

晋县凹陷及邻区构造演化

杨斌谊¹, 刘池阳¹, 杨旭升², 王耀明³, 陈建军¹

(1. 西北大学 地质学系, 陕西 西安 710069; 2. 石油大学 地球科学系, 北京 102200; 3. 中原石油勘探局 钻采处, 河南 兰考 475300)

摘要:通过对冀中拗陷晋县凹陷及邻区束鹿、前磨头凹陷的构造及其演化特征和石油地质特征分析, 认为晋县凹陷基本构造特征为:“南北分区, 东西分带”, 其形成和演化可分为孔店—沙四期(E_k-E_{s4})、沙三—沙二期($E_{s3}-E_{s2}$)和沙一—东营期($E_{s1}-E_d$)3个阶段;冀中拗陷南区构造演化和石油地质特征自西向东具有凹陷规模由大变小, 次级构造单元由宽变窄, 形成时期由早变晚, 下第三系烃源岩层位数由多变少、时代由老变新、资源量由富变贫, 次级横向构造带比较发育且有逐步由强变弱的趋势等规律。最后探讨了南区构造演化的形成机制, 认为南区诸凹陷的演化与衡水横向变换构造带演化密切相关。

关键词:晋县凹陷; 构造演化; 衡水断裂; 形成机制; 横向构造带

中图分类号: TE121.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-274X(2003)04-0438-05

晋县凹陷位于河北省晋县、赵县、高邑一带(见图1), 其构造位置隶属于冀中拗陷西南部, 东以宁晋断裂为界, 西到无极—藁城低凸起, 南、西南以太行山深大断裂为界, 是一个NE-SW向长条形展布的新生界东断西超的箕状凹陷。

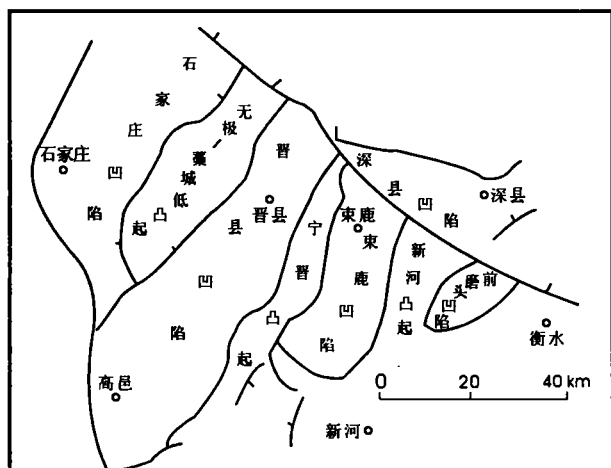


图1 晋县凹陷及邻区构造区划图

Fig. 1 Structure division map of Jinxian sag and its adjacent areas

以衡水断裂一线为界, 并受衡水断裂活动的影响, 其以南的冀中拗陷所属地区因处于相似的地质

构造背景及构造应力场作用之下, 具有较相似的构造特征及演化历史, 故定为冀中拗陷南区。该区自西而东依次为石家庄凹陷、无极—藁城低凸起、晋县凹陷、宁晋凸起、束鹿凹陷、新河凸起、前磨头凹陷等构造单元, 其中以晋县凹陷和束鹿凹陷勘探程度相对较高^[1]。本文主要对晋县凹陷构造特征进行了具体分析, 探讨了晋县凹陷及邻区构造演化及其石油地质特征, 并对其形成机制作了初步分析, 以期对油田的进一步勘探开发有所裨益。

1 基本构造特征

晋县凹陷南、北部的结构和构造发育特点截然不同。凹陷北部为东断西超的单断凹陷, 凹陷小而窄, 结构简单, 地层由断阶带直接抬升到斜坡带, 缺少中央隆起带。凹陷南部为不对称双断凹陷(赵县背斜以南), 凹陷跨度大, 注槽宽, 结构复杂。这种结构的差异性, 造成了彼此间的构造发育特征、成藏条件和含油性的明显不同。

