

文章编号: 0253-2697(2005) 01-0008-05

准噶尔盆地西北缘扇体形成特征及油气分布规律

雷振宇¹ 卞德智² 杜社宽³ 蔚远江¹ 马辉树³

(1. 中国石油勘探开发研究院 北京 100083; 2. 中国石油天然气勘探开发公司 北京 100034;

3. 中国石油新疆油田分公司 新疆克拉玛依 834000)

摘要: 准噶尔盆地西北缘广泛发育二叠纪-侏罗纪冲积扇、水下扇、扇三角洲等砾质粗碎屑沉积。研究结果表明,其成因和分布与同期的断裂活动有密切的关系,从二叠纪-侏罗纪,构造活动逐渐减弱,扇体规模逐渐变小。在平面上,构造活动的位移导致了扇体的迁移,反映出构造活动对扇体分布的控制。总体来看,百口泉-夏子街地区构造活动性最强,延续时间最长,形成的扇体规模较大,叠置程度高且迁移明显;在车拐-克拉玛依地区,活动性较弱,形成的扇体规模小,叠置程度差且迁移小。油气聚集主要受到断裂构造和扇体的控制。由于断裂活动(迁移)规律的不同,导致不同时期、不同地区扇体的发育特征也不同,从而造成了不同构造带(部位)油气藏分布的差异。

关键词: 准噶尔盆地; 西北缘; 断裂活动; 扇体迁移; 油气分布

中图分类号: TE111.2

文献标识码: A

Characteristics of fan forming and oil-gas distribution in west-north margin of Junggar Basin

LEI Zheng-yu¹ BIAN De-zhi² DU She-kuan³ WEI Yuan-jiang¹ MA Hu+shu³

(1. Research Institute of Petroleum Exploration and Development, PetroChina, Beijing 100083, China;

2. China National Oil and Gas Exploration and Development Corporation, Beijing 100034, China;

3. Xinjiang Oilfield Company, Keramay 834000, China)

Abstract: The Permian-Jurassic alluvial-fan, subaque-fan and delta-fan were widely distributed in the west-north margin of Junggar Basin. Their genesis and distribution are relative to the contemporaneous action of faults. Tectonic movement in this area gradually weakened from the Permian to the Jurassic period, and the dimensions of fan was reduced step by step. The movement of tectonic activity resulted in transfer and superimposition of various fan. Since the tectonic movement in Baikouquan-Xiazijie area was strong and extended for a long time, there developed some fans with large dimension, good superimposition and obvious migration. Contrarily, the tectonic movement in Chepaizi-Zhongguai area was weak and resulted in some small fans with poor superimposition and less migration. Fault and fan controlled the oil-gas gathering in this area. The active regularity of the faults is obviously different, which results in the fans developed in different strata and causes the different oil-gas distribution.

Key words: Junggar Basin; west-north margin; fault movement; fan transfer; oil-gas distribution

准噶尔盆地西北缘地区,西北部以扎伊尔山和哈拉阿拉特山为界,西至奎屯,东至夏子街;其大地构造部位处于西准噶尔褶皱山系与准噶尔地块之间,全长 250km,宽 20km,面积约 5000km²。地震及钻井资料证实,它是一个隐伏的逆掩断裂带。它的形成是由于准噶尔-吐鲁番板块的洋壳在晚古生代向哈萨克斯坦板块俯冲、消减以至发生碰撞作用,使该地区成为碰撞隆起带及与隆起带相邻的碰撞前陆型沉积拗陷。碰撞作用形成了车排子-红山嘴-夏子街地区的巨型逆掩推覆构造。

经过 40 多年的勘探,在该区先后发现了克拉玛

依、百口泉、红山嘴、乌尔禾、夏子街、车排子、风城、玛北和小拐 9 个油田;在石炭系,二叠系佳木河组(P_{1j})、风城组(P_{1x})、夏子街组(P_{1x})、下乌尔禾组(P_{2w})、上乌尔禾组(P_{3w})、三叠系百口泉组(T_{1b})、克下组(T_{2k¹})、克上组(T_{2k²})、白碱滩组(T_{3b})、侏罗系八道湾组(J_{1b})、三工河组(J_{1s})、齐古组(J_{3q})和白垩系吐鲁群(K_{1t}) 5 大层系 14 个层组发现了油气藏,表明它是一个油气资源十分丰富的油气富集区。

