

文章编号: 0253-9985(2009)01-0026-07

准噶尔盆地西北缘斜向挤压构造与油气分布规律

杨庚, 王晓波, 李本亮, 石昕, 李选, 管树巍

(中国石油天然气股份有限公司 石油勘探开发研究院 实验与研究中心, 北京 100083)

摘要: 根据地面地质调查资料、卫星遥感影像地质解译成果、准噶尔盆地西北缘大地电磁测深剖面的最新解释以及地震剖面资料综合研究, 认为准噶尔盆地西北缘斜向挤压构造是由该区发育的达拉布特左行走滑断裂、西北缘逆冲推覆构造以及北西向右行横向走滑断裂组成。其中, 达拉布特边界断裂左行走滑作用是形成准噶尔盆地西北缘逆冲推覆构造和北西向右行横向走滑断裂的主要控制因素, 西北缘逆冲推覆构造与北西向右行横向走滑断裂的交合部位是准噶尔盆地西北缘地区油气的主要聚集区域。

关键词: 左行走滑作用; 横向走滑断层; 斜向挤压构造; 达拉布特边界断裂; 油气分布规律; 准噶尔盆地

中图分类号: TE121.1

文献标识码: A

Oblique compressional structures and hydrocarbon distribution patterns in the northwestern margin of the Junggar Basin

Yang Geng, Wang Xiaobo, Li Benliang, Shi Xin, Li Xuan, Guan Shuiwei

(PetroChina Exploration & Development Research Institute, Beijing 100083, China)

Abstract: Data gathered from field survey, geological interpretation of satellite remote sensing images, and the reinterpretation of crustal magnetotelluric measurement data and comprehensive analysis of seismic data of the northwestern margin of Junggar Basin, indicate that the oblique compressional structures in the study area is consisted of the Dalabute sinistral strike-slip fault, overthrust nappe in the northwestern margin, and NW-trending dextral transverse strike-slip faults. The sinistral strike-slipping of the Dalabute boundary fault controlled the development of the latter two structures, and the area between the two structures is considered to be the key zone for oil and gas accumulations in the northwestern margin of Junggar Basin.

Key words: sinistral strike-slip fault; transverse strike-slip fault; oblique compressional structure; Dalabute boundary fault; hydrocarbon distribution pattern; Junggar Basin

许多含油气逆冲构造带, 如伊朗和伊拉克地区扎格罗斯褶皱带, 阿巴拉契亚山脉和南美安第斯山脉的大部都为板块斜向汇聚或碰撞形成的斜向挤压构造带^[1]。斜向挤压导致走滑构造和逆冲构造相伴而生^[2~4]。在区域尺度上, 斜向挤压构造与特定的边界条件有关, 如剪切运动和早期发育的主断层之间的倾斜度有关, 或与板块边缘斜向汇聚相关^[5~6]。

新疆准噶尔盆地西北缘造山带, 主要由奥陶系、上泥盆统及石炭系火山碎屑岩系、晚古生代花

岗岩类和古生代蛇绿岩套组成。目前对西准噶尔造山带构造研究主要集中在以下3个方面: 1) 集中在蛇绿混杂岩等方面的研究, 提出了准噶尔地壳形成演化的不同观点^[7~10]。徐新^[11]等(2006)在西北缘地区原定为石炭系中发现存在有奥陶系蛇绿岩片体; 2) 集中在花岗岩类地球化学研究^[12~14], 提出西准噶尔古生代构造形成演化的新认识^[15]; 3) 由于在准噶尔盆地西北缘发现了克拉玛依大油田, 主要集中在山前逆冲构造带构造样式的研究^[16, 17], 以及西北缘冲断构造与冲积扇发

收稿日期: 2008-10-09。

第一作者简介: 杨庚, 男, (1965—), 高级工程师, 构造地质学。

育关系研究^[18],西北缘构造分段特征^[17]和西北缘构造北西向横断层^[19]。但这些研究缺少对准噶尔盆地西北缘发育大型走滑断裂与逆冲构造带和横向断层之间构造关系总体研究。