凹陷的基底呈南北向波状起伏, 形成了由一系列NW向古隆起组成的横向构造带。受里庄鼻状构

收稿日期: 2002-04-11

作者简介: 杨斌谊(1974-), 男, 陕西长安人, 西北大学博士生, 从事石油地质与勘探研究。

造、赵县背斜-南柏舍背斜两个横向古隆起构造带的分割,凹陷被分成北洼、中洼和南洼3个相对独立的沉积洼槽。

一系列的NE-NNE向断层在EW方向将凹陷分割成3个大型构造带,即凹陷陡侧的东部断阶带、中央洼槽带和抬升部位的西部斜坡带(见图2)。3个构造带具有各自不同的发育特点:①东部断阶带由多条雁列式台阶断层与宁晋断裂呈“人”字形相交,形成断阶,呈NE向展开,宽度4~6 km,长约80 km,面积约400 km²;②中央洼槽带呈NE向延伸,宽度8~12 km,长约90 km,面积900 km²,不但是凹陷的沉积中心,也是烃源岩发育的主要地区,被赵县-南柏舍和里庄横向构造带分为南、中、北3个洼槽,发育Ek₂, Ek₁-Es₄和Es₃₊₂3套烃源岩;③西部斜坡带向无极-藁城低凸起呈斜坡过渡,地层东倾进入中央洼槽带,下第三系的构造层以东倾单斜为主,NE向延伸,宽3~8 km,长约80 km,面积约400 km²。

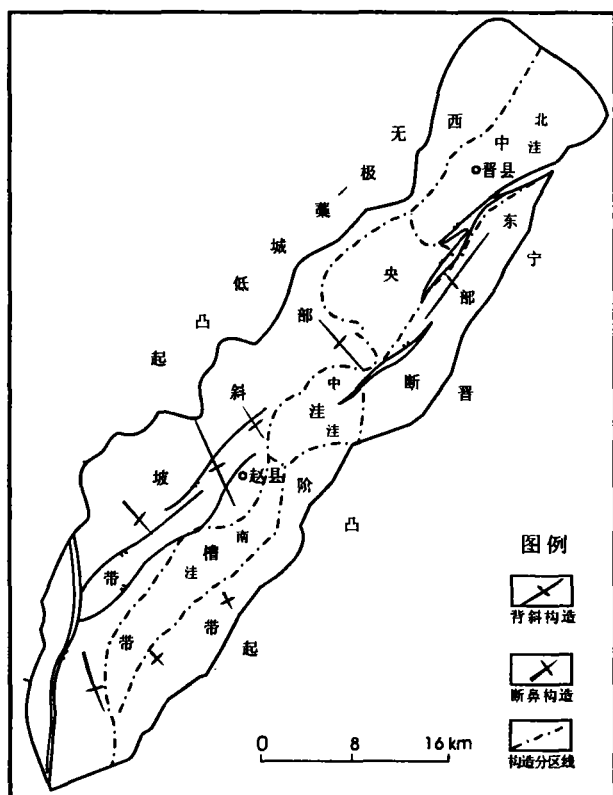


图2 晋县凹陷构造纲要略图

Fig. 2 Tectonic sketch map of Jinxian sag

上述两组构造体系近于直交并相互重叠,同时由于NE向断层的切割,使NW向古隆起和继承性背斜主体部位形成了一系列的大型塌陷背斜和断鼻构造,中南部地区则主要形成了6个正向构造,即南固庄背斜构造、赵县背斜构造、南柏背斜构造、高村

