

文章编号: 1001-6112(2007)05-0457-05

# 北部湾盆地涠西勘查区反转构造及其油气成藏意义

赵永强<sup>1,2</sup>

(1. 中国地质大学 能源学院, 北京 100083;

2. 中国石油化工股份有限公司 石油勘探开发研究院 无锡石油地质研究所, 江苏 无锡 214151)

**摘要:**在系统分析北部湾盆地涠西勘查区地震剖面的基础上,认为北部湾盆地涠西勘查区发育两期反转构造即渐新世末期及中新世末期反转构造。这两期反转构造形成断层型反转构造和褶皱型反转构造两类,它们的形成与北部湾盆地演化的区域应力性质及方向的调整有关。该反转构造一方面形成良好的圈闭条件,另一方面使早期形成的断裂重新活动,有利于油气运移。同时两期反转构造形成的圈闭与勘查区内主要的烃源岩生排烃高峰具有良好的时空配置关系,有利于油气聚集成藏,是寻找大中型油气田的首选目标。

**关键词:**油气聚集;反转构造;涠西;北部湾盆地

中图分类号:TE122.3

文献标识码:A

## INVERSION STRUCTURE AND ITS IMPLICATION TO HYDROCARBON ACCUMULATION IN WEIXI EXPLORATION REGION OF THE BEIBUWAN BASIN

Zhao Yongqiang<sup>1,2</sup>

(1. School of Energy Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China;

2. Wuxi Research Institute of Petroleum Geology, Research Institute of Petroleum Exploration and Production, SINOPEC, Wuxi, Jiangsu 214151, China)

**Abstract:** It was indicated that there were two different inversion structures formed in two period based on analysis of seismic profiles in Weixi exploration region of the Beibuwan Basin. The first inversion structure was developed during the end of the Oligocene and the second during the end of the Miocene. These two periods of inversion structures can be divided into two types which were fault type and fold type. Formation of these inversion structures was resulted from the directional and qualitative adjustment of regional stress. On the one hand these inversion structures formed favourable traps, and on the other hand these inversion structures caused the early faults reactivation and made for oil migration. In addition, the formation periods of these inversion structures were matchable with the peak stages of hydrocarbon generation and expulsion. These inversion structures are preferred targets for finding giant-medium size of oil-gas fields.

**Key words:** hydrocarbon accumulation; inversion structure; Weixi exploration region; the Beibuwan Basin

反转构造是指同一地质体在不同的地质历史时期,由于应力场的变化,造成挤压构造在垂向上叠加的一种复合构造形式<sup>[1]</sup>。反转构造的发育往往是盆地从拉张形成到挤压消亡的产物;在含油气盆地中,反转构造常常构成大型油气田。因此,反转构造的研究一直是沉积盆地分析和油气勘探预测中的热点课题<sup>[2,3]</sup>。

北部湾盆地是我国重要的第三系含油气盆地,属于欧亚板块内部的裂陷盆地,在渐新世末及中新世末期盆地经历了两次程度轻微的挤压作用,形成了两期反转构造。此次研究依据地震剖面解释并结合区域地质资料,阐明了勘查区内反转构造的类型和反转程度,探讨了反转构造在勘查区内的成藏意义。

收稿日期:2006-10-13;修订日期:2007-09-11。

作者简介:赵永强(1973—),男(汉族),山西宁武人,博士生,工程师,主要从事石油勘探的研究工作。

基金项目:中国石化油田部重点项目(YTB 2004-05)。

# 1 地质背景

北部湾盆地属华南褶皱系(也称华南加里东准地台)西南缘(即粤桂隆起区南倾部位),是一个发育于粤桂隆起区南端和海南隆起区结合部并奠基于古生代褶皱基底和燕山期花岗岩之上的以新生代为主的中、新生代沉积盆地。

