

文章编号: 1001-6112(2007)05-0452-05

淮南前陆盆地油藏类型和成藏模式

李 斌¹, 宋 岩¹, 孟自芳², 夏 斌³

(1. 中国石油天然气股份有限公司 石油勘探开发研究院 石油地质实验研究中心, 北京 100083;

2. 中国科学院 北京地质与地球物理研究所 兰州油气中心, 兰州 730000;

3. 中国科学院 广州地球化学研究所 边缘海重点实验室, 广州 510640)

摘要:以淮南前陆盆地的烃源岩演化和油气成藏期次为依据, 划分出中二叠统、中下侏罗统、下白垩统和下第三系安集海河组等 4 套含油气系统。通过对区域构造演化特征、构造类型和油藏特征的分析, 认为该区油气藏类型主要为压扭背斜油气藏和背斜—岩性油气藏, 其次为断层遮挡背斜油气藏。综合淮南前陆盆地构造特征、油气成藏条件及主控因素等, 建立了该区中、东、西段 3 个油气聚集区带的成藏模式: 西段油气成藏多为逆冲断裂带—不整合面单向充注型; 中部地区多为断层封闭—多向充注型; 东段地区多为逆冲背斜带单向充注和断层遮挡单向充注型。

关键词: 油藏类型; 成藏类型; 成藏模式; 淮南前陆盆地

中图分类号: TE122.3

文献标识码: A

HYDROCARBON ACCUMULATION PATTERN AND TYPE IN THE SOUTHERN JUNGGAR FORELAND BASIN

Li Bin¹, Song Yan¹, Meng Zifang², Xia Bin³

(1. *Experiment and Research Center of Petroleum Geology, Institute of Petroleum Exploration and Development, PetroChina, Beijing 100083, China;* 2. *Lanzhou Oil and Gas Center, Beijing Geology and Geophysics Institute, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou, Gansu 730000, China;* 3. *Key Laboratory of Marginal Sea Research, Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, Guangdong 510640, China*)

Abstract: There are 4 sets of petroleum systems in the southern Junggar Foreland Basin: Middle Permian, Middle-Lower Jurassic, Lower Cretaceous and Anjihaihe Formation of Lower Tertiary, defined by source rock evolution and reservoir forming period. Regional tectonic evolution characteristics, tectonic types and reservoir features indicate that, main reservoir types in this region include compaction-wrench anticline and anticline-lithologic ones, and fault-screened anticlinal ones take the second position. Based on studies of tectonic characteristics, reservoir forming condition and main controlling factors, accumulation patterns of 3 accumulation zones are set up: accumulations in the west are characterized by thrust rupture belt and unconformities with one-way injection; accumulations in the center are characterized by fault-screened hydrocarbon accumulation with multi-direction injection; and accumulations in the east are characterized by thrust anticline and fault-screened hydrocarbon accumulation with one-way injection.

Key words: reservoir type; accumulation type; accumulation pattern; the southern Junggar Foreland Basin

准噶尔盆地南缘(图 1)位于新疆北天山山前, 西起精河, 东到博格达山山前的吉木萨尔, 东西长约 650 km; 南与伊林黑比尔根山相邻, 北到车排子凸起南—盆地腹部昌吉凹陷, 南北宽 40~90 km, 主要为喜马拉雅期形成的多旋回拗陷^[1]。

目前的生产实践表明, 准噶尔盆地南缘发育多

套烃源岩、储层和盖层, 形成多个油气成藏组合^[2~8]。受构造演化控制, 准噶尔盆地南缘地区油气成藏条件较为复杂^[9~11], 以致该领域的研究较为薄弱。笔者在掌握最新生产研究资料的基础上, 对淮南前陆盆地前缘逆冲带的油气成藏特征进行了深入分析。