鼻状构造、高邑鼻状构造和坊珊-内步鼻状构造。这些正向构造是油气运移的主要指向区和油气富集的重要地区。

2 凹陷形成与演化

中生代时期,晋县凹陷与石家庄凹陷、无极-藁城低凸起同属于一个构造单元。由于燕山运动影响,西部太行山断裂大规模活动,东部宁晋凹陷初始发育,在两侧断层下滑挤压作用下,导致无极-藁城低凸起上隆^[2],使晋县凹陷和石家庄凹陷相互独立。始新世早期,断裂大规模活动,在宁晋断裂的下降盘沉积了6000余米的下第三系。在凹陷西部,地层向上超覆变薄。自新生代以来,晋县凹陷的形成和演化可划分为以下几个阶段。

2.1 孔店—沙四期(Ek—Es₄)

该阶段受前期燕山运动构造应力场(左旋挤压力)的影响,主应力轴为NW-NWW向,后又受喜山运动构造应力场(右旋拉张力)的影响,主应力轴变为NE-NEE向^[3]。由于受上述复杂构造应力场作用,区内除形成了一些NNE和NW向断裂外,还产生了一些NNW和NNE向的褶皱。

燕山运动末期的构造运动,形成了南柏舍-黎村和里庄等NW向构造,以及赵县、南固庄等新生构造。到始新世末期,晋县凹陷发生了一次最剧烈的构造运动,这次构造运动使NW向构造进一步上隆,从而形成了明显的东西分带、南北隆洼相间的构造格局。地层区域性抬升,遭受剥蚀,形成与上覆Es₂, Es₃地层的角度不整合。

拉张断陷初期,在填平补齐的粗碎屑沉积基础上,发育了大套冲、洪积相的Ek₃地层。Ek₂时期,气候湿润,形成了淡水至微咸水湖相沉积。由于南区较北区拉张断陷作用强烈,南区Ek₂地层更为发育。南区沉降中心分布在赵29—赵35井一带,最大厚度2500 m;北区沉降中心分布在赵兰庄和南柏舍之间,最大厚度为1600 m。Ek₁—Ek₄沉积时期,构造运动由南向北逐渐推移,同时由于南柏舍-黎村等NW向构造的进一步活动造成的分隔作用,使得北区处于半封闭状态,加上气候干热、湖水变浅、湖区萎缩,凹陷北部发育了蒸发岩沉积,而南部多为微咸湖相砂泥岩沉积。

2.2 沙三—沙二期(Es₃—Es₂)

该时期的构造运动主要表现为张裂断陷,以伸展构造运动和NNE向断裂活动为主,NW向构造

活动微弱。在空间上构造运动由西南向东北逐渐推移,尤其是赵兰庄断层活动的加剧及桃园断层的开始活动,使得赵兰庄构造幅度进一步加大,在时间上表现为早期构造活动剧烈,中晚期活动微弱。在 E_{S_3}, E_{S_2} 沉积前发生了一次较强烈的构造运动,地层普遍抬升并遭受剥蚀,尤其是赵兰庄和南柏舍构造主体部位遭受剥蚀严重。在此背景下,沉积了一套 E_{S_3}, E_{S_2} 由粗到细的红色砂泥岩地层,凹陷南部沉积厚度大,最大厚度达 1 800 m,北部厚度较薄,最大厚度仅 900 m。

2.3 沙——东营期(E_{S_1} — E_d)

该阶段相当于渐新世晚期,它继承了以前的构造形态,构造运动不显著,早期形成的断层除个别停止活动外,大部分继承性发育。渐新世末期的构造运动,使得地层整体抬升,地层遭受剥蚀。从此,晋县凹陷结束了断陷发育阶段,进入拗陷时期,早期形成的各种构造最终定型,除局部隆起区地层较薄外,南北区地层厚度基本一致。