从板块构造观点来看,北部湾盆地位于欧亚板块内,属板内盆地(或称克拉通盆地),但由于它位于板块边缘,也受到板块碰撞、分离的影响,其构造活动比典型的克拉通盆地要强一些<sup>[4]</sup>。在区域构造上北部湾盆地以及其北的万山隆起区,其南的海南隆起区为一级构造单元。在北部湾盆地中又划分出北部坳陷、企西隆起、中部坳陷、徐闻隆起、南部坳陷5个二级构造单元。涠西勘查区仅涉及到北部坳陷中西部的涠西南凹陷(西部)、涠西南低凸起(西部)、海中凹陷(中西部)和企西隆起的西部。依据新生界沉积厚度、地层分布和缺失情况以及地质结构特征,将涠西勘查区从北往南划分为一级构造单元万山隆起区,三级构造单元涠西南凹陷、海中凹陷、涠西南低凸起,二级构造单元企西隆起5个次级构造单元(图1)。

在北部湾盆地涠西勘查区内充填了厚达万余米的新生代地层。盆地演化大致经历了古近纪的断陷期和新近纪的坳陷期。盆地断陷期主要为三

角洲—滨浅湖—中深湖相沉积;坳陷期主要为滨海—浅海相沉积<sup>[4]</sup>(图2)。在渐新世末期,印度板块与亚洲大陆开始发生碰撞,太平洋板块对欧亚板块的俯冲活动由北西向转为北西西向,板块运动体制正处在大调整时期,对南海及其邻域形成东西向侧向压力,从而引起区域性的抬升<sup>[5]</sup>。这次板块运动体制的大调整在勘查区内形成了分隔古近系和新近系的构造不整合面,也正是这次侧向挤压运动形成了勘查区内的第一期反转构造。中新世末期,在区域沉降的背景上,勘查区受到北西—南东向的挤压形成了勘查区内的第二期反转构造。

# 2 勘查区内反转构造类型及成因分析

反转构造可分为断层型反转构造、褶皱型反转构造和混合型反转构造<sup>[6~8]</sup>。在勘查区内主要发育断层型反转构造和褶皱型反转构造。

## 2.1 断层型反转构造

断层型反转挤压变形幕构造缩短的主要承担者为现存的正断层,在反转期先存正断层重新活动,沿断层面逆向滑动,从而造成挤压变形导致缩短。根据断层重新活动的强弱程度或者零点位置(零点为断层上地层断距为零的地方,在该点既无拉张滑距也无逆冲滑距),可将断层型反转构造划分为上下皆正(轻微反转)、上逆下正(部分反转)和上下皆逆(全部反转)3类。该3类代表的反转程度由弱到强。从上下皆正的轻微反转到上下皆逆的全部反转,零点位置从同伸展层序顶部下移到同伸展层序底部,反映反转程度由弱变强<sup>[9]</sup>(图3)。

上下皆正断层型反转盖层缩短变形微小,先存正断层沿断层面逆向滑动的滑距不大,没有超过先存正断层的正滑距,因此整个断层表现为正断层性质及正断层形态。在先存断层顶部,断层顶端较小的逆断距没有扩张到浅层,而在浅层中褶皱作用承担了挤压缩短。随着挤压强度加大,先存正断层可扩展到浅层,并且零点位置沿断面向下运动,但零点的位置没有到达同伸展层序的最下部,则形成上逆下正型断层反转构造。如果零点位置向下运动到同伸展层序最下部或超过最下部,则形成上下皆逆的断层反转构造<sup>[10~19]</sup>。