收稿日期: 2006-11-17; 修订日期: 2007-08-01。

作者简介: 李 斌(1977—), 男(汉族), 新疆奎屯人, 博士, 在站博士后, 主要从事构造地质学研究。

基金项目: “十五”国家重点科技攻关计划项目(2004BA616A-04-04)和国家重点基础研究发展计划(973 计划)项目(2003CB214606)。

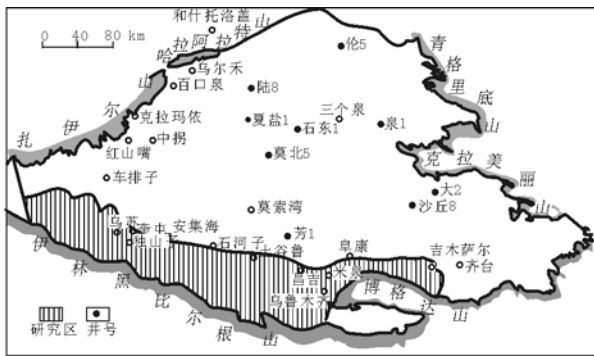


图 1 准噶尔盆地研究区位置

Fig. 1 Location of research area in the Junggar Basin

1 油藏地质条件

1.1 烃源岩

淮南前陆盆地山前构造带发育 4 套不同类型的烃源岩:中二叠统芦草沟组(P_2l)和红雁池组(P_2h)、中下侏罗统水西沟群($J_{1-2}sh$)、下白垩统吐谷鲁群(K_1tg)以及下第三系安集海河组($E_{2-3}a$)。对该区油气贡献较大的有中二叠统泥岩、油页岩气源岩和中下侏罗统泥岩、煤系油气源岩。中二叠统烃源岩平均厚度 250 m,为一套浅湖—较深湖—深湖相泥岩,沉积中心处于昌吉—阜康一带;平均有机碳含量为 8.04%,氯仿沥青“*A*”为 0.296 8%,烃含量平均为 $901.3 \times 10^{-6} \mu\text{g/g}$,镜质体反射率为 0.84%;处于低成熟—成熟阶段,有机质丰度较高。中下侏罗统烃源岩平均厚度 160 m,为一套湖泽相含煤岩性沉积;有机碳含量平均为 1.7%,氯仿沥青“*A*”和烃含量分别为 0.048 4%和 $207 \times 10^{-6} \mu\text{g/g}$;多属腐殖型煤系有机质,镜质体反射率为 1.03%~1.30%,处于成熟—高成熟阶段。

1.2 储集层

前陆盆地发育下第三系、白垩系、侏罗系 3 套主要储集层和三叠系、上第三系 2 套次要储集层。其中下第三系紫泥泉子组($E_{1-2}z$)和白垩系东沟组储层的单井累积厚度平均值都在 100 m 以上。发育规模较大的三角洲水下分流河道、河口坝、滨岸滩坝及河道砂体^[12]。紫泥泉子组以细砂岩和粉砂岩为该区的主要储集层,砂体厚度变化范围 2~10 m,在前陆地区储层物性差异性较大,总体表现为中孔高渗的特征:平均孔隙度为 9.85%,平均渗透率为 $13.14 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。白垩系东沟组储层砂体厚度一般为 3~8 m,储层物性总体上表现为低孔低渗的特点:平均孔隙度为 8.21%,平均渗透率为 $1.68 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。

1.3 盖层

对前陆油气藏起主要封堵作用的区域盖层有 4 套,分别为上第三系塔西河组(N_1t)、下第三系安集海河组、白垩系土谷鲁群和侏罗系三工河组(J_1s),其中安集海河组和土谷鲁群区域盖层最发育。安集海河组为一套滨浅湖相沉积,露头剖面以大套灰绿色、深灰色泥岩为特征,夹薄层灰色泥灰岩,厚度在 90 m 以上,对下伏安集海河组和紫泥泉子组油气藏能够形成有效封堵;土谷鲁群为一套滨湖、浅湖相沉积,累积厚度在 540 m 以上,对下伏齐古组油气藏能够形成有效封堵。

2 油气成藏组合及其分布

根据生、储、盖及其组合特征,准噶尔盆地南缘主要划分为 4 套油气成藏组合,即中二叠统、中下侏罗统、下白垩统和下第三系安集海河组(图 2)。纵向上,各套油气成藏组合相互叠置、相互联系、相互影响。从油源分析对比来看,该区含油气藏相

