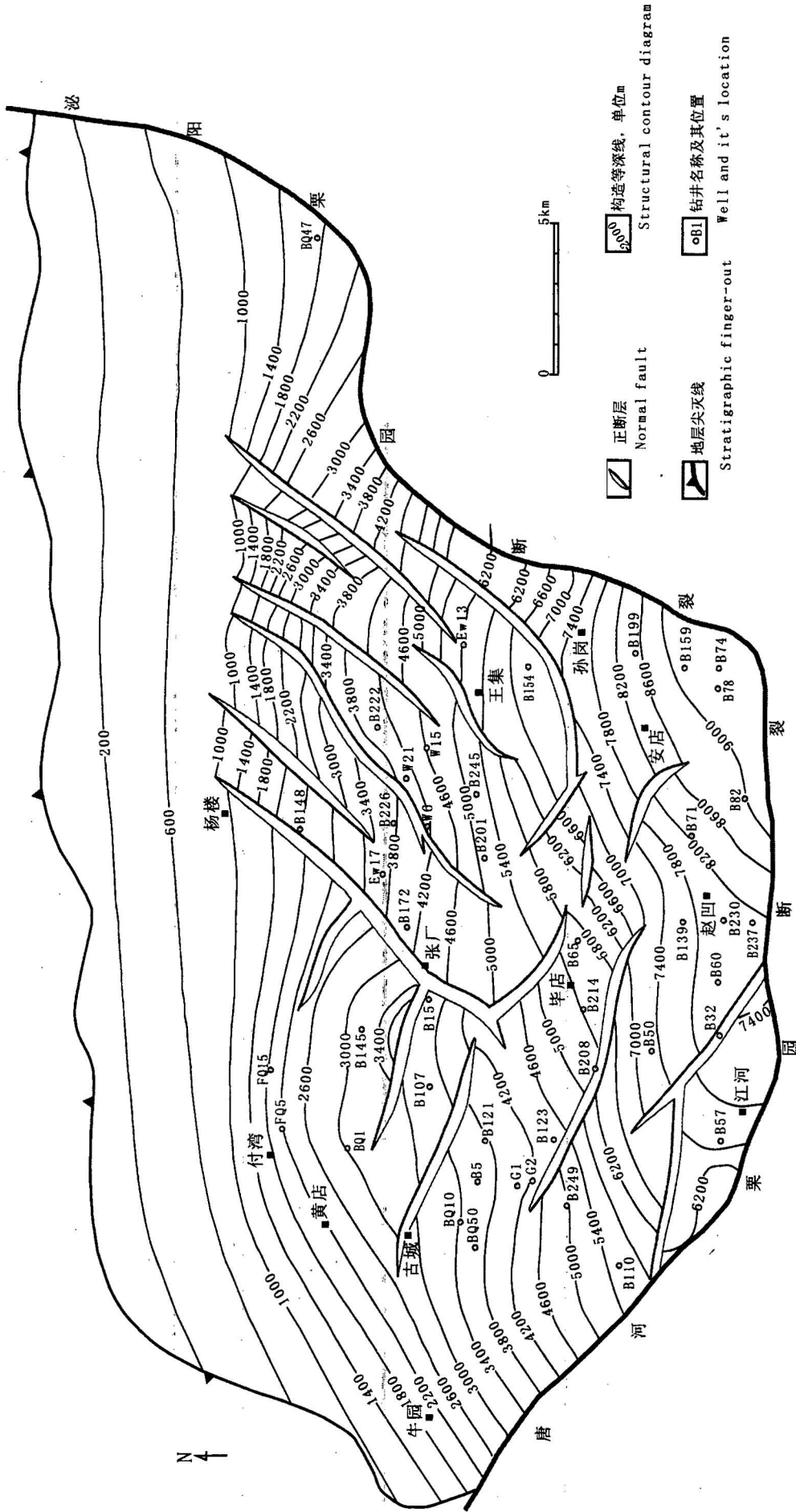


图 2 泌阳凹陷新生界底面构造图

Fig. 2 Structural diagram of the Cenozoic subfaces in the Biyang depression

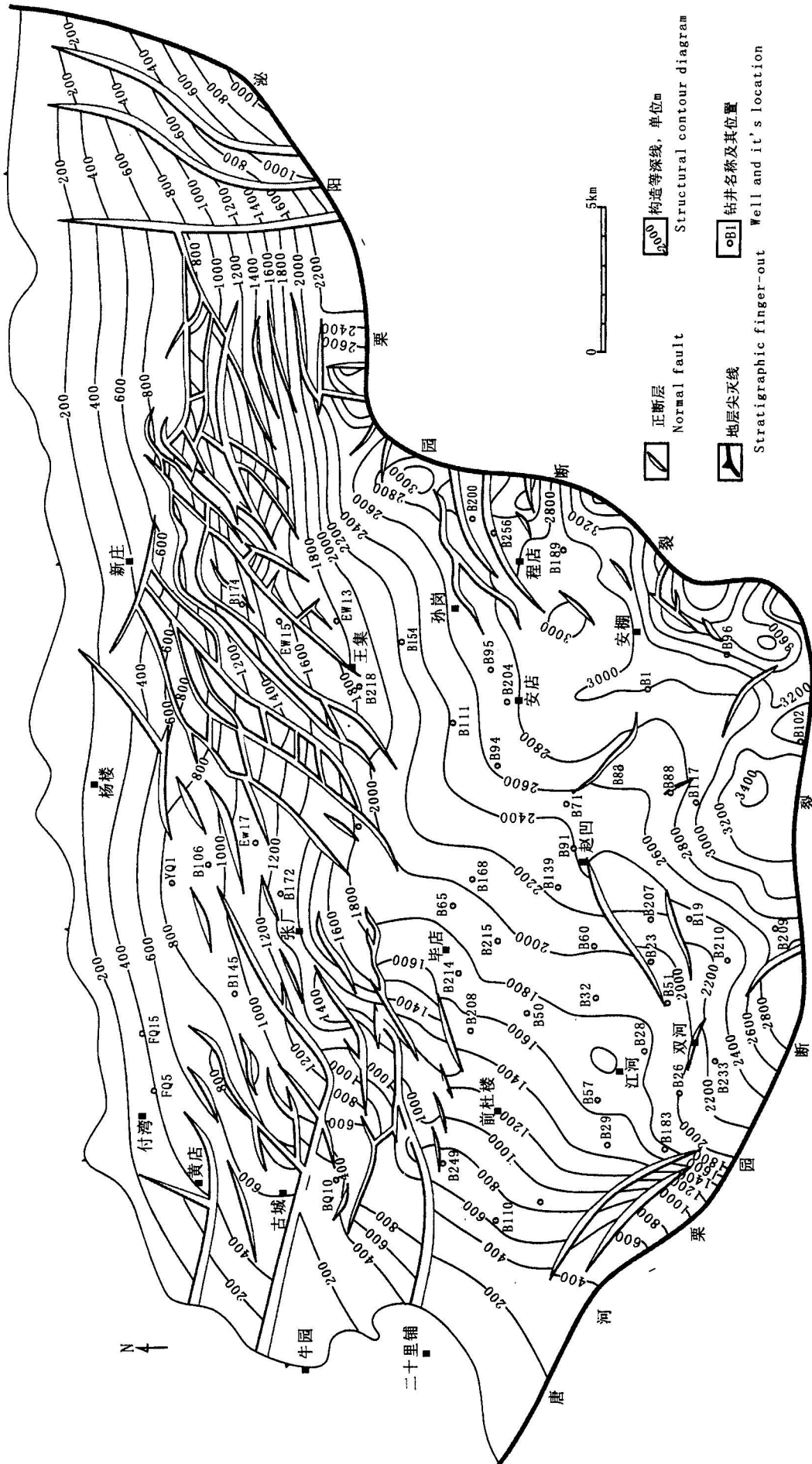


图 3 泌阳凹陷核桃园组三段内部 H₃ 底面构造图
Fig. 3 Structural diagram of H₃ subface of Hetaoyuan Formation in the Biyang depression