从几何形态、受控因素及其反转程度来看,勘查区内主要发育上下皆正型断层反转构造,属于轻微反转程度。

北部湾盆地经历了多次构造运动和应力场转变,这种构造性质的转变为反转构造的发育提供了背景条件<sup>[20]</sup>。在断陷发育演化后期即渐新世末期,

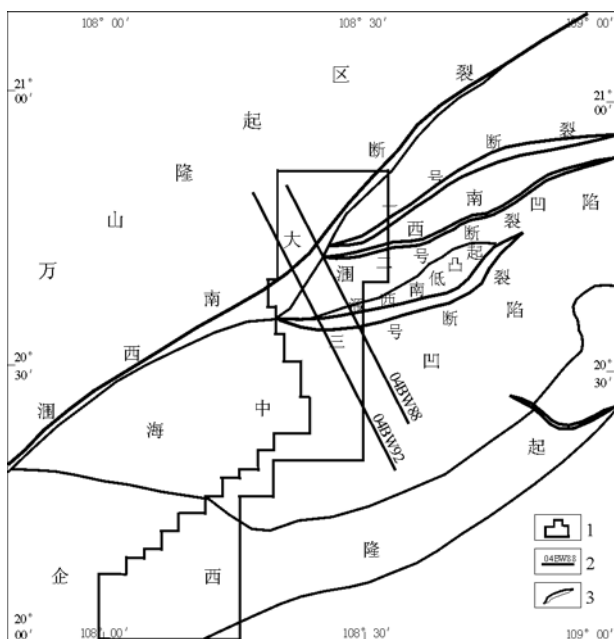


图1 北部湾盆地涠西勘查区及周边地区构造区划图  
1. 勘查区;2. 测线位置;3. 断层

Fig. 1 Tectonic division in Weixi exploration region of the Beibuwan basin and adjacent region