地层	生、储、盖组合			成藏组合
	烃源岩	储层	盖层	
Q				
N_2d				下第三系
N_1t				
N_1s				
$E_{2-3}a$				下白垩统
$K_2-E_{1,2}z$				
K_1tg				
J_3q				
J_2t				中下侏罗统
J_2x				
J_1s	J_1s^1			
	J_1s^2			
	J_1s^3			
J_1d	J_1d^1			
	J_1d^2			
	J_1d^3			
T_3				中二叠统
T_2				
T_1				
P_2				
P_1				

图 2 准噶尔盆地南缘油气成藏组合

Fig. 2 Hydrocarbon reservoir association in the southern Junggar Basin

互交叉与重叠,形成了多期油气藏。中二叠统含油气组合以中二叠统芦草沟组和红雁池组为烃源岩,主要分布在二叠系、三叠系和中、下侏罗统储层中;以侏罗系三工河组和白垩系吐谷鲁群泥岩为区域性盖层,主要分布在沙湾凹陷、阜康凹陷和北天山山前凹陷及其斜坡。中下侏罗统含油气组合以水西沟群为烃源岩,以侏罗系储层为主,以安集海河组泥岩为区域性盖层,分布于沙湾凹陷、阜康凹陷和北天山山前凹陷及其斜坡。下白垩统含油气组合以下白垩统吐谷鲁群为烃源岩,以侏罗系和第三系砂岩为储层,以安集海河组泥岩和塔西河组泥岩为区域盖层,分布于沙湾凹陷南部及北天山山前凹陷。下第三系含油气组合以安集海河组暗色泥岩为烃源岩,以新近系沙湾组和塔西河组砂岩为储层,以塔西河组灰色泥岩为区域盖层,主要分布于前陆冲断带玛纳斯以西地区。

3 油藏类型

盆地南缘紧邻天山褶皱带,由于受燕山运动和喜山运动的影响,在南缘西部的天山山前依次形成了4个压扭背斜构造,目前所发现的油气藏都与这些压扭背斜有关^[13,14]。油气藏类型主要有压扭背斜、背斜—岩性和断层遮挡背斜3类。

3.1 挤压背斜油气藏

小泉沟背斜油藏属典型的挤压背斜油气藏(图3)。油源为博格达山前凹陷二叠系芦草沟组和阜康凹陷二叠系下乌尔禾组烃源岩。储层为三工河组河流相沉积,为浅灰色细砂岩,属中等孔隙、低渗透率、较高非均质程度的中等储层。盖层为泥岩、含砂泥岩,累计厚度可达40m,对油气的保存是有

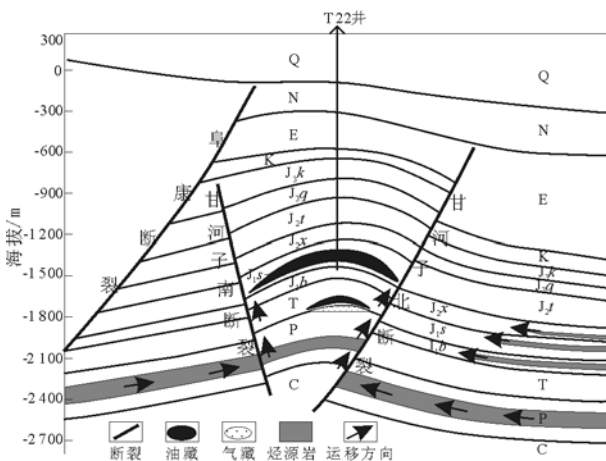


图3 准噶尔盆地南缘小泉沟背斜油藏剖面

Fig. 3 Profile of hydrocarbon reservoir of Xiaoquanguo anticline in the southern Junggar Basin

