doi:10.3799/dqkx.2013.057

塔里木盆地巴楚隆起西段边界断层联接及变形特征

张宇航^{1,2},汤良杰^{1,2},邱海峻³,云 露⁴,杨 勇^{1,2},谢大庆⁴,蒋华山⁴

1. 中国地质大学油气资源与探测国家重点实验室,北京 102249

2. 中国石油大学盆地与油藏研究中心,北京 102249

3. 国土资源部油气资源战略研究中心,北京 100034

4. 中国石化西北油田分公司,新疆乌鲁木齐 830011

摘要:在前人研究的基础上,利用最新的地震和钻井资料,分析了巴楚隆起西段与麦盖提斜坡过渡区色力布亚、康塔库木两条 边界断层的构造特征. 色力布亚和康塔库木断层均表现为基底卷入型逆冲断层,两条断层之间通过软联接的形式发生相互作 用. 色力布亚断层沿其走向往南东方向位移量逐渐减小并终止,康塔库木断层沿其走向往南东方向位移量逐渐增大. 构造转 换带传递了色力布亚断层和康塔库木断层的位移量,使巴楚隆起西段边界断层总位移量保持一致.该转换带属于同向倾斜型 构造转换带,现今处于转换带复杂阶段.转换带内发育次级断层和走向裂缝,有利于形成裂缝型油气藏,也是油气运移的有利 通道,是巴楚地区未来油气勘探的重要目标.

关键词:断层软联接;转换带;色力布亚断层;康塔库木断层;巴楚隆起;油气;构造地质. **文章编号:**1000-2383(2013)03-0573-08 中图分类号: P542.3 **收稿日期:** 2012-08-20

Linkages of the Boundary Faults and Deformation Features in the West of Bachu Uplift, Tarim Basin

ZHANG Yu-hang^{1,2}, TANG Liang-jie^{1,2}, QIU Hai-jun³, YUN Lu⁴, YANG Yong^{1,2}, XIE Da-qing⁴, JIANG Hua-shan⁴

1. State Key Laboratory of Petroleum Resource and Prospecting, China University of Petroleum, Beijing 102249, China

2. Basin and Reservoir Research Center, China University of Petroleum, Beijing 102249, China

3. Oil and Gas Resources Strategic Research Center, Ministry of Land and Resources, Beijing 100034, China

4. Northwest Oil field Company, SINOPEC, Urumqi 830011, China

Abstract: Based on the interpretation of the new drilling and seismic data, the structural characteristics of the Selibuya fault and Kangtakumu fault, which are the boundary faults between the western Bachu uplift and Maigaiti slope, are analyzed in this paper. The Selibuya and Kangtakumu faults are basement-involved thrust faults interacting by soft-linkage. Along the SE strike, the displacement of the Selibuya fault gradually decreases, while the displacement of the Kangtakumu fault increases. The transform zone between the two faults transferred their displacements, and kept the conservation of fault displacements in western part of the Bachu Uplift. The transform zone belongs to the synthetic overlapping zone which is in the evolution stage of complex. There are much secondary faults and fractures, which is good basis for the formation of fractured-type reservoirs and hydrocarbon migration. The transform zone is the favorable objective for petroleum exploration in the Bachu area,

Key words: faults soft linkage; transfer zone; Selibuya fault; Kangtakumu fault; Bachu uplift; petroleum; structural geology.

针对不同构造背景下断层间的联接关系已开展 了广泛的研究,在此基础上根据断层间的相互作用

划分了软联接和硬链接两种基本类型(张光亚, 1997: 孙思敏等,2003: Kim et al., 2004: Ravaglia

基金项目:国家自然科学基金项目(Nos. 41172125,40972090);全国油气资源战略选区调查与评价国家专项(No. 2009GYXQ02-05);国家重点 基础研究发展计划"973"项目(Nos. 2012CB214804, 2005CB422107, G1999043305);国家科技重大专项(No. 2011ZX05002-003-001); 教育部博士点基金项目(No. 200804250001);中石化西北油田分公司项目(No. KY2010-S-053).