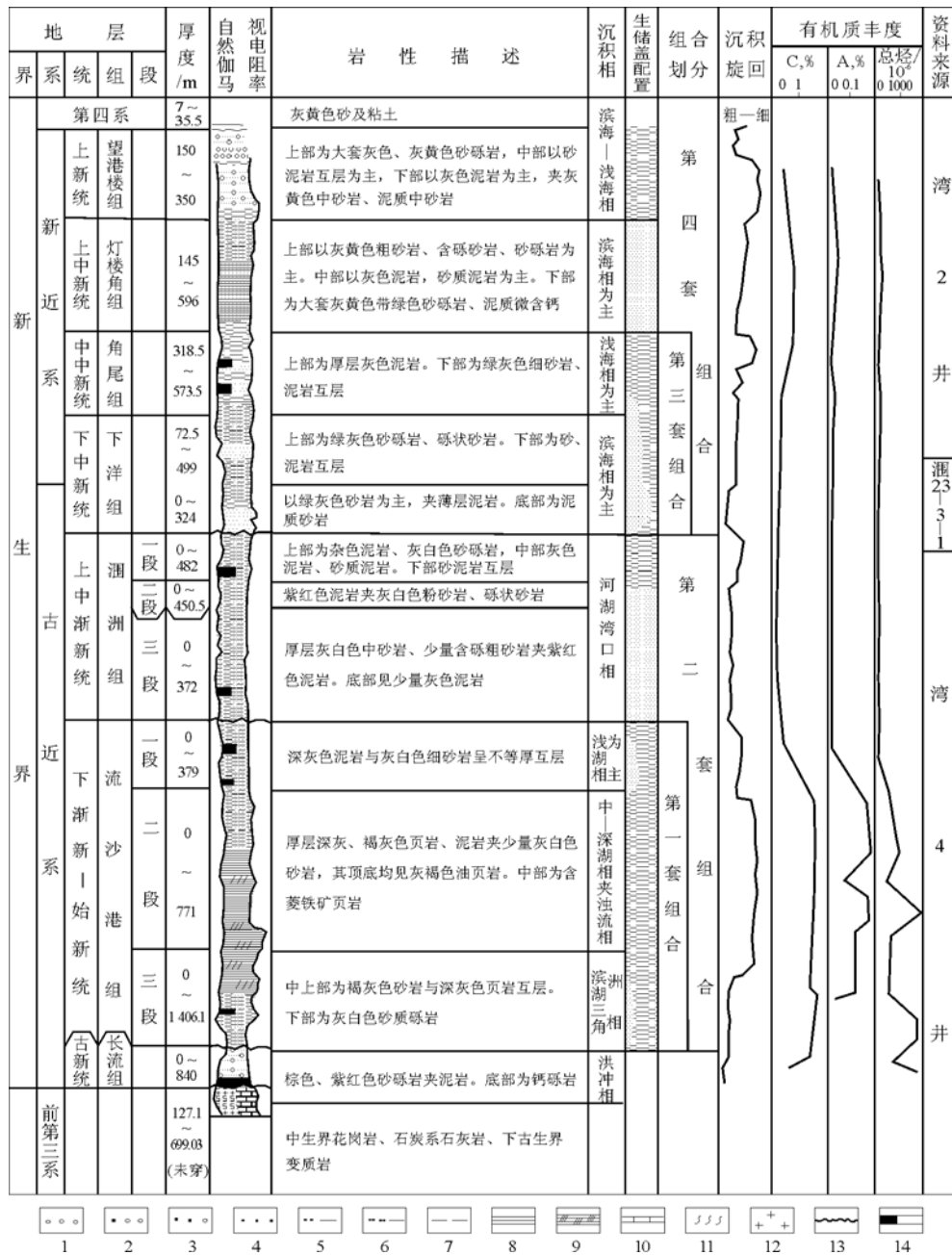


图 2 北部湾盆地综合柱状图<sup>[4]</sup>

- 1. 砾岩; 2. 砂质砾岩; 3. 含砾砂岩; 4. 砂岩; 5. 泥质砂岩; 6. 泥质粉砂岩;
- 7. 泥岩; 8. 页岩; 9. 油页岩; 10. 石灰岩; 11. 变质岩; 12. 花岗岩; 13. 不整合面; 14. 含油层段

Fig. 2 Composite columnar section of the Beibuwan Basin

印度板块与亚洲大陆开始发生碰撞, 太平洋板块对欧亚板块的俯冲活动由北西向转为北西西向, 板块运动体制正处大调整时期, 对南海及其邻域形成东西向侧向压力, 从而引起区域性的抬升。这次板块运动体制的大调整在勘查区内形成了分隔古近系和新近系的构造不整合面(T<sub>2</sub>), 同时先期控制盆地沉降、沉积的正断层(3号断裂)再次活动, 沿断层面逆向滑动。在勘查区内先存正断层沿断层面逆向滑动的滑距不大, 没有超过先存正断层的正滑

距, 因此整个断层表现为正断层性质及正断层形态(图4)。

### 2.2 褶皱型反转构造

褶皱型反转挤压变形幕构造缩短的主要承担者为褶皱, 而不是先存断层。在反转期先存正断层不发育, 或者先存正断层不活动或活动微弱, 反转期构造挤压产生的缩短变形主要表现为褶皱隆起。褶皱型反转构造可分为向形(上下皆凹)、透镜形(上凸下凹)和背形(上下皆凸)3类, 分别对应于轻微、

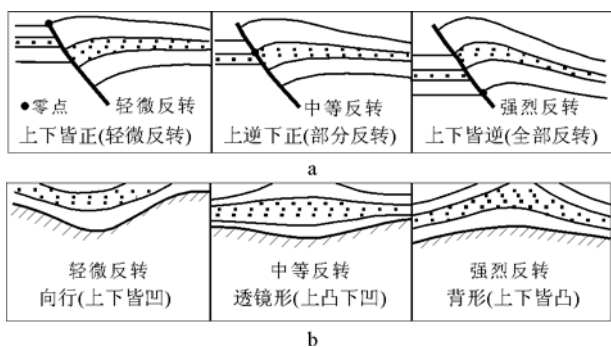


图 3 反转构造类型及反转程度<sup>[9]</sup>  
 a. 断层型反转构造类型; b. 褶皱型反转构造类型  
 Fig. 3 Types and degree of inversion structures

地处于弱挤压应力状态,盖层挤压缩短变形轻微,基底抬升不明显,盖层基本保持了构造伸展幕的形态,而且从上到下褶皱幅度由小变大,总体表现为周边薄、中心厚、向下凹的向形形态。

透镜形褶皱型反转在反转期的挤压变形幕,盆地处于中等挤压应力状态,盖层挤压缩短变形中等,基底抬升中等,盖层上部表现为背形形态,为反转期坳陷沉积层序;盖层下部的伸展层序仍表现为盆地伸展拉长变形的向形形态。并且褶皱幅度从中间向上、向下均逐渐增大,盆地盖层总体为透镜体形态。

背形褶皱型反转在反转期的挤压变形幕,盆地处于强烈挤压应力状态,盖层挤压缩短变形明显,基底抬升强烈,盖层全部表现为背形形态。

重大构造运动时期的盆地世代更迭,其应力特征会发生相应的调整和改变,有利于形成反转构造<sup>[21]</sup>。早中新世,礼乐滩板块与婆罗洲在中新世早期相撞,海底扩张活动停止,由于上地幔热消退后的均衡作用,新洋壳开始全面下沉,形成了比早先断陷范围更大的坳陷,盆地的沉积也由陆相过渡到海相;晚中新世—第四纪,南海全区大规模下沉,均为海相沉积<sup>[19]</sup>。在晚中新世,勘查区受到局部挤压,使得早期的坳陷反转形成背形(上下皆凸)反转构造(图 5)