效的。燕山运动为油气运移提供了通道和圈闭,油气运移时间为晚三叠世—侏罗纪末期。小泉沟背斜油藏成藏主控因素是油源断裂和保存条件。

3.2 背斜—岩性油气藏

独山子油田属典型的背斜岩性油气藏(图4),油藏位于独山子背斜泥火山断裂以东,原始驱动类型为溶解气驱油藏和定容封闭岩性油气藏,且具有不活跃的边水。盖层为上第三系塔西河组上段灰绿色泥岩,以中新统塔西河组下部和沙湾组砂岩为储层,以中下侏罗统煤系为主要烃源岩,以独山子断裂及各级裂缝为油气运移通道。背斜轴向北西西向,断裂下盘安集海河组油气藏为一单斜地层与断层接触的断层遮挡油气藏。断裂上盘沙湾组和塔西河组油气藏分布明显受断裂控制,油气藏位于泥火山以东构造较低部位;另外,背斜西部由于北西向正断裂封闭性差,形成油藏较少;沙湾组和塔西河组储层砂体规模窄小,呈透镜状,分布不稳定,储层物性中等。断裂和盖层条件是形成该类油藏的主控因素。

3.3 断层遮挡背斜油气藏

呼图壁气藏位于准噶尔盆地南缘山前褶皱带东段。呼图壁背斜形成于喜马拉雅期,受挤压作用形成了2条南倾的逆掩断裂,其深部为基岩断凸上拱形成的断块构造,其上形成继承性宽缓背斜。喜马拉雅期,受扭压力作用在较深部位形成了花状断层,在上部层位形成了逆冲挤压断层。下部花状断层为主要的货源通道(图5),断开白垩系至第三系塔西河组,下部顺层滑脱消失于土谷鲁群塑性泥岩层中。该气藏来源于中下侏罗统烃源岩,储层为辫状河三角洲沉积的紫泥泉子组,岩性为长石岩屑砂岩,为中等孔隙、中等渗透率的储气层;盖层为安集海河组和塔西河组发育的泥岩层。另外,该气藏在

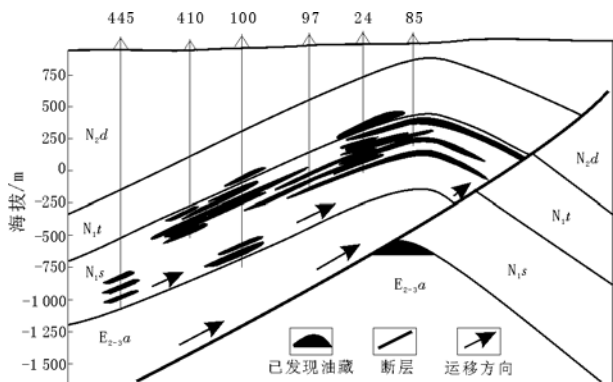


图4 准噶尔盆地南缘独山子背斜油气成藏模式

Fig. 4 Mode of hydrocarbon reservoir of Dushanzi anticline in the southern Junggar Basin

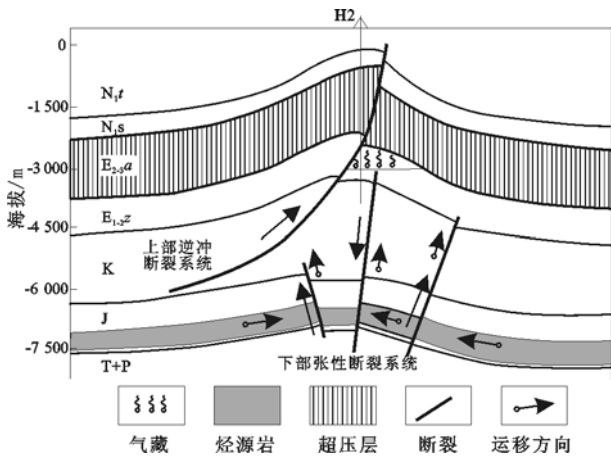


图5 准噶尔盆地南缘呼图壁背斜油气成藏模式

Fig. 5 Mode of hydrocarbon reservoir of Hutubi anticline in the southern Junggar Basin

下第三系安集海河组异常高压带之下,保存条件优越。油气成藏分析表明,该油藏从早白垩世开始生油,白垩纪晚期进入生气阶段,喜山早期形成的古圈闭捕获侏罗系生成的成熟油气,喜山晚期断裂向下第三系转移,成熟阶段的油气与晚期干气混合形成凝析气藏。该油藏形成的主控因素是沟通上下地层的断裂和断层的封闭作用。

