

文章编号: 0253-9985(2009)05-0643-05

南华北盆地谭庄凹陷构造特征与下白垩统勘探前景

谢其锋^{1,2}, 周立发¹, 何明喜², 杨文静³, 杜建波², 田光辉⁴,

(1. 西北大学地质系 大陆动力学国家重点实验室, 陕西 西安 710069; 2. 中国石油化工股份有限公司
河南油田分公司 勘探开发研究院, 河南 南阳 473132; 3. 中国石油天然气股份有限公司
长庆油田分公司 勘探部, 陕西 西安 710021; 4. 天津地热勘查开发设计院, 天津 300250)

摘要: 通过对南华北地区谭庄凹陷断裂特征和构造样式的深入研究, 确认谭庄凹陷发育了叶鲁断裂、商水断裂等 29 条断裂。叶鲁断裂和商水断裂分别是谭庄凹陷南、北边界的主控断裂, 控制着凹陷内下白垩统和新生界的沉积与保存。谭庄凹陷发育 4 套烃源岩层系, 下白垩统、石炭—二叠系是凹陷内的主力烃源岩层系, 古近系、中—下侏罗统为潜在烃源岩层系。

关键词: 含油气性; 构造特征; 油气勘探; 下白垩统; 谭庄凹陷; 南华北盆地

中图分类号: TE121.2; TE132.1 文献标识码: A

Structural features and Lower Cretaceous exploration potentials of the Tanzhuang Sag in the southern part of the North China Basin

Xie Qifeng^{1,2}, Zhou Lifa¹, He Mingxi², Yang Wenjing³, Du Jianbo², Tian Guanghui⁴

(1. State Key Laboratory of Continental Dynamics, Department of Geology, Northwest University, Xi'an, Shaanxi 710069, China;
2. Research Institute of Exploration and Development, SINOPEC Henan Oilfield Company, Nanyang, Henan 473132, China;
3. Department of Exploration, PetroChina Changqing Oilfield Company, Xi'an, Shaanxi 710021, China;
4. Tianjin Geothermal Exploitation and Development Designing Institute, Tianjin 300250, China)

Abstract: A thorough research of faulting features and structural types in the Tanzhuang Sag of the southern part of the North China Basin reveals that the Sag had developed more than 29 faults, of which the Yelu and the Shangshui are the southern and northern boundary faults of the Sag respectively and control the Sag and preservation of the Lower Cretaceous and Cenozoic there. The Sag contains four sets of source rocks with the Lower Cretaceous and Permian-Carboniferous being the main source rocks and the Tertiary and Lower-Middle Jurassic being the potential source rocks.

Key words: hydrocarbon potential; structural features; oil and gas exploration; Lower Cretaceous; Tanzhuang Sag; southern part of the North China Basin

南华北盆地横跨华北地台南缘和秦岭—大别褶皱带北缘两个大地构造单元, 属于叠加在古生代华北克拉通巨型拗陷之上的中、新生代断—拗盆地。二级构造单元主要有开封拗陷、太康隆起、周口拗陷、豫西—长山隆起和信阳—合肥拗陷等^[1-3]。研究区谭庄凹陷(图 1)属于周口拗陷中

带西部的一个凹陷, 北以商水断裂与郸城凸起分界, 东以鼻状构造带与沈丘凹陷分界, 南抵平舆—太和凸起, 西与舞阳、襄城凹陷相通, 整体呈 NW 向展布。谭庄凹陷为中、新生代断陷, 沉积岩最大厚度约 12 000 m, 是周口拗陷唯一发育下白垩统的凹陷。本文在结合前人研究^{①, ②}的基础上, 利用

收稿日期: 2009-04-27

第一作者简介: 谢其锋(1981—), 博士研究生、工程师, 含油气盆地分析。

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973)项目(2003CB214601, 2002CCC01400); 全国油气资源战略选区调查与评价项目(XQ-2007-02-3)。

① 周立发, 东秦岭—大别山北缘盆地演化与含油气远景评价, 河南油田分公司勘探开发研究院, 2004

② 周立发, 南华北上古生界天然气勘探目标优选, 河南油田分公司勘探开发研究院内部资料, 2006



图 1 研究区构造区划示意图

Fig. 1 Geotectonic map of the study area

下白垩统的最新研究成果, 试图对下白垩统的构造特征与含油气性进行初步探讨。

1 主要断裂特征

前期地震勘探成果表明, 谭庄凹陷共发育 29 条断裂。平面上, 断裂整体特征呈“扫帚”状向周 15 井逐渐收敛, 叶鲁断裂和商水断裂作为边界断裂具有多重性质, 其他断裂为正断裂^[4]; 纵向上, 下白垩统和古近系中发育断裂; 横向上, 以 15 井—巴 1 井—周 23 井一线为界, 向北发育下白垩统断裂, 向南发育古近系“南掉”断裂。