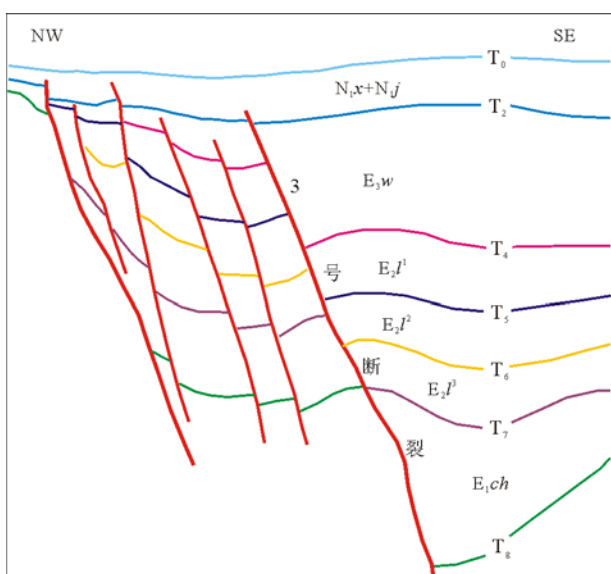


图 4 北部湾盆地 BW88 测线地震解释剖面  
 Fig. 4 Interpretation of seismic section along line BW88 in the Beibuwan Basin

### 3 反转构造的成藏意义

勘查区内反转构造形成圈闭,并对油气运移、聚集以及保存都具有重要的影响,对油气成藏具有重要的意义。反转构造面积和幅度都比较大,具备形成大中型油气田的构造条件。勘查区内发育的渐新统流沙港组二段为良好的烃源岩;古近系和新近系储集砂体发育,且发育多套区域和局部盖层。反转构造由于早期埋藏深,后期又受挤压,从而可能降低储集层的孔隙度和渗透率,使它低于目前反转后所处深度上应具有孔隙度和渗透率;不过,由于构造反转断裂活动的加剧,对储层物性有所改善。因此,勘查区内生储盖等诸要素具备并且其配置关系良好。

区内烃源岩自渐新世开始生油,生排烃高峰为中中新世到现今,关键时刻为现今。渐新世末期形成的第一期反转构造,构造运动一方面可以使原来的断层重新活动,有利于生成的油气在纵向上的运移,同时挤压应力也促使生成的油气运移;另一方面,形成的圈闭可以捕获运移出来的油气形成油藏。因此,第一期反转构造与生排烃高峰在时空上

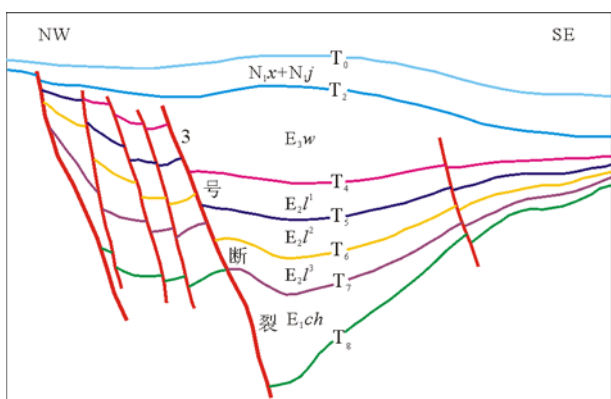


图 5 北部湾盆地 BW92 测线地震解释剖面  
 Fig. 5 Interpretation of seismic section along line BW92 in the Beibuwan Basin

中等和强烈反转程度(图 3)。  
 向形褶皱型反转是在反转期的挤压变形幕,盆

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。

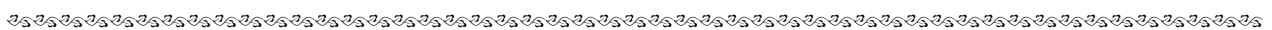
#### 4 结论

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