作者简介:张宇航(1983-),男,博士研究生,主要从事构造地质学研究. E-mail:zyh_yx@126.com

et al., 2004; Soliva and Benedicto, 2004; Davis et al., 2005; Kim and Sanderson, 2005; Hus et al., 2006; Higgins et al., 2007; 余一欣等, 2009; Rotevatn and Fossen, 2011). 断层软联接作 用易在断层叠覆段内形成传递断层位移的转换带, 当两条性质相同且近于平行的断层发生叠覆,一条 断层位移量逐渐减少,同时另一条断层位移量逐渐 增大,断层在叠覆区发生位移传递形成转换带(张光 亚,1997; 管树巍等,2004; Soliva and Benedicto, 2004; Hus et al., 2006),位移转换是其变形量侧 向传递的主要方式.转换带是构造变形相对复杂的 区带,断层和裂缝发育,控制沉积物的分布,是重要 的油气聚集区(管树巍等,2004; Soliva and Benedicto,2004; 宁飞等,2009).

塔里木盆地是典型的叠合盆地,显生宙以来经 历过多期重要的构造变革,形成了极其复杂的盆地 结构,断层十分发育(宁飞等,2009;任建业等, 2011).目前在塔里木盆地通过对塔北地区轮台和沙 雅断层间的转换、库尔勒鼻凸雁列式断层间的转换, 秋立塔格褶皱带中段深部断层间的位移转换研究, 认为塔北地区发育规模不一、类型不同的构造转换 带,并建立了位移转换的概念模型(张光亚,1997; 管树巍等,2004).在中央隆起区根据相邻主干逆冲 断层在剖面上的组合关系,将构造转换带划分为相 向倾斜、背向倾斜和同向倾斜型 3 类(宁飞等, 2009).巴楚隆起内发育众多具有逆冲性质的断层, 但断层间的联接关系未得到充分重视.本文利用最 新的二维地震资料和构造编图成果,通过精细地震 分析对比与三维地质建模,对巴楚隆起西段边界逆 断层连接类型以及断层联接所形成的转换带特征进 行了分析.地质构造特征在不同尺度上具有相似性, 所以对于断层组合进行分析,有助于充分了解其形 成机制.

1 区域地质背景

巴楚隆起位于塔里木盆地中央隆起带西部,北 西靠柯坪隆起,以柯坪逆冲断层为界;北东与阿瓦提 坳陷相邻,以阿恰一吐木休克断层为界;南东与塔中 隆起相接,以巴东断层为界;南西与麦盖提斜坡相 连,以色力布亚一玛扎塔格断层带为界,现今是一个 两侧由逆冲断层和逆冲走滑断层所围限的大型背冲 式冲起构造(何文渊等,2000;佘晓宇等,2004;王宏 语等,2004;宁飞等,2009;任建业等,2011)(图 1). 巴楚隆起东西向长约 500 km,宽约 80~150 km,总 体呈北西西向展布,是西北向东南倾伏的大型鼻状 隆起.

巴楚隆起自古生代开始活动,经历了加里东、海 西、印支一燕山和喜马拉雅期构造旋回,定型于新近 纪,受构造运动和晚期改造影响,隆起内发育众多以





Fig. 1 Structural framework of the Bachu uplift

①色力布亚断层;②康塔库木断层;③海米罗斯断层;④玛扎塔格断层;⑤巴东断层;⑥吐木休克断层;⑦阿恰断层;⑧乔肖尔盖断层;⑨康西断 层;⑩巴什托断层 逆冲为主的逆断层和部分具有走滑性质的断层(何 文渊等,2000;佘晓宇等,2004;王宏语等,2004;宁飞 等,2009).巴楚隆起西段新生界发育较全,中生界整 体缺失,古生界缺失上二叠统和上奥陶统,反映隆起 西段经历过多期构造变革的强烈改造.巴楚隆起西 段断层走向以北北西为主,平面上表现出与柯坪东 西向逆冲断层走向近正交的关系,东段断层走向近 东西,断层走向变化反映巴楚隆起现今构造存在东 西差异,地层缩短量计算也证实了巴楚隆起的东西 变形差异(杨明慧等,2007).巴楚隆起西段边界断层 形成时期早于东段,可能在燕山期或晚海西期就已 形成(何文渊等,2000).

2 边界断层几何学特征

色力布亚断层和康塔库木断层位于巴楚隆起与





麦盖提斜坡间的分界处呈雁行式排列(图1),构成 了巴楚隆起西段的边界断层,具有逆冲性质(何文渊 等,2000;王宏语等,2004;杨明慧等,2007).