1 断裂的分布与活动特征

准噶尔盆地西北缘可划分为西北缘断阶带、中拐

基金项目: 中国石油天然气集团公司“九五”重点科技攻关项目(970211)部分成果。

作者简介: 雷振宇,男,1960 年 12 月生,1995 年获中国地质大学博士学位,现为 中国石油勘探开发研究院地质所高级工程师,主要从事石油地质研究工作。E-mail: lzy@petrochina.com.cn

凸起、玛湖凹陷西斜坡和昌吉凹陷西斜坡等几个次级构造单元组成。西北缘冲断带又可进一步划分为西南部的红-车断裂带、中部的克-乌断裂带和东北部的乌-夏断裂带。它们首尾衔接,向盆地外凸而成弧形断裂。三个弧形断裂带,即三个舌形推覆体,彼此之间的衔接部位常常发育横向断裂。这些断裂具有以下特征:

(1) 层间滑脱显著,推覆距离大。以各层系底界计算^[1],水平位移: 侏罗纪为 0.08~0.32km; 三叠纪为 0.4~1.4km; 二叠纪为 3~7.5km; C₂₃ 为 8~16km,最大可达 20km 以上。从二叠系及中上石炭统底界计算的断距来看,其水平断距明显大于垂直断距。如: 夏红北断裂二叠系底界水平断距为 5.4km,而垂直断距只有 2.4km; 乌兰林格断裂二叠系底界水平断距为 7.4km,垂直断距仅为 1.2km; 白碱滩断裂中,上石炭统底界水平断距为 16km,而垂直断距为 4.2km。上述数据表明,同一条断裂上部地层断距小,下部地层断距大,这表明位移向上的传递,或由于剥蚀作用而减小,或由于褶皱作用所吸收; 同时,石炭-二叠系断距大,表明这一同生逆掩断裂带主要为石炭-二叠纪时期形成的古推覆构造^[2]。

(2) 断裂活动北强南弱及北压南扭。研究结果证明。该区断裂活动具有北强南弱及北压南扭的特征。例如: 东北段的乌-夏断裂带具有明显的推覆性质,并产生了三排与断裂带平行的褶皱构造; 中段的克-乌断裂带与西南段的红-车断裂带在海西期推覆规模相应变小,三叠纪一中侏罗世以扭动为主,发育压扭性的同生断裂,仅在主断裂两端弧状撒开处发育小型褶皱,且在下盘发育一些短轴的鼻状构造。

(3) 横切断裂发育在北东向长条断块的背景上,发育了一些 NEE 向断裂将西北缘冲断带切割成许多矩形小断块,且使某些 NE 向断裂产生形变。这些 NWW 向断裂,如玛里雅断裂、红山嘴断裂、大侏罗沟

断裂、白杨河-黄羊泉断裂、红旗坝断裂等,它们的规模较北东向断裂小,活动时期也较晚。

(4) 西北缘逆掩断裂普遍具有同生长活动性质,对扇体的形成有明显的控制作用。由于冲断作用持续发生,上、下盘地形相差悬殊,自冲断席上剥蚀下来的碎屑物堆积于断崖根部而形成各类扇体(包括冲积扇、扇三角洲和水下扇等),阶梯式逆冲断裂则形成多级扇体。

2 准噶尔盆地西北缘同生断裂活动和扇体发育特征

长期以来地质工作者始终把沉积作用和构造作用的关系作为盆地分析的核心,这些研究主要集中在伸展背景的张性(张剪性)盆地及挤压背景的压性(前陆盆地)盆地中,已逐渐形成当前地质学研究的热点。Armstrong 和 Oriel 早在 1965 年就指出,物源区来自冲断边界的砾岩相是构造逆冲事件的标志。近年来,许多学者都致力于前陆冲断带的构造活动与沉积作用的研究^[3~9]并取得了令人瞩目的成果。