本文依据地面地质调查资料、卫星遥感影像地质解译成果、该区大地电磁测深剖面的最新解释以及地震剖面资料综合研究,主要探讨了准噶尔盆地西北缘达拉布特走滑断裂、横向走滑断层构造样式,依据前人对准噶尔盆地西北缘逆冲构造认识,首次提出西北缘边界左行走滑作用、逆冲构造和横向构造三者共同构成典型西北缘斜向挤压构造格局,该构造格局形成于准噶尔盆地西北缘的斜向挤压作用,进一步探讨了油气聚集与斜向挤压构造格局之间关系。

1 区域地质背景

Yakubchuk^[20] (2004) 进行古板块构造研究中发现,古生代末期古大陆拼贴过程中,准噶尔地块以斜向挤压方式拼合到阿尔泰造山带上,说明了准噶尔盆地西北缘造山带区域构造形成背景为斜向挤压构造。新疆区域地质填图^[21]指出准噶尔盆地西北缘地区发育的北东向走滑断裂为左行走滑断裂,如巴尔勒克走滑断裂、托里走滑断裂、达拉布特走滑断裂。这些走滑断裂由一条主断层和向北西逆冲、南东方向逆冲的逆冲断层组成的断层带,在剖面上组成花状构造(图1)。ETM 遥感影像图显示出准噶尔盆地西北缘地区存在非常明显4条北东向线性构造。这些线性构造从北面谢米斯台山向南西延伸到艾比湖,与北西走向的艾比湖右型走滑断层相交,并对应于4条断层,分别为达拉布特、托里、巴尔勒克断裂、哈图断裂。达拉布特断裂为明显的左行走滑断裂^[22],该断层东南侧为准噶尔盆地西北缘冲断构造带。该冲断带延伸300 km、宽20~30 km,为晚石炭世、二叠纪至中侏罗世长期发展起来的大型叠瓦冲断构造带^[17],上侏罗统、白垩系地层超覆不整合在逆冲推覆构造之上。

2 斜向挤压构造的边界走滑断裂及逆冲推覆构造

斜向挤压构造是由边界走滑断裂、次级走滑断层和边界走滑断裂控制的斜向逆冲推覆构造组

成。准噶尔盆地西北缘斜向挤压构造边界断裂为达拉布特走滑断裂,由3条断层组成。该断裂位于克拉玛依以西30 km,断裂沿北东50°~60°方向延伸,全长约310 km,为左行走滑断裂^[21]。卫星ETM 遥感图上明显显示该断裂为线性影像特征。该断裂地貌表现为线性山谷,或者为第四纪河谷,南高北低。由于该断裂的走滑作用,近东西走向的达拉布特河流在克拉玛依-额敏高速公路,在近断层处改变为北东流向。该断层在重力异常与磁力异常上均有明显的表现。重力异常梯度带即为断裂所在,断裂西侧局部高磁异常,沿断裂方向线性排列,断层东侧以负磁异常为主,异常较为平静。

达拉布特断裂南段东侧为唐巴勒蛇绿岩体发育带,北西走向和近东西向次级走滑断层呈雁行状排列,雁行排列的构造走向与主断层呈锐角相交,表明达拉布特断层为左行走滑性质。断裂中段西侧分布一系列北东走向的达拉布特晚泥盆一早石炭世蛇绿岩带,表明该断裂控制了蛇绿岩体展布。晚二叠世侵入的火山岩、火山碎屑岩和钾长花岗岩体分布在断裂的两侧;沿断层带发育第四纪沉积物,切割了上更新统一全新统沉积层,从野外也可观察到该断层左旋活动证据。