1.1 叶鲁逆冲断裂 (YL)

叶鲁逆冲断裂为谭庄凹陷的南侧边界断裂, 控制下白垩统一古近系的现今地层残存厚度、分布范围以及现今构造格局。该断裂整体呈 NWW 走向, SSW 倾向。断裂的最大垂向断距处于周 12 井东南部, 达 3 000 m。断裂转换点位于周 23 井, 周 23 井以西断裂走向呈 NWW 向, 周 23 井以东断裂走向呈 NEE 向。

根据地震资料分析, 叶鲁逆冲断裂形成于早白垩世末期; 古近纪拉张正断层强烈活动; 新近纪早期断层伸展强度减弱使得新近系普遍超覆于该断裂之上, 并在古近纪区域伸展背景下发生了不同程度的构造反转, 成为负反转构造^[5] (图 2); 新近纪晚期以来该断裂停止活动。

1.2 商水断裂 (SH)

商水断裂为谭庄凹陷的北侧边界断裂, 整体呈现上陡下缓的铲形, 控制着凹陷内古近系和下白垩统的沉积分布。断裂在平面上整体呈弧形展

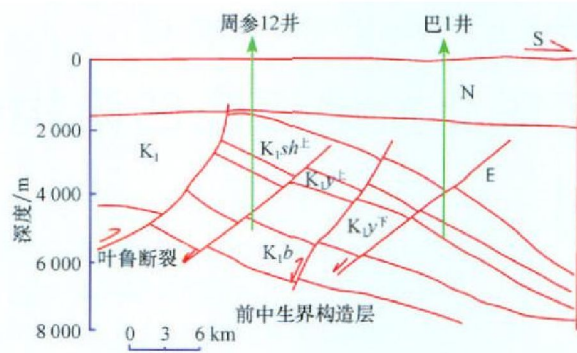


图 2 谭庄凹陷构造层划分

Fig. 2 Structural division in the Tan Zhuang Sag

布, 以谭参 1 井为界向西走向为 NW 向、向东为 NE 向; 断裂在弧形西段倾向为 WS 向, 弧形东段倾向为 NW 向; 断裂垂向最大断距处于谭参 1 井南部, 达 3 000 m。

地震资料分析显示, 商水断裂具多期活动特征。初步发育期为早白垩世, 古近纪为主要发育期。早白垩世为正断层; 白垩纪末期转变为较弱的逆冲推覆断层; 古近纪为拉张强烈的正断层; 新近纪早期正断强度、伸展强度都减弱, 使得新近系普遍超覆于该断裂之上; 新近纪晚期以来该断裂停止活动 (图 3)。

2 断裂构造样式

构造样式是指在剖面形态、平面展布、排列和应力机制上有着密切联系的相关构造及其总体特征。不同类型的断裂—构造组合形式及其几何学特征是特定构造形成机制和构造背景的具体反映^[6-7]。