2.1 色力布亚断层

色力布亚断层长约 77 km,北端与柯坪隆起相接,南端消失于康塔库木断层西南侧,与康西断层相接,最晚断期为中新世末(孟庆龙等,2008).平面上断层向北变宽撒开,向南收敛变窄,呈向西南凸出的弧形展布,走向近 NW.

地震剖面揭示色力布亚断层(A-A',图 2)为基 底卷入型逆冲断层,断层较为陡立,断层倾向北东, 主断层上盘伴生反向次级背冲断层.断层向下切入 基底,向上断入新近系中新帕卡布拉克组(T₂¹反射 层).钻井揭示,新近系帕卡布拉克组在断层上盘仅 发育 55.0~92.5 m,下盘则厚达1085~1628 m,总 体上由斜坡向隆起上逐渐超覆沉积,厚度随之减薄, 说明色力布亚断层明显控制了该组沉积.阿图什组 在色力布亚断层上、下盘的沉积厚度基本相当,说明 该断层对其沉积影响不大,故断层并未断穿 T₂⁰反 射界 面.T₂⁰ 不整合面以下断层最大断距可达 3000 m,地层变形强,不整合面以上地层变形弱,为 区域西倾的单斜.

2.2 康塔库木断层

康塔库木断层延伸长度超过 75 km,北端消失 于乔肖尔盖断层中部南西侧,南段消失于海米罗斯 断层以西.平面上断层呈向西南凸出的弧形展布,与 色力布亚断层近于平行,走向由 NNW 向转为 NW向.

地震剖面揭示康塔库木断层(C-C',图 2)为基 底卷入逆冲断层,断层较为陡立,断层倾向北东,主 断层上盘伴生有反向背冲断层.断层向下断入基底 (T₉°底面断距近 2 000 m,T₅°底面断距近 1 000 m),向上断入新近系中新统帕卡布拉克组 (T₂¹反射层),未断入上新统阿图什组.地震剖面揭 示断层上盘缺失古近系和新近系中新统安居安组, 中新统帕卡布拉克组厚度在断层上盘较薄,下盘则 保存较厚.二叠系在断层上盘断层褶皱核部有明显 被剥蚀的痕迹,二叠系角度不整合于新近系帕卡布 拉克组不整合之下,说明康塔库木断层至少在在二 叠纪就有活动的迹象,且在中新世中、晚期与色力布 亚断层同期活动.

2.3 相邻断层关系

色力布亚断层南端发育一组沿古近系和寒武系 底面膏岩层滑脱的盖层滑脱型逆冲断层,位于康塔 库木断层以西(图1),称为康西断层(孟庆龙等, 2008),也称亚松迪断层(余一欣等,2009;中国石化 西北油田分公司,塔中一巴楚古生代构造演化、构造 样式及控油作用研究,2009).地震剖面(C-C,图2) 揭示康西断层由深、浅两组断层组成,表现出由麦盖 提斜坡向巴楚隆起冲断特征,断层上盘发育传播褶 皱.康西断层加里东期开始活动,断层的产状、形成 时代,以及伴生构造等与色力布亚、康塔库木断层完 全不同,且其规模相比巴楚隆起其他边界断层较小, 延伸长约34 km,因此将其归入麦盖提斜坡上的次 级断层.康西断层与色力布亚、康塔库木断层分属两 套不同断层系统(孟庆龙等,2008).

康塔库木断层北侧发育有走滑性质的乔肖尔盖 断层(图1),断层走向 NW,延伸长度约105.54 km. 地震剖面(图2)揭示乔肖尔盖断层向上断入新近系 帕拉布拉克组,向下断入基底,主断层陡立,断层两 盘断距小,在剖面 A-A'内具有典型的正花状构造. 在剖面 C-C'内分支断层不明显,主断层陡立,变形 强度由 NW 至 SE 逐渐减弱.根据断层断开层位,认 为乔肖尔盖断层活动时间为中新世晚期.虽然其活 动时间与色力布亚和康塔库木断层一致,但是断层 性质不同,与色力布亚、康塔库木断层分属不同的断 层系统.