断裂的北段哈拉哈特山,北西侧为第四系沉积物,南东侧为由石炭-二叠系地层构成的低山区,再向南为夏子街-乌尔禾冲断带。2005年,新疆油田完成穿越哈拉哈特山地MT大地电磁剖面表明,电阻率变化陡值带即为达拉布特断裂位置,为一条倾向南、倾角大于80°的向北西方向逆冲的逆断层(图1a)。哈拉哈特山地地质填图表明达拉布特断层导致石炭-二叠系古生代地层向北西方向高角度逆冲到中、新生代地层之上^[21]。地震剖面构造解释(图1b)表明达拉布特断裂浅表为一高角度向北逆冲在中生代地层之上的逆冲断层,夏子街-乌尔禾冲断带在深部与达拉布特断裂相交。夏子街-乌尔禾冲断带的3条主断层(乌尔禾断层带、夏子街断层带和夏红断层)的上盘则分别发育斜向冲断层及断层相关褶皱(图1b)。达拉布特断裂北西侧下盘中、新生代地层比较平缓,基本上未受该断裂逆冲影响,上盘地层变形比较强烈,白垩系地层非常平缓地不整合在变形地层之上。从平面上观察,达拉布特断裂走滑特征更为明显,说明该断裂同时具有走滑和逆冲性质,总体上具有斜向挤压构造特征。