准噶尔盆地西北缘广泛发育二叠纪-侏罗纪冲积扇、水下扇、扇三角洲等砾质粗碎屑沉积,其成因和分布与同期的断裂活动有着密切的关系。它们在平面上呈扇形或近似扇形,剖面上为楔形或近似楔状体,伴随着冲断事件的活动,形成了一系列垂向叠置的沉积序列,反映了幕式构造旋回。

2.1 二叠纪各时期扇体的发育和分布特征

西北缘断阶带二叠纪断层活动性指数表明,佳木河期(P_{1j})红-车、克-乌、乌-夏构造带的同生断层活动性指数变化范围分别为 1.143~4.571、1.034~1.45、1.091~1.429,但红-车断裂带 P_{1j} 期的平均 C 值最大,活动性最强。在 P_{1f}、P_{3w} 及 P_{2w} 及 P_{2x} 时期,在红-车-克-乌-乌-夏断裂带,同生断层活动指数略呈轻微增加趋势,反映其同生断层活动性趋于增强(图 1)。

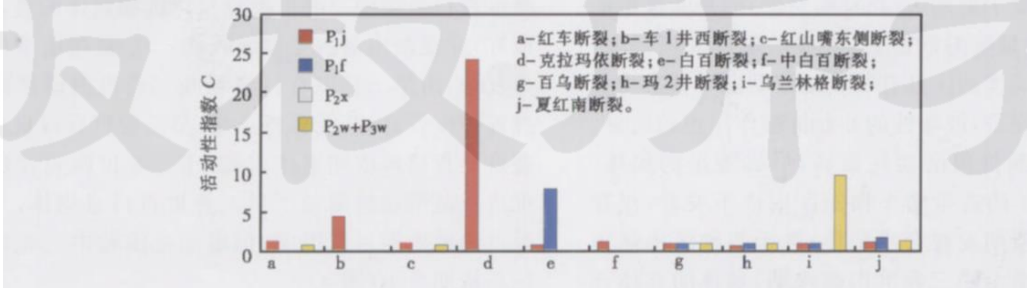


图 1 西北缘二叠纪同沉积断裂活动性指数分布

Fig. 1 Histogram of moving index of Permian synsedimentary fault in west-north margin of Junggar Basin

二叠系扇体受同生断层的控制,在各个岩组中均有发育,而以在佳木河组和上乌尔禾组中最为发育,扇体分布区域较广。这表明佳木河期和晚乌尔禾期西北

缘冲断活动波及范围广、强度大;晚乌尔禾期扇体规模最大,扇体主要分布于车拐、克拉玛依、百口泉、夏子街地区的盆地边缘,受控于拐前断裂、红 3 井东断裂、白

百断裂及乌兰北断裂。风城期扇体分布范围及规模均为最小,主要发育于五区南及百口泉地区。早乌尔禾期扇体主要分布于五八区—白碱滩—夏子街地区,受克—乌—夏断裂的控制。总体来讲,在五区南克 80 井区、百口泉、百 64 井区和夏子街地区扇体最为发育,共有 4 期次。这表明该区构造活动性最强,延续时间最长。

从早二叠世佳木河期至晚二叠世乌尔禾期,西北缘二叠纪的扇体逐渐由盆缘向盆地推进,扇体面积总体不断扩大,并表现出明显的迁移性。从平面分布和叠置关系看,车拐地区扇体叠置程度相对较差,由早二叠世佳木河至晚二叠世乌尔禾期,扇体分布略向盆缘收缩、后退;而克拉玛依—夏子街地区二叠纪扇体叠置程度较高,具有明显的由盆缘至盆内迁移、扩展推进的特点(图 2)。