2.1 断裂—构造的平面组样式

从谭庄凹陷下白垩统的构造纲要图 (图 4) 上

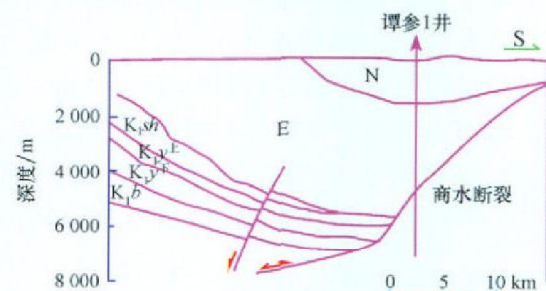


图 3 谭庄凹陷 ZK-85-SN-304 地质解释剖面

Fig. 3 Geological interpretation profile of the seismic line

ZK-85-SN-304 in the Tan Zhuang Sag

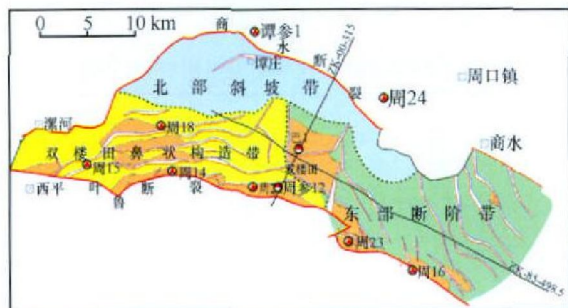


图 4 谭庄凹陷下白垩统构造纲要

Fig 4 Structural outline of the Lower Cretaceous in the Tan Zhuang Sag

可以看出,研究区的断裂组合主要呈“扫帚状”、“入字状”、“人字形”和“雁行式”等组合样式。

2.2 断裂—构造的剖面组合样式

谭庄凹陷断裂—构造的剖面组合样式主要为走滑构造样式、伸展构造样式、逆冲推覆构造样式和披覆构造样式等^[8]。

2.2.1 走滑构造样式

谭庄凹陷的走滑构造主要分布在叶鲁断裂附近,由早白垩世的左旋走滑—早白垩世末期的逆冲推覆—古近纪的拉张断陷—古近纪末期的抬升剥蚀,最终形成走滑构造样式(图 5)。在商水断裂附近,古近纪的左旋走滑—古近纪末期的整体抬升剥蚀也形成了走滑构造样式^[9]。

2.2.2 伸展构造样式

伸展构造样式主要分布在叶鲁断裂以北,由早白垩世拉张作用、重力滑脱作用—古近纪早期拉张断陷—古近纪末抬升剥蚀形成^[10]。

2.2.3 逆冲推覆构造样式

由于受华北地块向东秦岭—大别造山带陆内

变形及陆内造山作用的影响,早白垩世末至古近纪之前形成东秦岭—大别山北缘巨型逆冲推覆构造,逆冲推覆构造带的北界(现今造山带北界)抵达潼关—鲁山—淮南一线^[11, 12]。

3 含油气性和勘探前景

3.1 烃源岩与资源条件

谭庄凹陷发育下白垩统、石炭系—二叠系两套烃源岩层系。古近系、中—下侏罗统为潜在烃源岩层系,油气资源总量为 1.96×10^8 t(油当量),平均资源丰度 6.9×10^4 t/km²。下白垩统油气资源量为 0.71×10^8 t(新一轮全国油气资源评价),石炭系—二叠系天然气资源量为 $1\,251 \times 10^8$ m³^[13]。整体来看,与南华北盆地的其他凹陷比较,谭庄凹陷具有烃源岩层系多、资源丰度高、资源量相对较大的特点,具备良好的油气资源条件^[14]。

3.2 下白垩统储层条件

谭庄凹陷叶鲁断裂北部的周 15、周 14、周参 12 井发育多个扇三角洲砂体,北部斜坡带砖桥、安庄—巴村、商水等发育多个三角洲、扇三角洲砂体,共同为储层的形成提供有利地质条件。研究表明,扇三角洲砂体的陆源碎屑多来自于秦岭—大别造山带北侧的构造隆起带^[15]。砂岩储层厚度占地层厚度的 40% 以上,累计厚度达 400 ~ 1 600 m(表 1);主要岩性为岩屑砂岩和岩屑长石砂岩,而石英砂岩较少见;孔隙度为 6% ~ 7%,渗透率平均小于 1.7×10^{-3} μm²(表 1),为低孔、低渗性砂岩储层。储层物性纵向上以商水组较好,平均孔隙度为 10.64%,平均渗透率为 2.38×10^{-3} μm²;横向上北部和西南部储层物性相对较好。整体分析,谭庄凹陷下白垩统储层发育,但以低孔、低渗性储层为主。

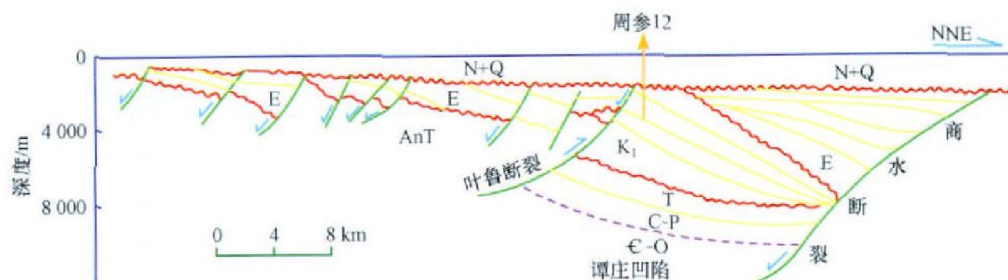


图 5 周口凹陷 315 测线地震—地质解释剖面

Fig 5 Geological interpretation profile of the seismic line 315 in the Zhoukou Depression