3 南区演化特征

通过对晋县、束鹿及前磨头凹陷有关资料的综合研究,认为冀中拗陷南区构造格局及演化和石油地质具有以下特征。

3.1 凹陷规模自西向东由大变小,次级构造单元由宽变窄

冀中拗陷南部有 3 个第三系凹陷,自西而东依次为晋县、束鹿和前磨头凹陷。晋县凹陷基本地质特征前已述及。

束鹿凹陷是冀中拗陷南部的一个箕状小凹陷,呈 NNE 向延伸,面积 700 km²。该凹陷东断西超,东面以新河大断裂同新河凸起相隔,西南以斜坡向宁晋凸起过渡,南端以小刘村陆梁封口,北以衡水断裂同深县凹陷相接。该凹陷南北长约 44 km,东西宽 16 km,面积约 700 km²,其中沉积的 E_k 最大厚度为 600 m, E_{S_4} 为 400 m, E_{S_3} 为 1 200 m, E_{S_2} 为 300 m, E_{S_1} 和 E_d 各为 600 m。该凹陷次级构造单元同样可以分为东部断阶带、中央洼槽带和西部斜坡带,只是其规模要比晋县凹陷小一些。

前磨头凹陷位于其南部东边,规模最小,南北长约 22 km,东西宽 10 km,面积 242 km²,其中沉积的主要地层是 $E_{S_4}, E_{S_{3+2}}$ 和 E_{S_1} ,其厚度分别为 137.5, 161.5 和 71 m。这表明该凹陷不但面积小,而且地

层厚度也薄,是一个小而浅的凹陷。由于没有见到好的烃源岩及油气显示,对次级构造单元没有进行划分,但其规模不会比前两个凹陷大。

从凹陷的面积看,晋县凹陷约 1 700 km²,束鹿凹陷 700 km²,而前磨头凹陷仅 242 km²,在东西向的长度依次为 19,16 和 10 km,均表现出向东依次变小、变窄的特点。因此,在地层厚度变化和凹陷内次级构造单元的大小等方面,均显示出凹陷的规模自东向西逐步由大变小的特点。

3.2 凹陷形成时期自西向东由早变晚

晋县凹陷的地层研究表明, E_k 分为三段,即 E_{k_1}, E_{k_2} 和 E_{k_3} 。其中: E_{k_1} 下部为杂色砂砾岩夹棕红色泥岩,中部为灰、深灰色泥岩、泥岩和石膏,上部为灰色砂泥岩; E_{k_2} 主要是蒸发岩段,岩性为白云岩、泥质白云岩夹薄层膏盐和含膏泥岩; E_{k_3} 为分选极差的杂色砂砾岩夹红色砂质泥岩,总厚度 2 200 m 以上。

束鹿凹陷以往确定的 E_k ,为一套咸水湖相膏盐层或碳酸盐岩,厚 400 m 左右。前人对这段地层及 E_{S_4} 归属时代有不同看法,目前倾向性的意见是属于 E_{S_3} ,即束鹿凹陷可能没有沉积 E_k ,该凹陷形成时间晚于晋县凹陷。

前磨头凹陷不仅没有沉积 E_k, E_{S_4} 和 E_{S_3} 也不发育,二者厚度仅为 229.0 m,主要岩性为紫红色砂泥岩夹少量暗色泥岩。由此推测, E_{S_1} 段沉积时期可能是该凹陷的主要发育时期。

综上所述,各凹陷形成时期自西向东,由早变晚。

3.3 下第三系烃源岩自西向东层数由多变少,时代由老变新,资源量由富变贫

晋县凹陷有 3 套烃源岩,以 $E_{k_{3+2}}$ 和 E_{k_1} — E_{S_4} 为主, E_{S_3} 相对较差。束鹿凹陷发育两套烃源岩,以 E_{S_3} 下段为主, E_{S_1} 下段次之。前磨头凹陷迄今尚未发现有价值的烃源岩。这样,冀中拗陷南区诸凹陷的烃源岩,自西向东明显地表现出其发育层数由多变少、时代由老变新的趋势。从资源量来看,也有自西向东由富变贫的分布规律。