总的来看,在二叠纪各时期,百口泉—乌尔禾—夏子街地区活动性最强,延续时间最长,形成的扇体规模较大,而车拐—克拉玛依地区相对减弱,形成的扇体规模较小,且较分散。

2.2 三叠纪各时期扇体的发育和分布特征

三叠纪同生断裂的 T_{1b} — T_{3b} 期,红—车、克—乌、乌—夏构造带的同生断裂活动性(指数)均呈减弱趋势。

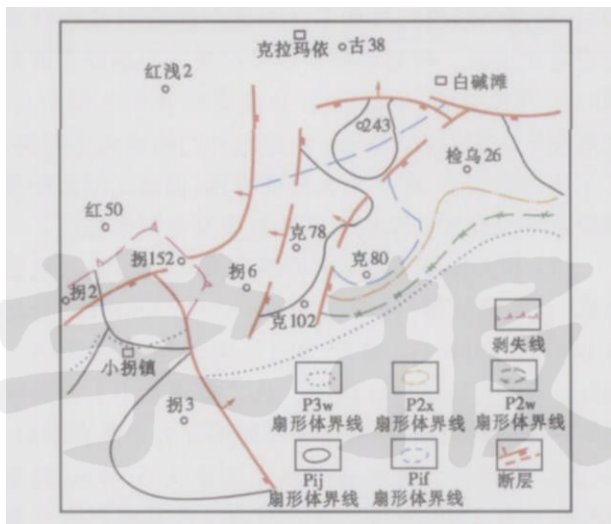


图 2 西北缘中拐—克拉玛依地区二叠纪扇体分布
Fig. 2 Distribution of Permian fan in Zhongguai-Keremay area in west north margin of Junggar Basin

总的来讲,同生断裂活动由红—车—克—乌—夏其构造带活动强度略呈增加趋势。在 T_{2k_1} 、 T_{2k_2} 及 T_{3b} 的同一时期,克—乌断裂带的同生断裂活动指数较大,说明其冲断推覆活动强于红—车、乌—夏断裂带(图 3)。

三叠纪各构造带的同沉积冲断构造活动性有显著

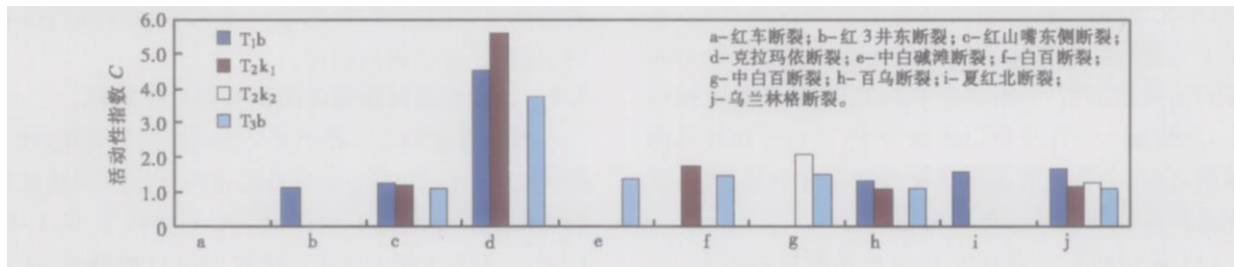


图 3 西北缘三叠纪同沉积断裂活动性指数分布

Fig. 3 Histogram of moving index of Triassic syndimentary fault in west north margin of Junggar Basin

差异,从而导致沉积扇体的发育在不同构造带也有明显的不同。夏子街地区(乌夏断裂带)的冲断推覆活动最强烈,活动延续时间最长,形成的扇体规模最大,但断裂活动在局部地区具有明显的波动性。其次为红山嘴及克乌断裂带,波动性的冲断推覆作用也较明显。车拐地区的冲断推覆活动性最弱,形成零星的扇体。具体地说,红—车构造带的车拐地区扇体不发育,仅在晚三叠世白碱滩期发育有小扇体;红山嘴地区扇体由早三叠世百口泉至晚三叠世白碱滩期,扇体的总体迁移特征是由盆地内部向盆地边缘方向退覆式迁移,表现出早三叠世百口泉时期扇体的面积和规模最大,而晚三叠世白碱滩期强烈退缩至临近扎依尔山根的特点。克—乌构造带中南段克拉玛依—十区,扇体的叠置、迁移特点与红山嘴地区基本相同;中北段百口泉—

乌尔禾地区,晚三叠世白碱滩期末有扇体发育,由早三叠世百口泉至中三叠世晚克拉玛依期扇体的叠置程度最好,并逐渐由盆内至盆缘收缩。乌—夏构造带情况较为复杂,由早三叠世百口泉至晚三叠世白碱滩期扇体叠置程度较高,其迁移特点是:早三叠世百口泉至中三叠世早克拉玛依期扇体退缩,中三叠世晚克拉玛依期推进且范围超越覆盖了早三叠世百口泉扇体,至晚三叠世白碱滩期再次退缩,但退缩范围较中三叠世早克拉玛依期要小(图 4)。