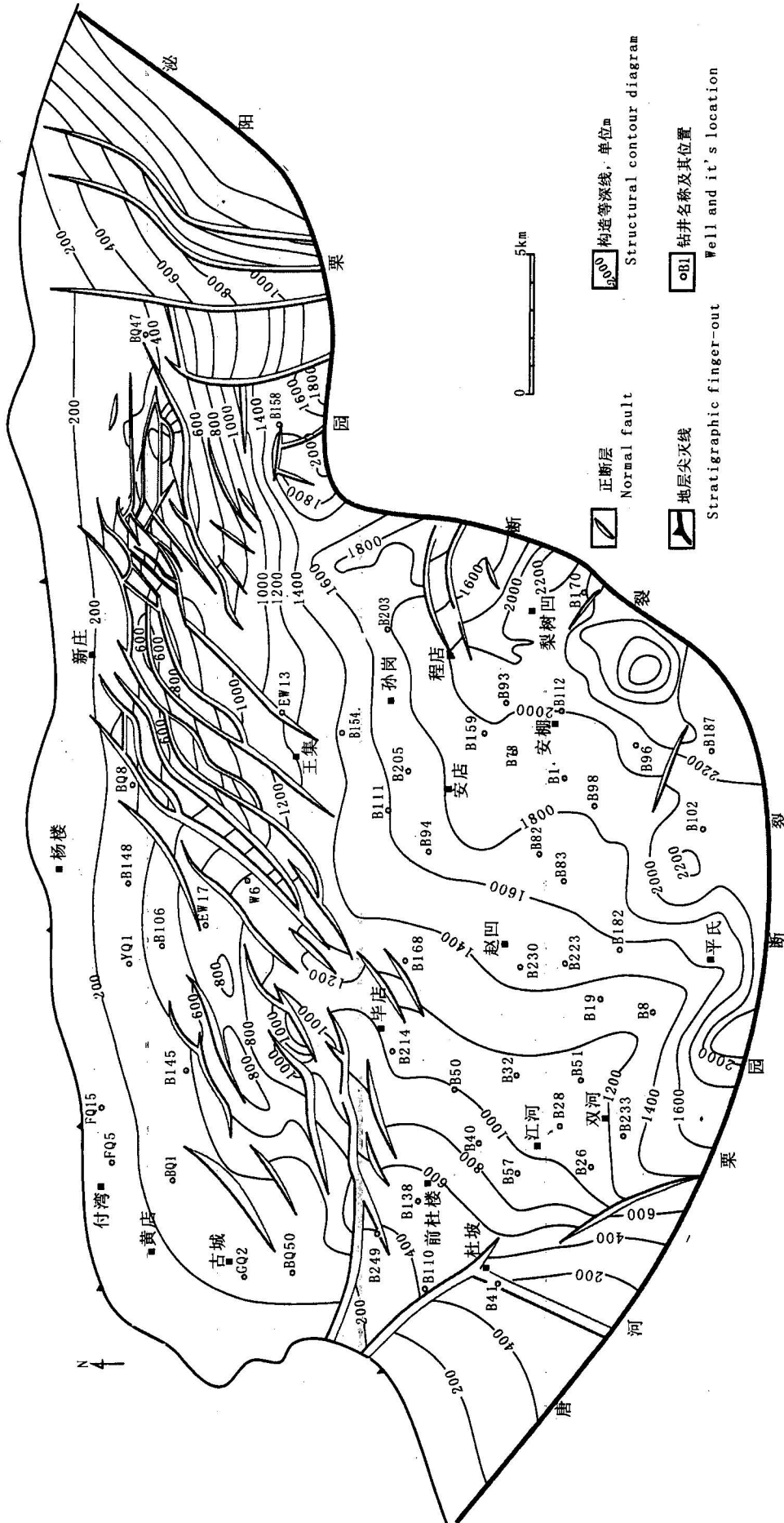


图4-泌阳凹陷核桃园组二段内部H₂底面构造图

Fig. 4 Structural diagram of H₂ subface of Hetaoyuan Formation in the Biyang depression

泌阳凹陷新近系凤凰镇组底面断层不发育,与古近系反射层构造面貌具有明显的差异,主要断层形成期应当在凤凰镇组沉积之前。

凹陷西南部中—新生界底面发育北西向断层,而上覆构造层相应部位发育斜列式小断层,深部北西向断层的左旋走滑导致了上覆斜列式断层的发育。该走滑构造带附近深度有较突然的转变,在三维构造时间切片上有明显反映。凹陷东北部基底面以北东向断层为主,在上覆层以北东向和北西向断层为主。北西向断层的展布受控于北东断层且规模较小,为北东向断层的调节断层。

3 泌阳凹陷新生代构造形成机制

3.1 新生代构造沉降与边界断层活动关系的讨论

一般意义上讲,盆地的沉降分为总沉降和构造沉降两种类型。构造沉降是指在某种构造驱动力的作用下使盆地基底主动下沉的数量,是由地壳伸展、挤压、冷却等构造作用引起的,这些因素正是盆地形成的主控因素。因此,构造沉降和盆地形成之间有着