本次研究只考虑具有相同变形特征和活动时间 的色力布亚和康塔库木两条边界断层,其两侧相邻 康西和乔肖尔盖断层与上述断层不具有可比性,故 不在研究范围之内.

3 断层联接特征

挤压构造环境下,当逆冲断层沿走向发生变化时,往往一条逆冲断层通过其他型式的构造传递或 者变换为另一条逆冲断层(Ravaglia et al., 2004). 位移转换是常见的变形量侧向传递方式(管树巍等, 2004;宁飞等,2009).受单条断层延伸长度限制,断 层位移量沿走向逐渐减少,为了保持断层位移量守 恒,易在断层上盘或下盘产生新的逆冲断层以保持 位移量的守恒.色力布亚一玛扎塔格断层带具有转 换挤压和聚敛平移的特征(杨明慧等,2007).

3.1 几何特征

根据最新地质解释成果,运用 Paradigm GO-CAD 三维建模软件,对研究区内中、下奥陶统顶不 整合面(T₇⁴),对深度数据进行空间网格插值,获得 巴楚隆起西段中、下奥陶统顶面三维地质模型(图 3),真实地反映了巴楚隆起西段色力布亚和康塔库 木断层的联接类型.

色力布亚、康塔库木断层均为基底卷入型逆冲 断层,断层走向 NW,倾向 NE,断层倾向及其组合 特征表明这两条断层为同向叠覆型,断层间并未直 接联接. 根据断层联接类型(Kim and Sanderson, 2005)分析,色力布亚和康塔库木断层通过断层软联 接相互作用. 两条断层间夹持一个 SE 倾的转换斜 坡,斜坡 NW 高,SE 低,由 NW 向 SE 逐渐收敛并趋 于平缓(图 3). 斜坡上倾方向坡度较陡,下倾方向坡 度较缓,中部发育3组次级断层,延伸长度约2km (图 4). 地震剖面揭示(图 4), 断层叠覆段内, 新近系 表现为复杂的变形过程,具体表现为新近系阿图什 组及第四系呈由色力布亚断层朝康塔库木断层方向 逐渐减薄趋势,新近系帕拉布拉克组表现为中间厚 两边薄,这与色力布亚和康塔库木断层在中新世末 期活动有关,新近系帕拉布拉克组以下变形具有相 似的变形特征,可能为同期变形,早古生界发育多组 陡立断层,这些断层主体由中下泥盆统直接断入基 底,寒武系基底发育逆断层,断层未断穿中下寒武 统,为基底先存构造.断层叠覆段内发育的这些次级 断层总体规模较小,可能是受到区域挤压应力作用, 断层横向扩展的结果,起到调节应变的作用.

3.2 位移传递

在挤压构造背景下,随着一条逆冲断层位移的 减小,同时另一条断层的位移量逐渐增大,两条逆冲 断层倾向、断距或断层性质发生变化形成的调节主 断层间位移传递作用的构造即是转换带(Davis et al., 2005).

色力布亚和康塔库木两条断层,空间上表现为 首尾互相叠覆,断层间通过断层软联接相互发生作 用.应用位移一距离分析法(Davis et al., 2005; Higgins et al., 2007)分析了叠覆区内色力布亚断 层和康塔库木断层垂直断距沿断层走向的变化(图 5).色力布亚断层断距沿走向逐渐减小,在测线 8 和 9 内断距终止为 0,与此同时,色力布亚断层上盘北 东侧的康塔库木断层在测线 5 和 6 间出现断距并沿 断层走向逐渐增大,在测线 12 位置断距达到最大 1 750 m,两条断层在测线 6、7、8 断层叠置段内完成了 断层间位移量的传递,断层间垂直断距呈明显的此 消彼长关系,两条断层沿走向断距位移总量基本保 持一致,断层叠覆区形成了构造转换带.

根据色力布亚和康塔库木两条断层的基本性 质,断层间的叠覆关系,认为该转换带为同向倾斜型 构造转换带(图 6).

巴楚隆起东部的边界断层阿恰一吐木休克和吐 木休克一巴东断层发育了相同类型的同向倾斜型构 造转换带(张光亚,1997; 宁飞等,2009).