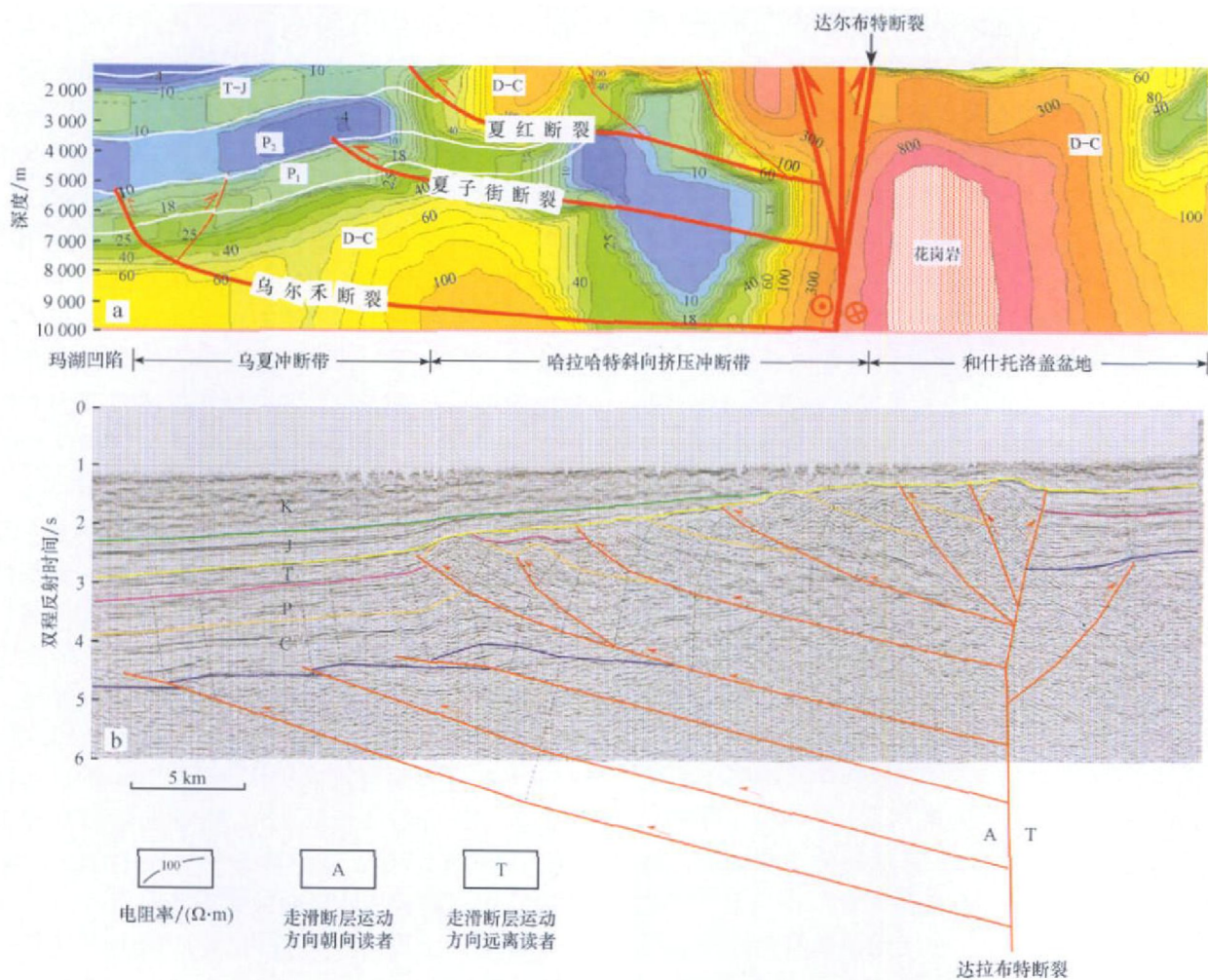


图1 西北缘斜向挤压构造地质剖面

Fig. 1 Geologic section of the oblique compressional structures in the northwestern margin of Junggar Basin

a. 达拉布特走滑断层北段 MT 大地电磁剖面构造解释; b. 达拉布特走滑断层北段及前缘地震剖面构造解释

(资料据新疆油田, 2005; 剖面位置见图3)

3 斜向挤压构造的横向走滑断层

何登发等(2004)^[17]提出红山嘴东侧断层与黄羊泉断层, 它们将西北缘冲断带由西南向东北分割为南北向的红-车断层带、北东向的克-百断层带与北东-东西向的乌-夏断层带3段, 横向断层并造成各逆冲推覆位移有明显差异。

在此基础上, 我们依据最新准西北缘 ETM 遥感卫星影像(分辨率达 14.5 m)进行解译, 重新对穿越北西向横断层的地震剖面进行构造解释, 提出准噶尔盆地西北缘冲断带中发育的北西向横断层有 8 条: 红山嘴断层、红山嘴北断层、车拐断层、克拉玛依断层、大侏罗沟断层、百口泉断层、黄羊泉断层等以及北段和布河克断层。这些横断层将

北东向构造带分割成统一的北西向断块。遥感影像解译成果图上可清楚看到北西 340° 方向线性影像构造, 而且这种线性构造延伸到盆地内, 反映了存在北西向的横断层。

卫星影像显示出的线性构造线和航磁异常显示的特征构造线为这些横向断裂存在重要证据。这些横向断裂在地震剖面上由多条断层组层, 这些断层一般从深部石炭系一直断至下白垩统, 表现为非常清楚的花状构造^[23, 24], 说明断裂的走滑性质。三维地震剖面构造解释结果(图 2a)表明, 红山嘴断裂的断层面倾角很大, 次级断层均为高角度逆冲断层, 上、下盘垂直落差不甚明显, 表现为正花状构造, 但红山嘴北断裂上、下盘基底面垂直落差较大, 断层北东侧表现为负花状构造, 说明沿断层面扭动走滑的构造特征。三维地震剖面构