共同的控制因素。构造沉降形成盆地,构造沉降的阶段性与旋回性反映了成盆作用的期次性,构造沉降曲线可以提供盆地成因的地球动力学信息。

选取泌阳凹陷18口钻井,用简单沉降史模型计算不同地质时期构造沉降量(图5)。H₃沉积时期构造沉降明显受唐河—栗园断裂控制;H₃沉积时期构造沉降主要受唐河—栗园边界断裂的控制,同时开始受东部的泌阳—栗园断裂的影响,构造沉降量最大值在两边断裂交会处;H₂沉积时期和H₁沉积时期的构造沉降主要受泌阳—栗园断裂控制。

从构造沉降与断裂活动期的角度分析,玉皇顶组核三段沉积时期构造主要受唐河—栗园边界断裂控制,以北东—南西向拉张应力机制为主;核二段—廖庄组沉积时期主要受泌阳—栗园边界断裂控制,以北西—南东向拉张应力机制为主。

断裂与砂体配置关系表明,核二段沉积之前沉积体主要沿唐河—栗园断层分布,泌阳—栗园断层不发育大型砂体。构造演化与断裂匹配关系表明,沿北西向边界断层发育的井楼、双河等构造的形成期

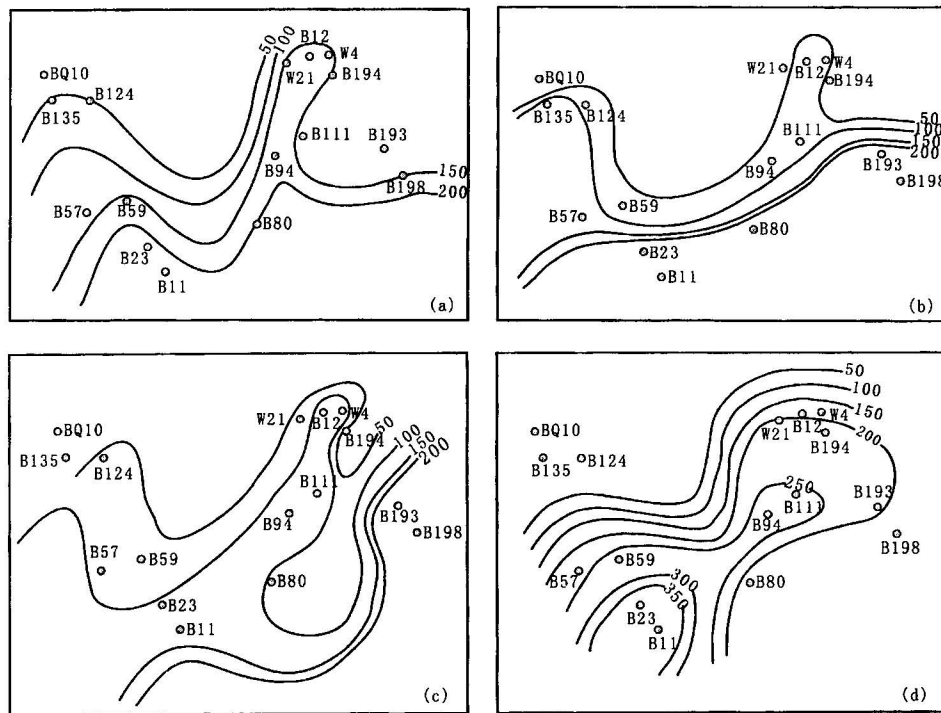


图 5 泌阳凹陷 H₃, H₃, H₂ 和 H₁ 沉积时期构造沉降沉降量等值线图(单位:m)