4 含油气系统

淮南前陆盆地为一继承性的大型沉积盆地,前陆冲断带是主要的沉积和沉降中心。区内共发育4套烃源岩:中二叠统、中下侏罗统、下白垩统和下第三系安集海河组。二叠纪—第四纪,沉积和沉降中心不断西迁,各套烃源岩在纵向上相互交错叠置,从而形成了淮南前陆复合含油气系统。根据烃源岩分布特征,可将该复合含油气系统划分为中下二叠统、中下侏罗统、下白垩统和下第三系4个含油气系统。从油源分析对比来看,淮南前陆冲断带油气混源现象在平面上和纵向上较为普遍,造成了含油气系统的交叉与叠置^[15]。在纵向上,由于各含油气系统往往有相同的储集层和盖层,所形成的油气藏多为混源。在平面上,冲断带东段既有以古生界为源的含油气系统,又有以中生界为源的含油气系统;中段既有以古生界为源的含油气系统,又有以中生界为源的含油气系统;西段主要为以中生界为源的含油气系统。多套烃源岩的存在及各自生排烃期的不同,又必然会形成多期成藏(图6)。

综合分析认为,含油气系统控制着油气藏的分布;断裂沟通了深部油源,形成了不同油气的混生成藏。油气藏在冲断带东段以中二叠统为烃源,分

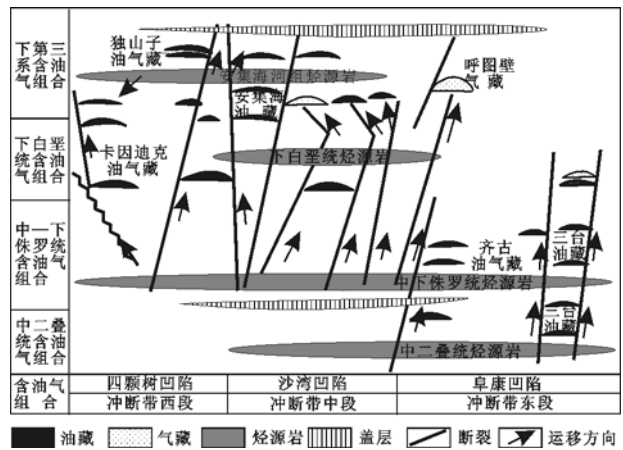


图6 准噶尔盆地南缘含油气系统模式

Fig. 6 Mode of petroleum system in the southern Junggar Basin

布在中二叠统、三叠统和侏罗系储层中;在冲断带中段主要以中下侏罗统和中二叠统为烃源,而下白垩统烃源岩则分布在下第三系储层中;冲断带西段主要以中下侏罗统为烃源,分布在第三系、侏罗系储层中。

5 成藏模式

淮南前陆地区由于多期构造运动的改造,不同区段油气地质条件差异较大,其中导致油气藏特征差异较大的主要因素是构造样式及其演化、烃源岩供给和保存条件等,它们直接控制着油气运移和聚集特征以及油气藏成藏格局^[2,16]。笔者以油气构造样式和充注方式为依据,对淮南前陆冲断区不同区段的油气成藏模式进行了分析。

5.1 东段

准噶尔盆地南缘东段主要包括博格达山前凹陷和吉木萨尔凹陷。本区构造带的油气主要来自二叠系,侏罗系的贡献不大。前沿断阶带接近二叠系生气中心,供气距离最近。五梁山、甘河子、甘河子北断裂的形成又为油气由深部向浅部运移提供了通道,而断阶带中发育的许多断鼻、断背斜及复合圈闭为油气聚集提供了场所(图7)。该区油气藏的主控因素是圈闭、保存条件和储层条件。

油气成藏动力主要来自地层异常压力,油气运聚以封存箱转换形式为主,其次是沿断裂运聚和侧向运聚。由于断裂带附近和断裂带上盘保存条件较差,因此不利于形成大中型气藏。该区带油气成藏多为逆冲背斜带单向充注模式和断层遮挡单向充注模式。