综上所述,三叠纪扇体具有总体退覆式叠置迁移特点,即:由早三叠世百口泉至晚三叠世白碱滩期,扇体总体上由盆内至盆缘退缩,扇体规模逐渐变小,反映了西北缘冲断构造活动逐渐减弱的趋势。但这种逆冲推覆构造活动强度在局部则有所波动。



图4 西北缘黄羊泉—红郭镇三叠纪扇体分布

Fig. 4 Distribution of Triassic fan in Huangyanquan-Hongguozheng area in west-north margin of Junggar Basin

2.3 侏罗纪各时期扇体的发育和分布特征

侏罗纪红-车、克-乌、乌-夏三大构造带同沉积断裂的发育时间有所差别: 红-车断裂带的活动时间主要为早侏罗世八道湾期、中侏罗世头屯河期; 克-乌断裂带的活动时间主要为早侏罗世八道湾期、早侏罗世三工河期、中侏罗世头屯河期; 乌-夏断裂带则主要在早侏罗世八道湾期—中侏罗世西山窑期发生逆冲推覆作用, 在西山窑期之后, 乌-夏断裂带趋于平静。因此, 侏罗纪各期扇体分布较为零乱, 叠置关系较差, 由早侏罗世八道湾期至中侏罗世头屯河期, 各期扇体均表现为由盆内至老山物源区退缩迁移。由于各构造带的断裂活动强度差异性不大, 所以扇体分布较为稀疏。总的说来, 早侏罗世八道湾期断裂活动性较强, 形成时期较早, 故扇体规模较大; 早侏罗世八道湾期之后断裂活动性急剧减小, 因而扇体规模较小。

2.4 二叠系至侏罗系扇体的时空演化规律

红-车、克-乌、乌-夏断裂带中, 二叠系至侏罗系的扇体的迁移特征和叠置关系存在差异。红-车断裂带的车拐地区, 从二叠纪至侏罗纪, 虽然断裂活动迁移不明显, 但其活动强度逐渐增大, 因而, 扇体规模变大, 扇体边界向盆地中心扩大。红山嘴地区和克-乌扇体叠置程度很高, 由二叠纪至侏罗纪, 扇体规模渐小, 由于主要控扇断裂由盆地向物源方向迁移, 扇体也由盆内向盆缘方向退缩迁移。在乌-夏地区, 虽然从二叠纪至侏罗纪总体上扇体的规模是变小的, 扇体边界向盆地边缘方向退缩, 但二叠纪—中三叠世断裂活动向盆地内部方向迁移。即: 早期(早二叠世佳木河期—中二叠世夏子街期) 断裂和扇体在断阶带较发育; 晚期(中晚二叠世乌尔禾期—中三叠世克拉玛依期) 由于断裂向盆地内部方向迁移, 使得扇体广泛分布于斜坡区, 即扇体呈前展式叠置分布。

另外, 从二叠系至侏罗系扇体规模逐渐变小, 说明从二叠纪至侏罗纪构造活动逐渐减弱, 扇体沿断裂带在走向上发育规模也有明显差异, 反映断裂活动的分段性; 而扇体沿冲断方向的迁移特征表明了前陆冲断带断裂活动的复杂性, 控制了扇体的分布规律。即在断裂持续活动的地区, 扇体叠置程度高, 特别是各期扇体的根部无迁移现象; 在断裂推进活动的地区, 扇体呈前展式分布; 在断裂后退活动的地区, 扇体呈退覆式分布。

总的来看, 百口泉—乌尔禾—夏子街地区活动性最强, 延续时间最长, 形成的扇体规模较大, 车拐—克拉玛依地区活动性相对较弱。但从演化特征看, 车拐地区的冲断推覆构造作用呈增强趋势, 而红山嘴和克-夏地区的冲断推覆作用呈减弱趋势。