Fig. 5 Tectonic subsidence contour diagrams of Biyang Depression in periods of H₃, H₃, H₂ and H₁
 (a)—H₃沉积时期构造沉降量等值线图;(b)—H₃沉积时期构造沉降量等值线图;
 (c)—H₂沉积时期构造沉降量等值线图;
 (d)—H₁沉积时期构造沉降量等值线图
 (a)—Tectonic subsidence contour diagram in H₃; (b)—tectonic subsidence contour diagram in H₃; (c)—tectonic subsidence contour diagram in H₂; (d)—tectonic subsidence contour diagram in H₁

都在核三段沉积时期,而靠近东部边界断层的下二门背斜主要发育期在核二段沉积时期。

从区域构造演化的角度分析,印支—燕山期南襄盆地区南北向的挤压应力场形成近东西向的褶皱和断裂构造,奠定了南襄盆地区的基本构造格架。由于造山期后的伸展塌陷和卸顶作用,部分逆断层发生负反转而形成控制盆地形成和演化的重要断层,如唐河—栗园断裂成为泌阳凹陷新生代构造的主控断层。

3.2 北西向走滑断层带与伸展构造之间的关系讨论

核二段沉积期—廖庄组沉积末期泌阳凹陷在北西—南东向应力场作用下发生伸展作用变形,但这种伸展变形是不均匀的,而调节这些伸展变形的正是北西向的走滑断层构造带。通过累计走滑断层带两侧断层的水平断距发现两侧的伸展量具有明显的差异,凹陷东北部伸展量明显大于西南部(图6),凹陷东北部向北西方向拉张的速率大,北西向走滑断层为左旋走滑。

3.3 泌阳凹陷新生代构造形成机制

通过以上分析,可以断定,以边界断层为主控断裂,以走滑断层带为调节带,以两期不同方向的构造应力为动力,形成了泌阳凹陷的基本构造面貌。泌阳凹陷的边界断裂具有一定的走滑分量,表现在一系列断层和局部构造带与边界断裂的斜交,推论唐河—栗园断裂具有左旋走滑性质,而泌阳—栗园断裂具有右旋走滑性质。这些边界断层的走滑分量是在拉张应力机制下派生的,由于拉张方向并非与边界断层完全平行必然产生走滑分量。核二段沉积以前北东—南西向的拉张可能使唐河—栗园断裂表现出一定的左旋走滑分量;核二段沉积以来北西—南东向的拉张使唐河—栗园断裂作为伸展构造的调节断

层而加剧左旋走滑分量,与此同时,斜向伸展使泌阳—栗园断裂表现出一定的右旋走滑特征(图7)。

通过上面的分析,泌阳凹陷新生代的构造演化可以归纳如下:

(1) 核二段沉积前泌阳凹陷以 NE-SW 向的伸展作用为主,构造变形受唐河—栗园断裂的活动影响。唐河—栗园断裂断层性质以正断层为主,兼具左旋走滑分量。断裂活动引起上盘构造变形,同时受差异压实作用的影响,局部构造圈闭开始形成。

(2) 核二段沉积期—廖庄组沉积末期构造应力场发生转变,泌阳凹陷以 NW-SE 向的伸展作用为主。受斜向伸展作用的影响,泌阳—栗园断裂断层性质以正断层为主,兼具右旋走滑分量。断裂活动引起上盘构造变形,对先成构造进行改造。

(3) 廖庄组沉积末期发生区域性的隆升作用, NW-SE 向的伸展作用导致边界断裂上盘发生断块掀斜,正断层发育,地层遭受强烈剥蚀。早期的构造圈闭被重新改造定型。

(4) 核二段沉积以来尤其是廖庄组沉积末期,调节 NW-SE 向不均匀伸展变形的走滑断层活动影响盖层构造样式,断层带两侧的构造变形样式也有明显差异。NW 向走滑断层带的活动与 NW-SE 向伸展作用的不均匀有关。泌阳凹陷主要断层的形成期在廖庄组沉积末期,该时期的走滑作用也最强烈。

4 泌阳凹陷新生代构造与油气成藏

泌阳凹陷的新生代伸展构造控制着凹陷新近纪沉积凹陷的形成与演化,叠加在伸展构造之上的走滑构造影响油气藏的分布规律。NW 向展布的走滑构造带形成分割槽将凹陷分割为具有不同特征的南北两段,使得凹陷分为两个大的含油气系统。北部缓坡构造带、南部陡坡构造带、东部陡坡构造带、中央