5.2 中段

淮南前陆冲断带中段在构造上位于昌吉凹陷

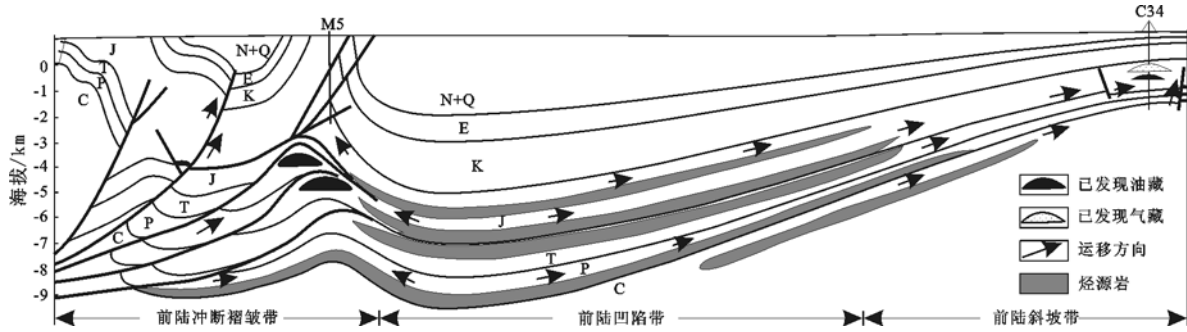


图 7 淮南前陆盆地东段油气成藏模式

Fig. 7 Mode of hydrocarbon reservoir in the eastern Junggar Foreland Basin

以南、北天山以北、四颗树凹陷以东、乌鲁木齐以西的地区,目前在该构造带已发现齐古油田、呼图壁气田、吐鲁鲁气田和霍尔果斯油气田等。本区烃源岩丰度较高,其输导体系主要由砂体和断裂构成,对油气藏的纵横向分布和规模起主要控制作用。油气成藏明显受断裂控制,该区经历多期构造运动,发育多套断裂系统,油气藏沿断裂呈阶梯状分布(图 8),尤其是沟通侏罗系烃源岩的张性断裂,对上部圈闭的能否成藏影响重大。

中段油气成藏的有利条件主要是近“源”和断裂带发育,使油气运移通道畅通,但是该区有异常高压的存在,不利于油气藏的保存,因此,近源、近断裂带的下第三系背斜型圈闭则为有利的寻找目标。该区带油气成藏多为断层封闭—多向充注型。

5.3 西段

前陆冲断带西段在构造上位于车排子凸起以南、北天山以北、昌吉凹陷以西的地区。该区已发

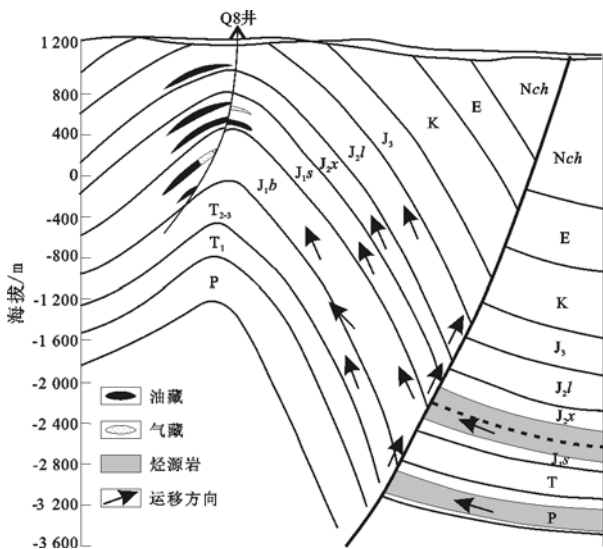


图 8 准噶尔南缘齐古油田油气成藏模式

Fig. 8 Mode of hydrocarbon reservoir in Qigu Oil Field in the southern Junggar Basin

现独山子油田和卡因迪克油田。主要发育有中下侏罗统和下第三系安集海河组 2 套烃源岩。侏罗系生成的油气沿不整合面由凹陷区向艾卡断裂带侧向运移,并沿艾卡断裂及其次级断裂再垂向运移,在卡因迪克构造圈闭聚集成藏,如 K6 井侏罗系和第三系油藏。该区油气成藏的主控因素为运移通道和储层物性条件。油气成藏多为逆冲断裂带—不整合单向充注型。