3.4 凹陷中次级横向构造带比较发育,有自西向东逐步由强变弱的趋势

分隔晋县凹陷的 NWW 向横向构造带比较醒目,它们分别是位于南洼与中洼之间的赵县-南柏舍横向构造带和位于中洼与北洼之间的里庄鼻状构造

带^①。分隔束鹿凹陷南、中、北洼槽的NW向横向构造带,为荆丘和台家庄断裂构造带。前磨头凹陷规模小,从位置上看仅相当于上述两个凹陷中的北洼,没有明显的横向构造带发育,仅有2条NW向小断层出现,对地层及沉积相不起分隔作用。

4 形成机制探讨

综上所述,冀中拗陷南区形成了3个NNE向长而窄的东断西超箕状凹陷,其规模大小,地层发育程度,烃源岩层位多少和优劣,资源量丰富程度和形成时期,均有从西向东由大变小,由好变差,由多变少,由早变晚的总趋势。它与衡水横向构造带及以北近EW向展布的深县凹陷的构造格局近于垂直,二者形成了明显的对比。究其原因,主要有以下几点。

4.1 南区诸凹陷位于衡水变换断裂带侧旁,而深县凹陷位于带内

在冀中拗陷中,衡水断裂是一条典型的一级横向变换断裂^[4~6]。深县凹陷为衡水变换构造带的组成部分,因而其展布与衡水断裂走向大致平行、呈近EW向展布,且形态受衡水断裂和旧城北断裂控制,呈东宽西窄的剪刀形状(见图3)。在其南侧形成的3个小型断陷型凹陷的构造走向和凹陷展布,受第三纪区域应力场和前第三纪构造背景的影响更多,因而与衡水横向断裂呈大角度相交和切割关系。

4.2 衡水断裂早第三纪左行剪切平移活动强烈,造成南北两侧诸凹陷特征的差异

由衡水断裂与其旁侧次级断层所夹锐角的指向可以判断,早第三纪时该断裂具有左行剪切平移性质。即其南盘自西向东相对运动,在其运动后方西侧张应力相对较强,向东逐步减弱,从而形成了规模不同的晋县凹陷、束鹿凹陷和前磨头凹陷(见图3)。南区诸凹陷东断西超的结构和自西向东的规模变小,亦与晚中生代该区发育的拆离构造有关。

这种模式对衡水断裂北盘的深县凹陷亦适用,只是由于该地区处于衡水断裂的下降盘,其表现形式有所差异。

4.3 次级横向构造带比较发育,与其所处的构造背景关系密切

冀中拗陷南区诸凹陷规模小,宽度窄,凹陷内次级横向构造带比较发育。随着勘探程度提高,这些横向构造带的形态和地质分区作用日益明显,将晋县

和束鹿凹陷分为南、中、北3个洼槽的认识也得到人们的普遍接受。晋县凹陷的横向构造带为背斜构造和鼻状构造,束鹿凹陷的横向构造带为断裂构造和鼻状构造,其形成除与燕山晚期的NW向断裂有关外,还与早第三纪各凹陷NNE向主断裂右旋张剪活动派生的NE-SW向挤压应力作用有关。

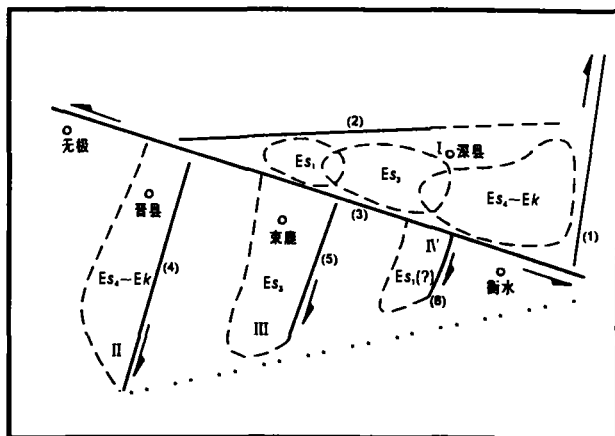


图3 衡水变换带内及旁侧凹陷形成模式图

Fig. 3 Formation pattern map of inner sag and adjacent sag of Hengshui transfer zone