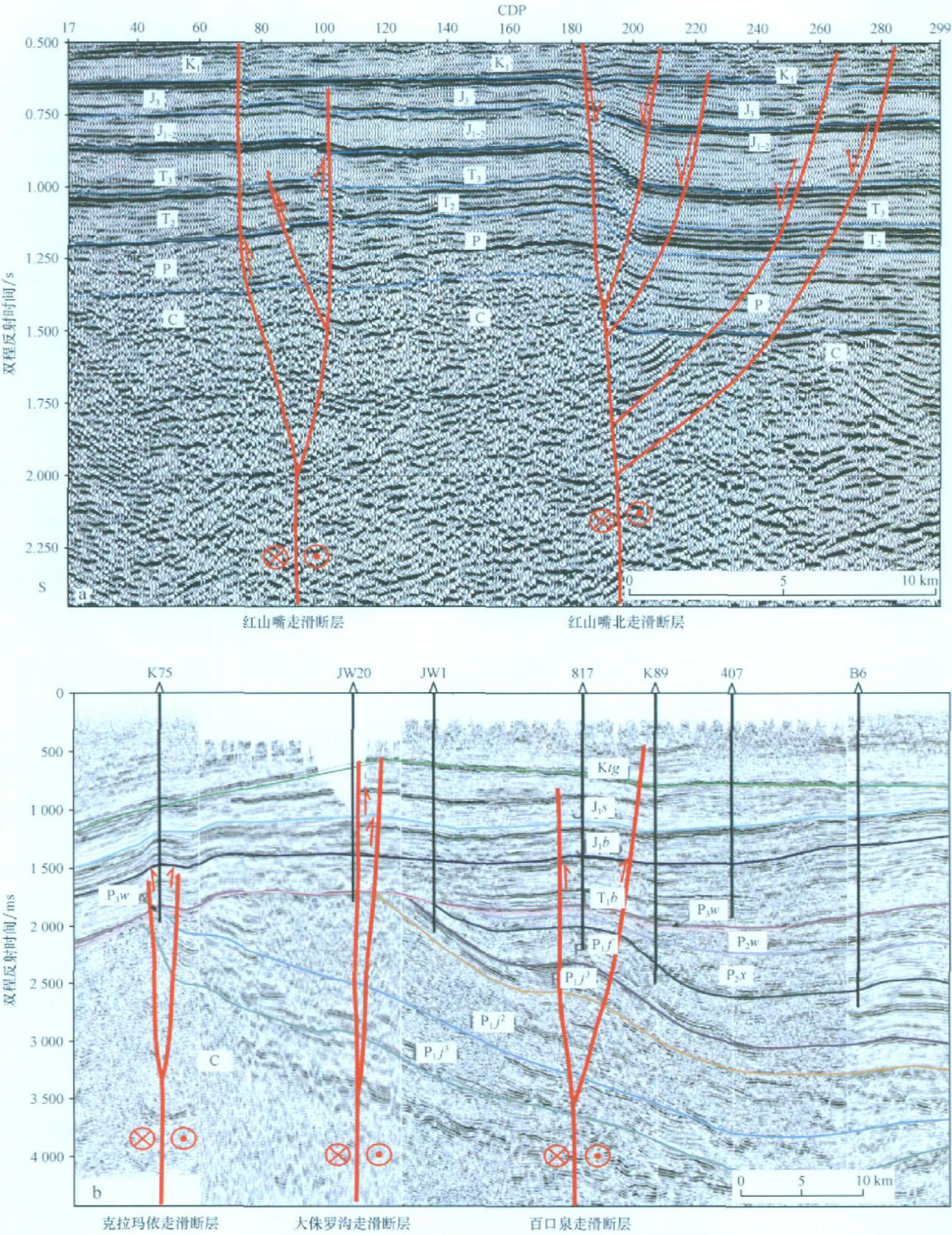