6 结论

1) 准噶尔盆地南缘紧邻天山褶皱带,受燕山运动和喜山运动的影响,在南缘西部的天山山前依次形成了 3 个压扭背斜构造。油气藏类型主要为压扭背斜油气藏和背斜—岩性(泥岩刺穿)油气藏,其次为断层遮挡背斜油气藏。

2) 根据烃源岩演化和油气成藏期次分析,淮南前陆冲断地区形成了中二叠统、中下侏罗统、下白垩统和下第三系安集海河组 4 套含油气系统;纵向上,各套含油气系统相互叠置、相互联系、相互影响。

3) 受前陆盆地构造演化的影响,淮南前陆冲断区形成了东、中、西段 3 个不同特征的油气聚集区带。油气成藏模式依次为:西段的逆冲断裂带—不整合单向充注型;中段的断层封闭—多向充注型;东段的逆冲背斜带单向充注型和断层遮挡单向充注型。

参考文献:

- 1 康竹林. 准噶尔盆地南缘油气勘探前景[J]. 勘探家, 1997, 2(4):31~34
- 2 阿布力米提, 吴晓智, 李 臣等. 淮南前陆冲断带中段油气分布规律及成藏模式[J]. 新疆石油地质, 2004, 25(5):489~491
- 3 李学义, 邵 雨, 李天明. 准噶尔盆地南缘三个油气成藏组合研究[J]. 石油勘探与开发, 2003, 30(6):32~34

具有良好的匹配关系,有利于油气聚集成藏。晚中新世形成的第二期反转构造也与生排烃高峰在时空上具有良好的匹配关系,有利于油气聚集成藏。因此,北部湾盆地涠西勘查区的反转构造是油气聚集成藏和寻找大中型油气田的首选目标。

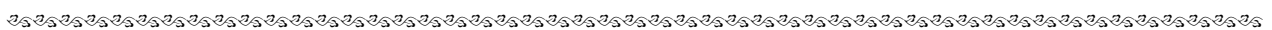
4 结论

北部湾盆地涠西勘查区发育两期反转构造,分别形成于渐新世末期和中新世末期。根据反转构造的分类,可以将该勘查区的反转构造分为断层型反转构造和褶皱型反转构造。该两期反转构造与主要烃源岩流沙港组二段的生排烃高峰具有良好的时空配制关系,有利于油气聚集成藏。北部湾盆地涠西勘查区的反转构造是油气聚集成藏和寻找大中型油气田的首选目标。

参考文献:

- 1 Cooper M A, Wiliams G D. Inversion tectonics[M]. London: The Geo Soc, 1989
- 2 王燮培, 严俊君. 反转构造及其石油地质意义[J]. 地球科学, 1989, 14(1): 101~108
- 3 陈昭年, 陈发景. 反转构造与油气圈闭[J]. 地学前缘, 1995, 2(3): 96~103
- 4 翟光明. 中国石油地质志 卷十六 沿海大陆架及毗邻海域油气区(下册)[M]. 北京: 石油工业出版社, 1992. 353
- 5 翟光明. 中国石油地质志 卷十六 沿海大陆架及毗邻海域油气区(下册)[M]. 北京: 石油工业出版社, 1992. 185
- 6 宋廷光, 余百莲, 韩典杰等. 反转构造的类型和特点[J]. 地球科学, 1995, 20(3): 271~274
- 7 陈昭年, 陈发景. 松辽盆地反转构造[M]. 北京: 地质出版社,