3 断裂和扇体对油气聚集的控制与油气分布规律

一般地说, 油气藏的形成受到多种成藏因素的控制, 只有在各种有利要素达到合理的配置时, 才能产生油气聚集, 从而形成油气藏。因此, “成藏要素、成藏作用的有机匹配”是油气藏形成的根本。只有对各种成藏要素在时间与空间环境的配置关系进行剖析, 才能达到深入了解油气成藏本质性规律和认识油气分布的目的。勘探实践证明, 在大多数情况下, 油气藏的形成往往由某些因素起主导作用, 如准噶尔盆地西北缘的油气聚集就主要受到断裂构造和各类扇体的控制, 其断裂和岩性体的有机组合部位成为油气富集的主要场所^[10]。总的来讲, 同生断裂控制了扇体的发育和分布, 成藏期断裂与扇体的配置关系决定了原生油气藏的形成与分布, 而成藏期后断裂与扇体的配置关系控制了次生油气藏的形成与分布。由于断裂活动(迁移)规律的不同, 导致不同时期、不同地区的扇体的分布特征也不同, 从而造成了不同构造带(部位)油气藏分布规律的差异。根据不同时期扇体的叠置和分布规律, 准噶尔盆地西北缘油气分布可分为以下3种情况。

(1) 断裂持续活动, 迁移不明显, 反映各期扇体叠置程度高。不同时期油气藏重叠分布, 如车拐地区, 侏罗纪—二叠纪扇体受同一条断裂(例如红-车断裂)的控制或断裂迁移距离不大, 扇体大多发育于断裂带及其附近, 这种特征决定了油气主要分布于断阶带。且不同层位(P、T、J)的油气藏重叠分布, 并以构造与岩性共同控制的复合油气藏为主。

(2) 断裂活动向物源方向迁移, 反映早期(二叠纪)断裂和扇体在主要发育于斜坡区; 晚期(三叠纪—侏罗纪)断裂和扇体广泛分布于断阶带。也就是说, 扇

体呈退覆式叠置分布。

如克拉玛依—白碱滩地区(图5)。断裂和扇体的这种发育特征决定了油气在断阶带主要分布于三叠系和侏罗系中。在斜坡区,二叠系的岩性和地层(不整合)油气藏具有更大的勘探潜力。

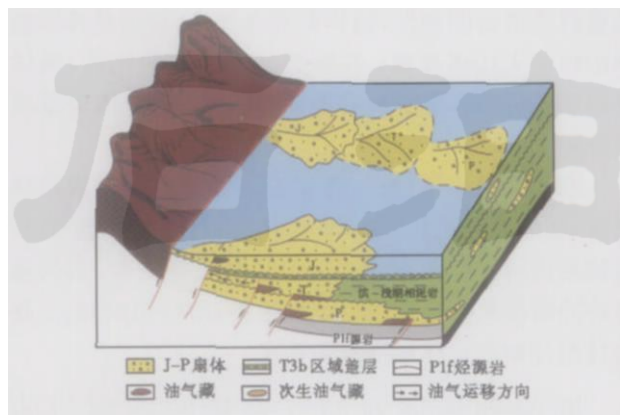


图5 准噶尔盆地西北缘克拉玛依—白碱滩地区退覆式分布油气藏成藏模式

Fig. 5 Model of oil-gas forming of Keramay-Baijiantan area in west-north margin of Junggar Basin

(3) 断裂活动向盆地内部方向迁移。反映早期(早二叠世佳木河期—中二叠世夏子街期)断裂和扇体在断阶带较发育。晚期(中晚二叠世乌尔禾期—中三叠世克拉玛依期)由于断裂的迁移或活动强度的加大,使得扇体广泛分布于斜坡区,即呈前展式叠置分布,如风城—夏子街地区。此种特征显示在斜坡区的岩性油气藏有较大勘探潜力。

致谢 本文得到中国石油勘探开发研究院赵文智教授、何登发博士,新疆油田分公司张义杰、况军、王绪龙教授和吴晓智、焉启胜、唐勇、刘德光、常秋生等高级工程师的指导和帮助,在此致以诚挚的谢意。