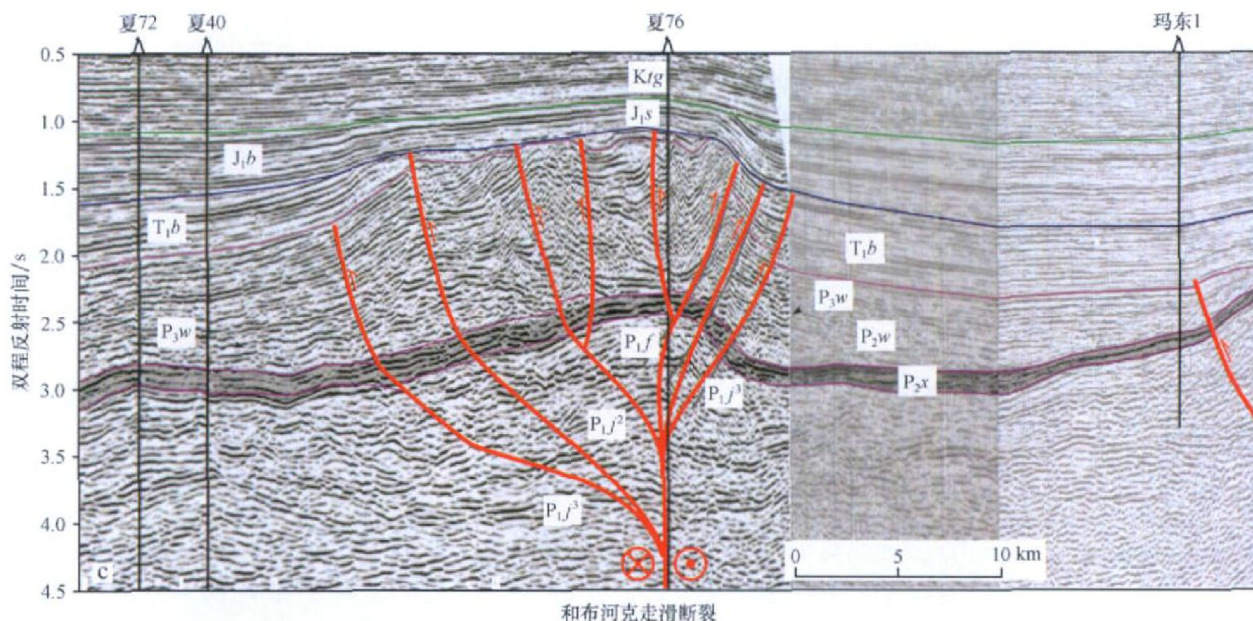