1996. 1~63
- 8 Ting Guang Song. Inversion styles in the Songliao basin (Northeast China) and estimation of the degree of inversion [J]. Tectonophysics, 1997, 283: 173~188
- 9 刘月新, 常波涛, 孙连浦等. 反转构造的反转程度及其与油气聚集的关系[J]. 油气地质与采收率, 2006, 13(2): 53~55
- 10 邱中建, 龚再升. 中国油气勘探(第二卷): 西部油气区[M]. 北京: 石油工业出版社, 1999. 451~480
- 11 朱文斌, 马瑞士, 郭令智等. 吐哈盆地中央构造带正反转演化特征[J]. 大地构造与成矿学, 2003, 27(2): 125~131
- 12 罗权生. 台北凹陷反转构造特征与油气关系浅析[J]. 石油勘探与开发, 1997, 24(5): 25~28
- 13 刘光炎. 吐哈盆地 HYS 反转构造及其平衡演化[J]. 石油地球物理勘探, 1998, 33(3): 413~417
- 14 Allen M B, Macdonald D I M, Zhao Xun, et al. Early Cenozoic two-phase extension and late Cenozoic thermal subsidence and inversion of the Bohai Basin, northern China[J]. Marine and Petroleum Geology, 1997, 14(7/8): 951~972
- 15 王国纯. 中国近海盆地的正反转构造及其石油地质意义[J]. 中国海上油气(地质), 1995, 9(1): 33~40
- 16 张功成, 朱德丰. 松辽盆地伸展和反转构造样式[J]. 石油勘探与开发, 1996, 23(2): 16~20
- 17 陈昭年, 陈发景. 松辽盆地反转构造运动学特征[J]. 现代地质, 1996, 10(3): 290~396
- 18 罗笃清, 云金表, 李玉喜. 松辽盆地的正构造反转及其形成机制探讨[J]. 大庆石油学院学报, 1994, 18(2): 17~21
- 19 翟光明. 中国石油地质志 卷十六 沿海大陆架及毗邻海域油气区(下册)[M]. 北京: 石油工业出版社, 1992. 187
- 20 梁积伟, 解东宁, 何明喜等. 华北盆地南部构造样式分析[J]. 石油实验地质, 2006, 28(5): 414~417
- 21 吴根耀, 马力. “盆”“山”耦合和脱耦的反转点和切入点研究[J]. 石油实验地质, 2005, 27(1): 8~17



(上接第 456 页)

- 4 康玉柱. 准噶尔盆地天山山前油气前景展望[J]. 新疆地质, 2003, 21(2): 163~166
- 5 邢焕清. 准噶尔盆地侏罗系层序地层研究展望[J]. 石油实验地质, 2006, 28(1): 34~37
- 6 李耀华. 准噶尔盆地南缘储层特征及评价[J]. 天然气勘探与开发, 2000, 23(2): 1~6
- 7 况军, 贾希玉. 喜马拉雅运动与准噶尔盆地南缘油气成藏[J]. 新疆石油地质, 2005, 26(2): 129~133
- 8 李涛, 隋风贵, 张奎华. 准噶尔盆地南缘油气成藏组合特征及分布规律[J]. 油气地质与采收率, 2006, 13(1): 54~58
- 9 李忠权, 张寿庭, 王洪辉等. 准噶尔盆地南缘构造成因机理及其与油气聚集关系探讨[J]. 成都理工学院学报, 1997, 24(2): 15~19
- 10 衣怀峰, 吴孔友, 曲江秀. 准噶尔盆地莫索湾地区构造特征及

- 其演化[J]. 油气地质与采收率, 2005, 12(4): 1~3
- 11 周松柏, 刘光祥. 准噶尔盆地东南部油气地质条件研究[J]. 石油实验地质, 2006, 28(3): 231~235
- 12 吴金才, 张建中, 石好果等. 准噶尔盆地腹部复合圈闭成藏特征研究[J]. 石油实验地质, 2003, 25(6): 735~739
- 13 况军. 噶尔盆地南缘生储盖组合、圈闭与找油领域[J]. 新疆石油地质, 1989, 10(2): 113~119
- 14 宋岩, 戴金星. 准噶尔盆地南缘西部天然气地质特征及有利气聚集带预测[J]. 石油勘探与开发, 1993, 20(1): 48~54
- 15 陈业全, 王伟锋. 准噶尔盆地构造演化与油气成藏特征[J]. 石油大学学报(自然科学版), 2004, 28(3): 4~9
- 16 李学义, 王兵, 陈杨. 准噶尔盆地南缘山前褶皱带断裂模式和控油作用[J]. 新疆石油地质, 2006, 27(3): 285~288