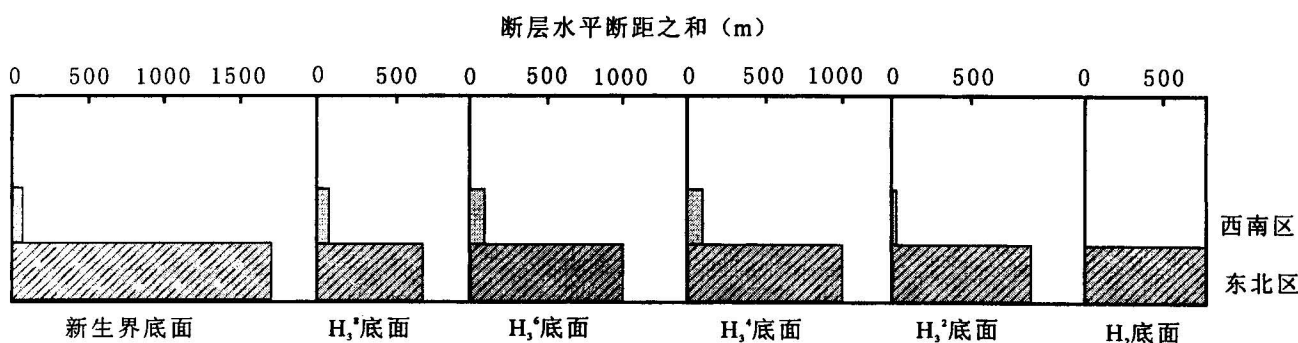


图 6 北西向走滑断层带两侧断层水平断距比较

Fig. 6 Comparison of total horizontal fault displacements between the two sides of the NW strike-slip zone

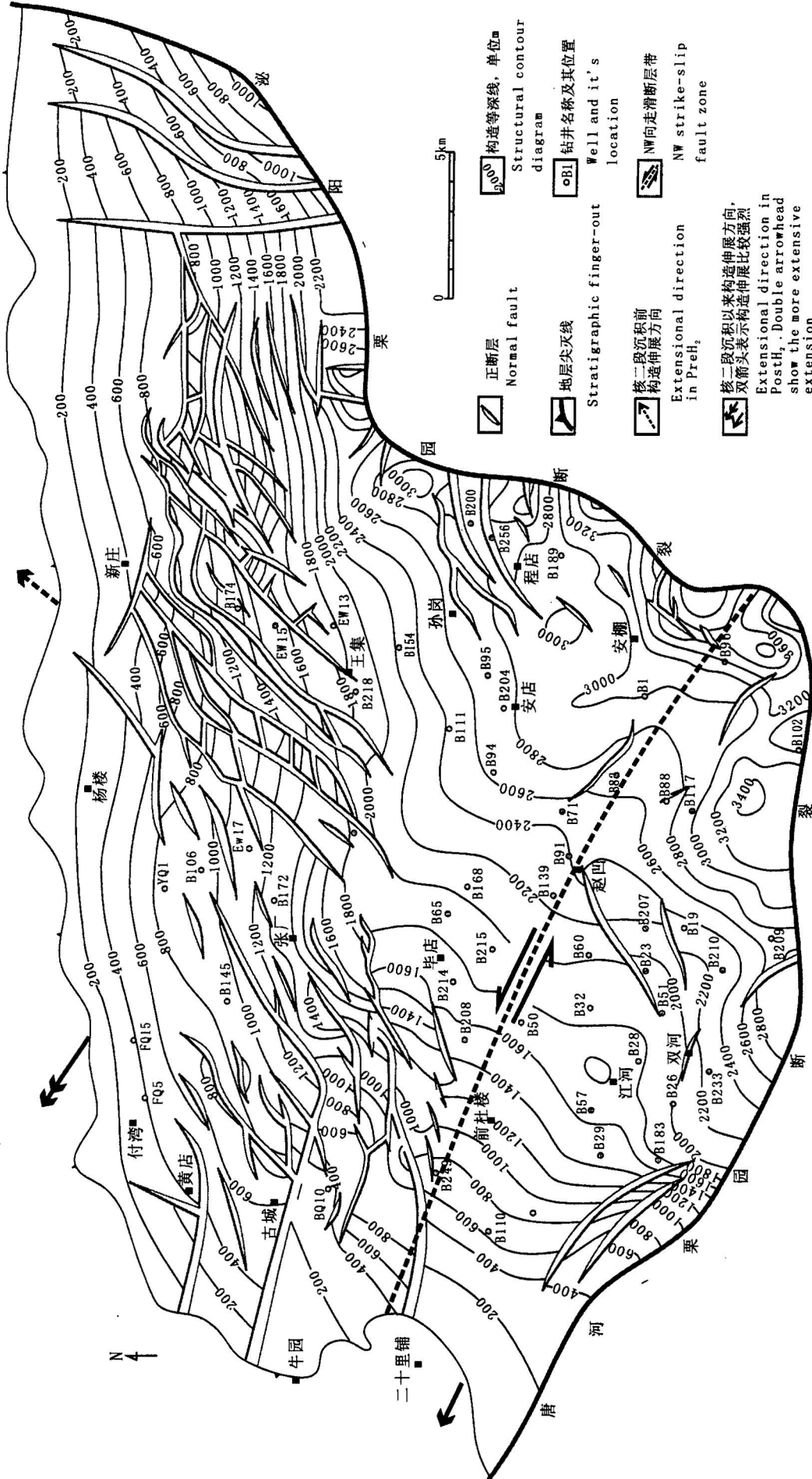


图 7 泌阳凹陷新生代构造形成机制图
 Fig. 7 Schematic diagram of the Cenozoic structural mechanism in the Biyang depression