3.3 变形特征

转换带的形成演化过程一般分为孤立断层、转换带形成、转换带复杂化、转换带破裂4个阶段(So-liva and Benedicto, 2004; Davis *et al.*, 2005; Hus *et al.*, 2006; 余一欣等, 2009).

断层的发育从孤立断层到相互影响是个复杂的 过程(Kim and Sanderson, 2005). 孤立断层阶段是



图 3 巴楚隆起西段中、下奥陶统顶面三维地质模型 Fig. 3 Three-dimensional geological model of Middle-Lower Ordovician surface, Bachu uplift



图 4 巴楚隆起西段边界构造(断层名同图 1) Fig. 4 The west boundary stucture of Bachu uplift





Fig. 5 Displacement-distance relationship of the transfer zone







两条断层未开始发生互相叠置,也未发生互相作用 (图 7a).在挤压应力作用下,断层位移累积,断层的 末端横向扩展.随着两条主断层的发育,两条断层之 间发生叠置,断层间发生位移传递,转换带形成(图 7b).伴随区域挤压应力的持续作用,断层间所夹持 的转换斜坡逐渐掀斜,转换带内形成次级断层,转换 带趋于复杂化(图 7c).根据地质模型、断层联接关 系和联接段构造简图,色力布亚和康塔库木断层之 间发生了位移的传递,转换带内发育与主断层走向 相同,但规模较小的次级断层,两条断层间并未发育 横向联接断层(Hus et al., 2006),转换带现今处于 转换带复杂化阶段,并未进入转换带破裂阶段.

巴楚隆起色力布亚断层新生代晚期基本没有新 构造运动发生(肖安成等,2005). 地震剖面和钻井资 料也反映新近纪上新世以来的色力布亚和康塔库木 断层上覆地层以稳定沉积为主,新近系阿图什组和 第四系由麦盖提斜坡向巴楚隆起超覆沉积,喜马拉 雅晚期构造运动对转换带产生的影响极小,地震剖 面内没有直接证据.

4 油气勘探前景

转换带与油气成藏关系密切(孙思敏等,2003; 余一欣等,2009;Rotevatn and Fossen,2011).巴楚 隆起具备良好的油气勘探前景,隆起西段边界断层 是喜马拉雅晚期油气聚集调整的分配区(佘晓宇等, 2004).亚松迪油(气)藏位于色力布亚断层上盘的亚 松迪构造带内,即位于与康塔库木断层所夹持的转 换带内.巴参1井和巴探2井位于亚松迪构造内,在 石炭系巴楚组和小海子组均获工业油气流,转换带 油气资源富集.

巴楚隆起西段,转换带联接色力布亚断层上盘 和康塔库木断层下盘.康塔库木断层下盘为构造低



图 7 巴楚隆起西段边界断层转换带形成演化(据 Davis *et al.*, 2005; Kim and Sanderson, 2005) Fig. 7 Evolution stages of transfer zones in the west of Bachu uplift boundary faults

点,早期进入研究区的分支水系易于在转换斜坡合 并流入斜坡下倾方向,转换斜坡也是被剥蚀碎屑物 质进入盆地的通道.巴楚隆起发育 8 期重要的不整 合面(肖安成等,2005),经历了长期的剥蚀期,转换 斜坡可以成为富砂质碎屑沉积发育的主要场所.

断层叠覆区是裂缝最为发育的区域(Kim et al., 2004),转换带主断层尖灭端和转换带内地 层渗透率高于其他区域(Rotevatn and Fossen, 2011).通过对巴楚地区的皮羌断层和西克尔断层的 定量分析,认为巴楚碳酸盐岩地区压扭性走滑断层 附近的构造裂缝发育,有利于裂缝型碳酸盐岩储层 的发育(张庆莲等,2010).

由于地质体的不均匀性和物性的差异,在色力 布亚和康塔库木断层横向扩展的同时,转换带内发 育与主断层走向相同、规模较小的次级断层,这与应 变在转换带内各断层间传递和再分配有密切关系. 转换带现今处于复杂化阶段,转换带内若干陡立的 次级断层和裂缝(图 4),有利于形成裂缝性油气藏 以及油气运移的重要通道.

5 结论

(1)色力布亚断层和康塔库木断层是两条近于 平行的基底卷入型逆冲断层,两条边界断层通过断 层软联接相互作用.断层叠覆区转换斜坡传递了主 干断层的位移,保持应变守恒,形成构造转换带.