(1) 献县断裂 (2) 旧城断裂 (3) 衡水断裂 (4) 宁晋断裂 (5) 新河断裂 (6) 前磨头断裂 I 深县凹陷 II 晋县凹陷 III 束鹿凹陷 IV 前磨头凹陷

由于该区诸凹陷发育在晚中生代核杂岩外侧拆离构造区^[2],新生代负反转形成的凹陷规模比较小,沉积厚度相对较薄且在平面上变化大,所以横向构造带的形态显示的比较清楚。冀中拗陷中、北区凹陷面积大,沉积地层厚且在横向上变化慢,所以次级横向构造带的表现及分区作用比较隐蔽。

感谢王定一教授对本文的指导与鼓励。

参考文献:

- [1] 唐智,吴华元. 中国石油地质志(卷五)——华北油田[M]. 北京:石油工业出版社,1988.
- [2] 牛树银,陈路,许传待,等. 太行山区地壳演化及成矿规律[M]. 北京:地震出版社,1994.
- [3] 杨明慧,刘池阳,杨斌谊. 冀中拗陷中生代构造变形的转换和油气[J]. 大地构造与成矿学,2001,25(2):113-119.
- [4] MORLEY C K, NELSON R A, PATTON T L, et al. Transfer zones in the East African Rift system and their relevance to hydrocarbon exploration in rifts[J]. AAPG Bulletin, 1990, 74: 1 234-1 253.

① 刘池阳. 冀中拗陷构造演化研究及有利勘探区带选择. 2000.

- [5] 邬光辉,漆家福.黄骅盆地一级构造变换带的特征与成因[J].石油与天然气地质,1999,20(2):125-128. 特征及演化[J].西北大学学报(自然科学版),2002,32(专辑):179-182.
- [6] 杨斌谊,刘池阳,赵红格,等.冀中拗陷衡水横向变换带

(编辑 张银玲)

Tectonic evolution in Jinxian sag and its adjacent areas, Jizhong depression

YANG Bin-yi¹, LIU Chi-yang¹, YANG Xu-sheng²,
WANG Yao-ming³, CHEN Jian-jun¹

(1. Department of Geology, Northwest University, Xi'an 710069, China; 2. Department of Geosciences, Petroleum University, Beijing 102200, China; 3. Department of Production Drilling, Zhongyuan Petroleum Exploration Bureau, Lankao 475300, China)

Abstract: The research on tectonics evolution and petroleum geology of Jixian sag and its adjacent areas in Jizhong depression shows that Jinxian sag could be divided to be south area, central area and north area by second-order transfer zones from south to north, and three belts could be seen clearly from west to east and the periods of tectonic formation and its evolution consist of E_k - E_s_4 , E_s_3 - E_s_2 and E_s_1 - E_d . And the characteristics of tectonic evolution and petroleum geology in the south of Jizhong depression from west to east are as follows: ① the sag scale grows smaller and second order tectonic units grow narrower; ② the formation period becomes later; ③ in Paleogene period, the source rock layers become less and newer and the source quantity becomes barren; ④ second-order transfer zones are very common and have the tendency of becoming weaker. The mechanism of tectonic evolution is also discussed. It shows that the evolution of the series of sag in the south of Jizhong depression is tightly related to the evolution of Hengshui transfer zone.

Key words: Jinxian sag; tectonic evolution; Hengshui fault; mechanism; transfer zone

(上接第 427 页)

A study on the actor-first theory in system modeling

ZHANG Shao-yang

(The College of Information Engineering, Chang'an University, Xi'an 710064)

Abstract: The actor-first theory in system modeling with UML language is put forward and discussed in theory. The theory means that the user roles should be considered firstly in system modeling, it shifts the start of an application system from considering the functions of the system to considering the demands of user roles.

Key words: system; modeling; the actor first