凹陷带都有其特定的油气藏类型。

北部缓坡构造带包括泌阳凹陷北部广大的断块构造区,构造坡度相对较小。该构造单元受控于南部唐河—栗园断裂控制,在断层的样式上也受泌阳—栗园断裂影响。构造等值线的走向基本上为 NWW 或 NEE 向,与南部边界断裂走向基本一致。该构造单元的断裂展布方向以 NE 向为主,与凹陷的东部边界断裂走向基本一致。可以断定由南部断裂控制的北部斜坡区的构造面貌的形成时期稍早,由东部边界断裂控制的正断层在后期对其进行了改造,形成复杂的断块。北部斜坡在古近纪时期整体接受沉积,地层从凹陷内部向边缘逐渐减薄。说明该斜坡是一个边接受沉积边翘倾的继承性斜坡,后期的构造运动使斜坡进一步抬升,部分遭受剥蚀。这个长期继承性发育的沉积-构造复合斜坡成为油气大规模运移的指向地区。

南部陡坡构造带的主控断裂为唐河—栗园断裂,北部边界为古城—毕店—安棚走滑断层带。构造样式以鼻状构造为主,圈闭幅度大;构造等值线密度大,构造坡度大。断层零星发育,为唐河—栗园断裂上盘的同向或反向调节断层,断层规模小,切穿层位有限。该构造带上盘紧邻生油区,供油条件好。自西向东发育有长桥、平氏、栗园、梨树凹、下二门等大小不等的扇三角洲砂体。这些砂体在凹陷南部复合连片呈裙边状展布,构成凹陷南部断裂陡坡带下降盘良好的储集条件。这些砂体在南部边缘的不同部位与边界断层配置可形成断层-岩性圈闭,扇体的根部形成物性圈闭以及构造-不整合遮挡圈闭。

东部陡坡构造带的主控断裂为泌阳—栗园断裂,与西侧的中央凹陷带的最大区别是断层较发育。该构造单元的构造样式以靠近断裂的背斜构造(如下二门背斜)和局部的深凹为特征,构造等值线密度最大,构造相对紧闭。NE、NW、NNE 向小正断层与边界断层相交,局部构造受断层活动的影响较大。该区位于凹陷主体生油范围内,生油岩与储集层呈交互层或指状交叉式接触,排烃条件优越,有利于油气的初次运移。北东向断层发育,易于形成断块油气藏。

中央凹陷构造带在构造位置上比较特殊,该区断裂构造不发育,在核三段不同的反射层构造图上表现为轴向 NW 的凹陷,与其他构造单元明显不同。中央凹陷构造带相对北部斜坡区深度要大得多,不易形成断层。另外,与南部和东部陡坡带相比较,该区远离边界断层,也不具备形成断层和与断层有

关的油气藏的有利条件。

5 结论

(1) 泌阳凹陷所在的南襄盆地为叠加在东秦岭造山带之上的“后造山期”断陷-拗陷盆地,基底北西向带状构造与北东向构造叠加形成南北分带、东西分块的基本构造格局,基底普遍发育的塑性层成为深部拆离断层的滑脱面,盖层构造断层体系包括北西西向和北东向两组。

(2) 据泌阳凹陷地层层序特征,可划分6个伸展作用幕:伸展作用Ⅰ期—晚白垩世晚期胡岗组沉积时期;伸展作用Ⅱ期—古新世至中始新世玉皇顶组、大仓房组沉积时期;伸展作用Ⅲ期—晚始新世核桃园组三段沉积时期;伸展作用Ⅳ期—早渐新世核桃园组二段沉积时期;伸展作用Ⅴ期—中渐新世核桃园组一段和廖庄组沉积时期;伸展作用Ⅵ期—新近纪晚中新世凤凰镇组至第四系沉积时期。

(3) 泌阳凹陷盖层主要发育北东向和北西向两组断层且分区块分布。北西向断层主要分布在古城—毕店—安棚以南构造带,走向与唐河—栗园断裂近平行或相交,并受其控制。北东向断层属于东部边界断裂控制下的调节断层。受这些北东向断层限制的北西向次级调节断层发育。断层的主要形成期应当在廖庄组沉积末期,古城—毕店—安棚一带的北西向断层为左旋走滑断层,将泌阳凹陷分成两个大的鼻状构造群,西南鼻状构造群以古城、双河、赵凹—安棚鼻状构造为代表,东北鼻状构造群以王集、新庄鼻状构造为代表。

(4) 核二段沉积前泌阳凹陷以北东—南西向的伸展作用为主,构造变形受唐河—栗园断裂的活动影响。唐河—栗园断裂断层性质以正断层为主,兼具左旋走滑分量。断裂活动引起上盘构造变形,同时受差异压实作用的影响,局部构造圈闭开始形成。核二段沉积期—廖庄组沉积末期构造应力场发生转变,泌阳凹陷以北西—南东向的伸展作用为主。受斜向伸展作用的影响,泌阳—栗园断裂断层性质以正断层为主,兼具右旋走滑分量。断裂活动引起上盘构造变形,对先成构造进行改造。靠近东部边界断层的下二门背斜主要发育期就在核二段沉积时期。廖庄组沉积末期发生区域性的隆升作用,北西—南东向的伸展作用导致边界断裂上盘发生断块掀斜,正断层发育,地层遭受强烈剥蚀。早期的构造圈闭被重新改造定型。受局部挤压构造应力场的影响,发育有限的逆冲构造。核二段沉积以来尤其是廖庄组沉积末期,