(2)根据断层组合特征和相互作用,色力布亚断 层和康塔库木断层叠覆区发育同向倾斜型构造转换 带,转换带经历了孤立逆冲断层阶段、转换带形成阶 段,现今处于转换带复杂化阶段.

(3)巴楚隆起西段边界断层叠覆区内转换带具 备良好的油气富集条件,是勘探的有利区域.转换带 控制了沉积物充填、改善了储层,裂缝和断层有利于 油气运移和成藏.

References

- Davis, K., Burbank, D. W., Fisher, D., et al., 2005. Thrust-Fault Growth and Segment Linkage in the Active Ostler Fault Zone, New Zealand. *Journal of Structural Geology*, 27 (6): 1528-1546. doi:10.1016/j.jsg. 2005.04.011
- Guan, S. W., Wang, X., Yang, S. F., et al., 2004. Two Concept Models of Displacement Transfer and Examples. *Science in China* (Ser. D), 34(9): 807-817 (in Chinese).
- He, W. Y., Li, J. H., Qian, X. L., et al., 2000. The Meso-Cenozoic Evolution of Bachu Fault-Uplift in Tarim Basin, Acta Scientiarum Naturalium, 36(4): 539-546 (in Chinese with English abstract).
- Higgins, S., Davies, R. J., Clarke, B., 2007. Antithetic Fault Linkages in a Deep Water Fold and Thrust Belt. *Jour*nal of Structural Geology, 29(12): 1900-1914. doi: 10.1016/j.jsg. 2007. 09.004
- Hus, R., Batist, M. D., Klerkx, J., et al., 2006. Fault Linkage in Continental Rifts: Structure and Evolution of a Large Relay Ramp in Zavarotny; Lake Baikal (Russia). *Journal of Structural Geology*, 28(5): 1338-1351. doi:10.1016/j.jsg.2006.03.031
- Kim, Y. S., Peacock, D. C. P., Sanderson, D. J., 2004. Fault Damage Zones. Journal of Structural Geology, 26(1): 503-517. doi:10.1016/j.jsg. 2003.08.002
- Kim, Y. S., Sanderson, D. J., 2005. The Relationship between Displacement and Length of Faults: A Review. *Earth Science Reviews*, 68(3-4): 317-334. doi:10. 1016/j. earscirev. 2004. 06. 003
- Meng, Q. L., Li, Y. J., Shi, J., et al., 2008. Main Characters and Active Ages of the Serikbuya and Kangxi Faults in the Western Tarim Basin. *Chinese Journal of Geology*, 43(2): 282-293 (in Chinese with English abstract).

Ning, F., Tang, L. J., Zhu, C. L., et al., 2009. Types of

Structural Transfer Zone in Compressional Area and Its Significance of Petroleum Geology. *Geoscience*, 23(3): 394-400 (in Chinese with English abstract).