参 考 文 献

- [1] 谢宏,赵白,林隆栋,等.准噶尔盆地西北缘逆掩断裂区带的含油特点[J].新疆石油地质,1984,5(3):15-27.
- [2] 尤绮妹.准噶尔盆地西北缘推覆构造的研究[J].新疆石油地质,1983,4(1):23-30.
- [3] Arenas C, Millan H, Pardo G, et al. Ebro Basin continental sedimentation associated with late compressional Pyrenean tectonic(north-eastern Iberia): controls on basin margin fans and fluvial systems[J]. Basin Research, 2001, 13(1): 65-89.
- [4] Li Youli, Yang Jingchun. Tectonic geomorphology in the Hexi Corridor, north-west China[J]. Basin Research, 1998, 10(3): 345-352.
- [5] Hardy S. Minimum work, fault activity and the growth of critical wedges in fold and thrust belts[J]. Basin Research, 1998, 10(3): 365-373.
- [6] Sinclair H D, Juranov S G, Byrne P, et al. The balkan thrust wedge and foreland basin of eastern bulgaria: structural and stratigraphic development[C]. AAPG Memoir 68, 1997: 94-114.
- [7] 李勇,曾允浮.龙门山逆冲推覆作用的地层标识[J].成都理工学院学报,1995,22(2):1-9.
- [8] Leckie D A. Regional setting evolution and depositional cycles of the western canada foreland basin[C]. AAPG Memoir 55, 1992: 9-45.
- [9] Allen P A. Foreland basins[J]. Basin Research, 1986, 9(1): 53-63.
- [10] 何登发,陈新发,张义杰,等.准噶尔盆地油气富集规律[J].石油学报,2004,25(3):1-10.

(收稿日期 2004-01-06 改回日期 2004-06-28 编辑 张 怡)

(上接第7页)

参 考 文 献

- [1] 赵文智,何登发,李小地,等.石油地质综合研究导论[M].北京:石油工业出版社,1999:492-497.
- [2] 赵文智,张光亚,何海清,等.中国海相石油地质与叠合含油气盆地[M].北京:地质出版社,2002:7-21.
- [3] 赵文智,张光亚,王红军,等.中国叠合含油气盆地石油地质基本特征与研究方法[J].石油勘探与开发,2003,30(2):1-8.
- [4] 戴金星.加强天然气地质研究,勘探更多大气田[J].天然气地球科学,2003,14(1):1-14.
- [5] 胡朝元.生油区控制油气田分布——中国东部陆相盆地进行区域勘探的有效理论(源控论)[J].石油学报,1982,3(2):9-13.
- [6] 谯汉生,方朝亮,牛嘉玉,等.中国东部深层石油地质[M].北京:石油工业出版社,2002:302-304.
- [7] 赵文智,池英柳.渤海湾盆地含油气层系区域分布规律与主控因素[J].石油学报,2000,21(1):10-16.
- [8] 赵文智.中国含油气系统基本特征与评价方法[M].北京:科学出版社,2003:69-104.
- [9] 赵文智,何登发,池英柳,等.中国复合含油气系统的基本特征与勘探技术[J].石油学报,2001,22(1):6-13.

- [10] 胡见义,黄第藩,徐树宝,等.中国陆相石油地质理论基础[M].北京:石油工业出版社,1991:231-235.
- [11] 胡见义,赵文智.中国含油气系统的应用与进展[M].北京:石油工业出版社,1997:99-132.
- [12] 赵文智,何登发,瞿辉,等.复合含油气系统中油气运移流向研究的意义[J].石油学报,2001,22(4):7-12.
- [13] 张光亚.塔里木古生代克拉通盆地形成演化与油气[M].北京:地质出版社,2000:103-109.
- [14] 张光亚,宋建国.塔里木克拉通盆地改造对油气聚集和保存的控制[J].地质论评,1998,44(5):511-521.
- [15] McTavish R A. Pressure retardation of vitrinite diagenesis, offshore north-west Europe[J]. Nature, 1978, 271(5646): 648-650.
- [16] 赵文智,何登发,范士芝.含油气系统术语/研究流程与核心内容之我见[J].石油勘探与开发,2002,29(2):1-7.
- [17] 戴金星,夏新宇,洪峰.天然气地质学研究促进了中国天然气储量的大幅度增长[J].新疆石油地质,2002,23(5):357-365.
- [18] 戴金星,卫延召,赵靖舟.晚期成藏对大气田形成的重大作用[J].中国地质,2003,30(1):10-17.

(收稿日期 2004-08-12 编辑 张 怡)