调节北西—南东向不均匀伸展变形的走滑断层活动影响盖层构造,断层带两侧构造变形样式差异明显。北西向走滑断层带的活动与北西—南东向不均匀伸展作用有关。泌阳凹陷主要断层形成于廖庄组沉积末期,该时期的走滑作用也最强烈。

(5) 泌阳凹陷的油气藏在平面上和剖面上的分布都明显地受到新生代构造的控制,构造油气藏的形成与分布与泌阳凹陷的构造演化、构造样式和热演化史具有密切的关系。北部缓坡构造带、南部陡坡构造带、东部陡坡构造带、中央凹陷带都有其特定的油气藏类型。NW向展布的走滑构造带形成分割槽将凹陷分为两个大的含油气系统,两者在油气藏的类型等方面都有显著的不同。

致谢 中国石化集团公司王捷总地质师、河南油田公司邱荣华教授以及何明喜、王敏、李庆浩、陈文学、曹新焰、林社卿、卢家群、涂阳发、赵追等专家和课题组的金振奎教授、吴胜和教授、王春江副教授对论文所依托的项目进行过指导和帮助。论文初稿完成后,承蒙石油大学(北京)汤良杰教授提出修改意见。谨向他们表示感谢。

注 释

- ① 张志业,田小敏. 1989. 泌阳凹陷北部斜坡王集地区三维地震资料解释报告.
- ② 姚汉勤,王磊报. 1992. 泌阳凹陷双河地区三维地震勘探成果报告.
- ③ 邓荣来. 1990. 泌阳凹陷北坡油气区评价勘探中三维地震技术的应用.
- ④ 张兴. 1988. 泌阳凹陷古城油田地质特征及油气聚集控制因素分析.
- ⑤ 孙淑兰. 1988. 泌阳凹陷东南部高分辨率地震资料解释成果.

参 考 文 献

- 陈发景,汪新文. 1996. 含油气盆地地球动力学模式. 地质论评,42(4):304~309.
- 陈文礼,林社卿,杨道庆,等. 2003. 泌阳凹陷下二门油田构造特征与油气聚集. 石油实验地质,25(2):174~182.
- 何明喜. 1995. 东秦岭(河南部分)新生代拉伸造山作用与盆岭伸展构造. 西安:西北大学出版社.
- 姜耀俭,杨丙中,王岫岩,等. 2002. 准噶尔盆地东北缘构造特征、演化及与油气的关系. 地质学报,76(4):462~468.
- 李三忠,张国伟,李亚林,等. 2002. 秦岭造山带勉略缝合带构造变形与造山过程. 地质学报,76(4):469~483.
- 林爱明,孙知明,杨振宇. 2002. 桐柏—大别造山带内与脆性—韧性剪切带共生的假玄武玻璃的发现及意义. 地质学报,76(3):373~378.
- 刘绍文,王良书,刘波. 2001. 拉张盆地伸展量的分形分析—以渤海盆地为例. 地质论评,47(3):229~233.

- 漆家福,杨桥,王子煜,等. 2001. 关于编制盆地构造演化剖面的几个问题的讨论. 地质论评,47(4):388~392.
- 徐志康,董开宇. 1994. 泌阳凹陷东南缘深断裂特征及其与油藏分布关系研究. 西安工程学院学报,16(1):71~76.
- 殷秀兰,李思田,马寅生,等. 2001. 莺歌海盆地晚第三纪构造特征的三维泥料模拟实验及其动力学意义. 地质论评,47(5):535~541.
- 张国伟,孟庆任,于在平,等. 1996. 秦岭造山带的造山过程及其动力学特征. 中国科学(D辑),26(3):193~200.
- 钟俊义,李桂林,葛辉,等. 2003. 泌阳凹陷北部斜坡带构造特征及油气圈闭有效性. 地质找矿论丛,18(3):149~154.

References

- Apak S N, Stuart W J, Lemon N M, Wood G. 1997. Structural evolution of the Permian-Triassic Cooper basin, Australia: Relation to hydrocarbon trap styles. AAPG Bulletin, 81(4): 533~555.
- Carolise Lithgow-Bertelloni, Mark A Richards. 1998. The dynamics of Cenozoic and Mesozoic plate motions. Geophysics, 36: 27~78.
- Chen F J, Wang X W. 1996. The geodynamic models of petroleum-bearing basins. Geological Review, 42(4): 304~309 (in Chinese with English abstract).
- Chen W L, Lin S Q, Yang D Q. 2003. Structural feature and petroleum accumulation in Xiaermen oilfield, the Biyang Depression. Petroleum geology & experiment, 25(2): 174~182 (in Chinese with English abstract).
- Harding T P. 1985. Seismic characteristics and identification of negative flower structures, positive flower structures, and positive structural inversion. AAPG Bulletin, 69(4): 582~600.
- Harding T P. 1990. Identification of wrench faults using subsurface structural data: criteria and pitfalls. AAPG Bulletin, 74(10): 1590~1609.
- He M X. 1995. Cenozoic extensional orogenesis and the basin-ridge structure in the eastern Qinling orogen (Henan segment). Xian: Northwest University House (in Chinese).
- Jiang Y J, Yang B Z, Wang X Y. 2002. Structural feature and evolution in Northeast part of Junggar Basin. Acta Geological Sinica, 76(4): 462~468 (in Chinese with English abstract).
- Li S Z, Zhang G W, Li Y L. 2002. Deformation and orogeny of the Mian-Lue suture zone in the Qinling orogenic belt. Acta Geological Sinica, 76(4): 469~483 (in Chinese with English abstract).
- Lin A M, Sun Z M, Yang Z Y. 2002. Pseudotachylytes generated in the Dahezhen brittle-ductile shear zone in the Tongbai-Dabie orogenic belt, China and their significance for seismo-tectonics. Acta Geological Sinica, 76(3): 373~378 (in Chinese with English abstract).
- Liu S W, Wang L S, Liu B. 2001. Fractal analysis of extensional quantity of the extensional basin-taking the Bohai Basin as an example. Geological Review, 47(3): 229~233 (in Chinese with English abstract).