- Ravaglia, A., Turrini, C., Seno, S., 2004. Mechanical Stratigraphy as a Factor Controlling the Development of a Sandbox Transfer Zone: A Three-Dimensional Analysis. Journal of Structural Geology, 26 (12): 2269 – 2283. doi:10.1016/j.jsg. 2004.04.009
- Ren, J. Y., Zhang, J. X., Yang, H. Z., et al., 2011. Analysis of Fault Systems in the Central Uplift Tarim Basin. Acta Petrologica Sinica, 27(1): 219-230 (in Chinese with English abstract).
- Rotevatn, A., Fossen, H., 2011. Simulating the Effect of Subseismic Fault Tails and Process Zones in a Siliciclastic Reservoir Analogue: Implications for Aquifer Support and Trap Definition. *Marine and Petroleum Geology*, 28 (7): 1648 – 1662. doi: 10. 1016/j. marpetgeo. 2011. 07. 005
- She, X. Y., Shi, Z. J., Liu, G. B., et al., 2004. Migration Pathway of Hydrocarbon Dynamic Accumulation in Bachu-Markit Area, Xinjiang, China. Jouranal of Chendu University of Technology (Science & Technology Edition), 31(3): 291-296 (in Chinese with English abstract).
- Soliva, R., Benedicto, A., 2004. A Linkage Criterion for Segmented Normal Faults. *Journal of Structural Geology*, 26(12): 2251-2267. doi:10.1016/j.jsg. 2004.06.008
- Sun, S. M., Peng, S. M., Wang, X. W., et al., 2003. The Characteristic of Relay Ramps in Fault System of the Placanticline in Dongpu Sag and Their Relevance to Hydrocarbon Exploration. *Petroleum Exploration and Development*, 30(1): 22-24(in Chinese with English abstract).
- Wang, H. Y., Fan, T. L., Wei, F. J., et al., 2004. Developmental Characterististics of Cambrian Subsalt Structures in Central Bachu Area, Tarim Basin. Oil & Gas Geology, 25(5): 554-557 (in Chinese with English abstract).
- Xiao, A. C., Yang, S. F., Li, Y. J., et al., 2005. Mian Period for Creation of Fracture System in The Bachu Uplift, Tarim Basin. *Chinese Journal of Geology*, 40 (2): 291-302 (in Chinese with English abstract).
- Yang, M. H., Jin, Z. J., Lv, X. X., et al., 2007. Basement-Involved Transpressional Structure and the Formation of the Bachu Uplift, Tarim Basin, Northwestern China. *Acta Geologica Sinica*, 81(2): 158-165 (in Chinese with English abstract).
- Yu, Y. X., Zhou, X. H., Tang, L. J., et al., 2009. Linkage of

Normal and Transfer Zones in the Liaodongwan Depression, Offshore Bohai Bay Basin. *Geological Review*, 55(1): 79-83 (in Chinese with English abstract).

- Zhang, G. Y., 1997. Tectionic Transfer Style and Its Origin in Northern Tarim Basin. *Geoscience*, 11(4): 453-459 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, Q. L., Hou, G. Y., Pan, W. Q., et al., 2010. Development of Fractures in Carbonate Rocks under the Influence of Strike-Slip Faults in Bachu Area, Xinjiang, China, *Geological Bulletin of China*, 29(8): 1160-1167 (in Chinese with English abstract).

附中文参考文献

- 管树巍,汪新,杨树锋,等,2004.位移转换的两种概念模型与 实例.中国科学(D辑),34(9):807-817.
- 何文渊,李江海,钱祥麟,等,2000.塔里木盆地巴楚断隆中新 生代的构造演化.北京大学学报(自然科学版),36(4): 539-546.
- 孟庆龙,李曰俊,师骏,等,2008. 塔里木盆地西部色力布亚断 裂和康西断裂的主要特征及活动时代. 地质科学,43 (2):282-293.
- 宁飞,汤良杰,朱传玲,等,2009.挤压区局部构造转换带类型 及石油地质意义.现代地质,23(3):394-400.
- 任建业,张俊霞,阳怀忠,等,2011.塔里木盆地中央隆起带断 裂系统分析.岩石学报,27(1):219-230.
- 佘晓宇,施泽进,刘高波,等,2004.巴楚一麦盖提地区油气动 态成藏的运移通道.成都理工大学学报(自然科学版), 31(3):291-296.
- 孙思敏,彭仕宓,汪新文,等,2003. 东濮凹陷长垣断层系中转 换斜坡的特征与油气勘探. 石油勘探与开发,30(1): 22-24.
- 王宏语,樊太亮,魏福军,等,2004.塔里木盆地巴楚中部地区 寒武系盐下构造发育特征.石油与天然气地质,25(5); 554-557.
- 肖安成,杨树锋,李曰俊,等,2005. 塔里木盆地巴楚隆起断裂 系统主要形成时代的新认识. 地质科学,40(2): 291-302.
- 杨明慧,金之钧,吕修祥,等,2007.塔里木盆地基底卷入扭压 构造与巴楚隆起的形成.地质学报,81(2):158-165.
- 余一欣,周心怀,汤良杰,等,2009. 渤海海域辽东湾坳陷正断 层联接及其转换带特征. 地质评论,55(1):79-83.
- 张光亚,1997. 塔里木盆地北部构造转换形式及其成因. 现代 地质,11(4):453-459.
- 张庆莲,侯贵廷,潘文庆,等,2010. 新疆巴楚地区走滑断裂对 碳酸盐岩构造裂缝发育的控制. 地质通报,29(8): 1160-1167.