表 1 谭庄凹陷下白垩统砂岩物性统计

Table 1 Statistics of physical properties of sandstone in the Lower Cretaceous of the Tanzhuang Sag

层位	孔隙度, %				渗透率 /(10 ⁻³ μm ²)			
	样品数 /块	最大值	最小值	平均值	样品数 /块	最大值	最小值	平均值
商水组	13	18.81	4.72	10.64	13	6.30	<1.00	2.38
永丰组上段	54	13.15	0.80	5.67	54	3.35	<1.00	1.59
永丰组下段	36	12.31	2.07	7.19	36	13.80	<1.00	1.70

3.3 下白垩统盖层条件

谭庄凹陷下白垩统主要为泥岩型盖层,泥岩单层厚度大于 10 m,达 9~38 层,最大单层厚 20~77 m。纵向上永丰组上段盖层最发育。周 18 井永丰组上段泥岩盖层累计厚为 62 层、179.5 m,占该段地层厚度的 31.94%,是谭庄凹陷下白垩统的区域性盖层。

通过泥岩气体突破试验分析,在饱和空气、煤油、盐水情况中下白垩统 15 块样品渗透率与排替压力相关性较好。泥质岩对油气的封闭能力与泥质含量、碎屑粒径、粘土矿物成分有关,尤其是碳酸盐的含量。封闭能力强的样品特点为碎屑粒径小,渗透率低,泥质为膨胀性粘土,碳酸盐含量高(表 2)。在饱和空气情况下,云质泥岩、云质粉砂岩对油气的封闭能力高,气体突破时渗透率为 1×10⁻⁸ μm²;泥质粉砂岩、粉砂质泥岩为 1×10⁻⁶ μm²,封闭能力相对要低,仅在饱和油和水时才具有较高的封闭能力。因此,永丰组上段可作为谭庄凹陷下白垩统较好的区域性盖层。

3.4 局部构造或圈闭条件

根据地震资料解释结果,结合古近系底面、永

丰组上段底面、下白垩统底面构造图的分析,发现谭庄凹陷局部构造主要发育成排成带的 NEE 和 NW 走向断裂;目前的圈闭类型主要为断鼻构造、断块构造及其复合圈闭,其次为地层岩性圈闭^[16]。

圈闭主要形成于早白垩世末期,定型于古近纪末期或新近纪渐新世末,普遍早于古近纪末大规模油气生成、运移期,二者具有良好时空配置关系,有利于油气的捕获和富集,从而形成断鼻、断块和地层圈闭型油气藏。早白垩世末期主要形成挤压构造背景下的构造圈闭,也早于古近纪末的大规模油气生成、运移时期,因此油气运移和圈闭之间具有良好的时空配置关系,为古近纪末期的油气成藏创造了条件。巴 1、周参 12 井试获低产油流即为最好的佐证。由此可见,谭庄凹陷局部构造发育,且油气运移和圈闭之间具有良好的时空配置关系,为油气藏的形成提供了基本条件。

3.5 油气显示与油气勘探前景

谭庄凹陷内油气显示活跃,7 口井见油气显示,合计 141 层、420.3 m^[17]。试油(测试)30 层、5 口井,周参 10、周 12、巴 1 等 3 口探井试获少量油

表 2 谭庄凹陷下白垩统泥质岩渗透率与粘土矿物、碳酸盐含量的关系

Table 2 Relationship between the permeability and contents of clay minerals and carbonate in the Lower Cretaceous mudstone of the Tanzhuang Sag

渗透率 /μm ²	碳酸盐含量, %	粘土矿物含量, %			
		高岭石	伊利石	绿泥石	伊蒙混层
1×10 ⁻⁹	17.00	8.00		7.00	92.50
1×10 ⁻⁸	26.38	15.00		14.50	80.30
1×10 ⁻⁷	19.71	1.70	48.00	5.60	82.29
1×10 ⁻⁶	18.04	14.80	54.46	9.50	58.75
1×10 ⁻⁵	13.00				

气。周参 12 井中途测试获 3.86 t/d 低产原油; 巴 1 井最高日产原油达 0.57 m³, 累计产油 8.81 m³。这充分说明谭庄凹陷下白垩统具备油气生成、运移、聚集和成藏全过程, 具备寻找油气藏的基本和必要条件。