- English abstract).
- Mark G Rowan, Roy Kligfield. 1989. Cross section restoration and balancing as aid to seismic interpretation in extensional terraces. AAPG Bulletin, 73(8): 955~966.
- Qi J F, Yang Q, Wang Z Y. 2001. Some problems about compiling tectonic evolution sections of basins. Geological Review, 47(4): 388~392(in Chinese with English abstract).
- Richard J Lise. 1992. Constant bed-length folding: three-dimensional geometrical implications. Journal of Structural Geology, 14(2): 245~252.
- Robin John McDowell. 1997. Evidence for synchronous thin-skinned and basement deformation in the Cordillerean fold-thrust belt: the Tendoy Mountains, southwestern Montana. Journal of Structural Geology, 19(1): 77~87.
- Roger C Brseer, Richard H Groshong Jr. 1993. Restoration of cross section above intrusive salt. AAPG Bulletin, 77(10): 1769~1780.
- S Julio Friedmann, Douglas W Burbank. 1995. Rift basins and supradetachment basins: intracontinental extensional end-members. Basin Research, (7): 109~127.
- Stern T A, McBride J H. 1998. Seismic exploration of continental strike-slip zones. Tectonophysics, 286: 63~78.
- Tom Parsons. 1998. More than one way to stretch: a tectonic model for extension along the plume track of the Yellowstone hotspot and adjacent Basin and Rang Province. Tectonics, 17(2): 221~234.
- Tzankov T Z, Angelova D, Nakov R, Burchfiel B C, Royden L H. 1996. The sub-balkan graben system of central Bulgaria. Basin Research, 8: 125~142.
- William F Dula Jr. 1991. Geometric models of listric normal faults and rollover folds. AAPG Bulletin, 75(10): 1609~1625.
- Xu Z K, Tong K Y. 1994. The study of the characteristic of the deep faults at the South-East boundary of Biyang rifted-basin and the relationship between the reservoir distribution and the deep faults. Journal of Xi'an College of Geology, 16(1): 71~76 (in Chinese with English abstract).
- Yin X L, Li S T, Ma Y S. 2001. Three-dimensional tectonic modeling of the Yinggehai basin in the late Tertiary and its geodynamic significance. Geological Review, 47(5): 535~541 (in Chinese with English abstract).
- Zhang G W, Meng Q R, Yu Z P. 1996. Orogenesis and dynamics of the Qinling orogen. Science in China (Series D), 26(3): 193~200 (in Chinese with English abstract).
- Zhong J Y, Li G L, Ge H. 2003. Structural characteristics and oil trap efficiency in the northern slope of Biyang Depression. Contributions to geology and mineral resources research, 18(3): 149~154 (in Chinese with English abstract).

Cenozoic Structural Characteristics and Mechanism and Their Relationship with Oil and Gas Reservoir in the Biyang Depression

WANG Ziyu^{1,2)}, QI Jiafu¹⁾, ZHANG Yonghua³⁾

1) Key Laboratory for Hydrocarbon Accumulation Mechanism, Ministry of Education, Beijing, 102249

2) School of the Earth and Space Sciences, Peking University, Beijing, 100871

3) Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Henan Oil Field, Nanyang, 473132

Abstract

The formation mechanism of the Cenozoic structure in the Biyang Depression is discussed according to the latest structural theories and research methods. The Biyang Depression superimposes the Qinling orogenic belt, and its stratigraphic sequence suggests that its extension process can be divided into six extensional episodes. Before the 2nd member of the Hetaoyuan Formation (Eh^2 , middle Oligocene), the structural deformation was influenced by a NE-SW extensional stress and controlled by the Tanghe-Liyuan Fault, which was a normal fault with a left lateral slip component. From the H_2 member to the end of the Liaozhuang Formation ($E1$, upper Oligocene), the structural deformation was influenced by a NW-SE extensional stress and controlled by the Biyang-Liyuan Fault, which was a normal fault with a right lateral slip component. During this period, the earlier structural styles were reformed in the deformation of the hanging wall of the Biyang-Liyuan Fault. At the end of $E1$, influenced by a NW-SE extensional process, a regional uplift and fault block tilting led to the erosion of the strata. Since period Eh^2 , particularly from the end of $E1$, as the result of the heterogeneity of the NW-SE extension, a NW strike-slip fault became active, and influenced the structural activity of the cover.

Key words: Biyang depression; structural characteristics; structural evolution