4 结论

叶鲁断裂和商水断裂在不同时期以不同的活动方式控制着谭庄凹陷下白垩统一新生界的沉积与分布。早白垩世以来, 谭庄凹陷经历了多期次不同性质的构造作用。早白垩世早期, 叶鲁断裂和商水断裂均为拉张背景下的正断层; 白垩纪中、晚期, 两断层发生构造反转, 转变为“对冲”, 并伴随“走滑”。在这两期活动中, 叶鲁断裂比商水断裂活动强度大。古近纪, 两断裂在区域拉张构造背景下转变为正断层, 且商水断裂比叶鲁断裂幅度大。新近纪以来, 两断裂活动强度逐渐减弱, 直至消失。

谭庄凹陷断裂组合样式平面上显示“扫帚状”、“入字状”、“人字形”和“雁行式”等, 剖面上显示阶梯状正断层、叠瓦状逆冲推覆构造和披覆构造等形式。下白垩统的圈闭类型主要为断鼻构造、断块构造和断鼻复合构造圈闭, 其次为地层一岩性圈闭。

与南华北盆地的其他凹陷比较, 谭庄凹陷具有烃源岩层系多、资源丰度高、资源量相对较大的特点, 具备良好的油气资源条件。下白垩统储层发育, 但以低孔、低渗性储层为主; 永丰组上段为下白垩统油气封盖的较好区域性盖层。谭庄凹陷局部构造发育, 且油气运移和圈闭之间具有良好的时空配置关系, 为油气藏的形成提供了基本条件。

致谢: 本文在修改过程中受到编辑部李军老师给予的诸多指导和帮助, 在此表示衷心感谢!

参 考 文 献

- 1 徐汉林, 赵宗举, 吕福亮, 等. 南华北地区的构造演化与含油气性 [J]. 大地构造与成矿学, 2004 28(4): 450~463
- 2 张国伟, 张宗清, 董云鹏. 秦岭造山带主要构造岩石地层单元的构造性质及其大地构造意义 [J]. 岩石学报, 1995 11(2): 101~114
- 3 吴汉宁. 中国含油气盆地形成演化大地构造背景的古地磁学研究 [A]. 含油气盆地地质学研究进展 [M]. 西安: 西北大学出版社, 1993. 60~89
- 4 张国伟, 周鼎武, 于在平. 大别造山带与周口断拗陷盆地 [A]. 见: 马杏垣, 编. 中国大陆构造论文集 [C]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1992. 14~23
- 5 孙自明, 熊保贤. 周口断拗逆冲推覆构造特征 [J]. 石油勘探与开发, 1999 26(3): 22~23
- 6 Suppe J Medwedeff D A. Geometry and kinematics of fault-propagation folding [J]. Eclog Geol Helv 1990 83: 409~454
- 7 Shaw JH. Patterns of imbricate thrusting [J]. Geological Society of America Bulletin 1999 111(7): 1 140~1 154
- 8 Dickison W R. Plate tectonics and hydrocarbon accumulation [M]. AAPG Education Series 1976
- 9 张国伟, 张本仁, 袁学诚, 等. 秦岭造山带与大陆动力学 [M]. 北京: 科学出版社, 2001. 1~806
- 10 王家豪, 王华, 肖敦清, 等. 伸展构造体系中传递带的控砂作用——储层预测的新思路 [J]. 石油与天然气地质, 2008 29(1): 19~25
- 11 孙晓猛, 张梅生, 龙胜祥, 等. 秦岭大别造山带北部逆冲推覆构造与台肥盆地、周口断拗控盆断裂 [J]. 石油天然气地质, 2004 25(2): 191~199
- 12 高长林, 刘光祥, 张玉箴, 等. 东秦岭一大巴山逆冲推覆构造与油气远景 [J]. 石油实验地质, 2003 25(6): 523~531
- 13 王定一, 刘池洋, 张国伟. 周口断拗构造特征与勘探前景 [J]. 石油与天然气地质, 1991 12(1): 10~21
- 14 刘池阳, 赵红格, 杨兴科, 等. 前陆盆地及其确定和研究 [J]. 石油与天然气地质, 2002 23(4): 307~312
- 15 张功成, 吕锡敏, 王定一. 南华北中、新生代盆地构造特征及其石油地质意义 [J]. 断块油气田, 1998 5(6): 1~9
- 16 张功成, 徐宏, 王同和, 等. 中国含油气构造 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1999. 201~212
- 17 全裕科, 倪丘集凹陷煤成油的地球化学特征 [J]. 河南石油, 1992 6(1): 43~48

(编辑 李 军)