图 2 西北缘地区斜向挤压构造和横向走滑断层分布示意图及油气田分布预测

Fig. 2 Sketch map showing the distribution of the oblique compressional structures and the transverse strike-slip faults and the predicted oil/ gas fields in the northwestern margin of Junggar Basin

a 红山嘴地区三维地震剖面解释; b 五区—八区—百口泉三维地震和连井地质综合剖面; c 夏 72—夏 76—玛东 1 井连井地震构造解释剖面 (剖面位置见图 3)



续图2 西北缘地区斜向挤压构造和横向走滑断层分布示意图及油气田分布预测

Fig. 2 Sketch map showing the distribution of the oblique compressional structures and the transverse strike-slip faults and the predicted oil/gas fields in the northwestern margin of Junggar Basin

a 红山嘴地区三维地震剖面解释; b 五区一八区一百口泉三维地震和连井地质综合剖面; c 夏72—夏76—玛东1井连井地震构造解释剖面 (剖面位置见图3)

造解释和克85井—808井之间连井地质综合剖面说明车拐断裂和克拉玛依断裂均表现为正花状构造

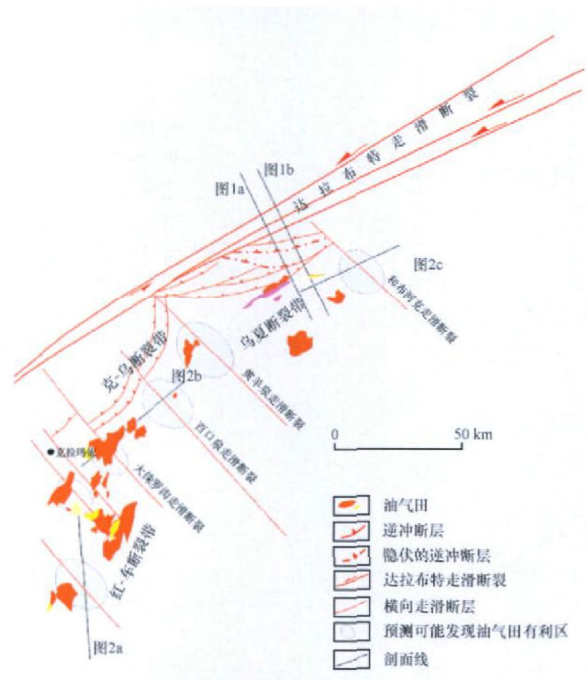


图3 横向走滑构造地震解释剖面 and 连井地质剖面

Fig. 3 Seismic section and well-tie geological section showing the transverse strike-slip faults in the northwestern margin of Junggar Basin

造特征, 具有剪切走滑性质。五区一八区一百口泉三维横向压缩地震和连井地质综合剖面(图2b)也同样指出克拉玛依断裂为走滑性质, 以及大侏罗沟断裂和百口泉断裂为走滑断裂性质。而且早在1966年新疆1:20万区域地质填图(克拉玛依幅)填绘出大侏罗沟走滑断裂。地表观察该断裂为明显地貌分界线, 断裂北侧为古生代地层, 南侧为中生代地层。NW向的大侏罗沟断裂分割了克—百断层带的克拉玛依断层与白—百断层, 断层延伸长度15 km, 白碱滩附近的连井地质剖面证实大侏罗沟断层具有向南逆冲性质的走滑断裂, 该断层控制着三叠系和侏罗系的沉积。

黄羊泉断裂位于扎伊尔山与哈拉阿拉特山之间白杨河流域, 对应于达尔布特断层自南西向北东的转折部位, 成为白—百断层与夏红北断层之间构造转换断层。地震剖面构造解释表明黄羊泉断裂从达拉布特断层向盆地内延伸影响范围逐渐变宽。该断层浅层由一系列正断层组成, 深层为一倾角直立的走滑断层, 总体上为一负花状构造。NW—SE走向哈拉阿拉特山向北东延伸被和布河克断层所限制(图2c), 该断层东侧哈拉阿拉特山转变为凹陷。大地电磁测深资料说明该断裂为基底断层, 地震剖面构造解释认为该断裂为走滑断

裂,表现正花状构造。

以上证据可充分说明 NW 向横向断层在本区普遍存在,不仅导致西北缘主体逆冲构造沿走向发生几何形态变化,而且导致基底隆起高度产生差异。我们认为横向断裂一般以走滑构造的形式出现,与达拉布特走滑断裂和逆冲主断层同时活动,并与逆冲主断层呈大角度或垂直相交。陶国亮等(2006)^[19]提出横向断层控制了侏罗系、白垩系地层的沉积。

前人研究提出^[16,25,26]西北缘造山带前缘逆掩断层带是由西南的红-车断层带、中部的克-乌断层带、东北部的乌-夏断层带组成,这 3 个断层带在平面上表现为一系列弧形断层构造,总体弧形方向向古老山系外凸,而每一个断层带则各自向盆地方向外凸,从而形成 3 个舌形推覆体。推覆距离自乌-夏断层带向克-百断层带、红-车断层带逐渐减小,在乌-夏断层带最大可达 16 km。这些构造特征及样式表明西北缘存在大的横向构造或构造分段^[17,19]。在斜向挤压构造背景下发育一系列与冲断带相垂直的横向走滑构造。北西向断裂在西准噶尔地区的地球物理场、构造地貌、ETM 遥感卫星影像等方面都有清楚的表现(图 3)。

区域上,该构造变形与中亚地区大型断层的右行走滑有密切关系,可能持续到白垩纪末期^[20,27]。地震剖面构造解释非常清楚地显示出达拉布特走滑断层和其南缘发育的斜向挤压推覆构造,表现为一侧较发育的正花状构造特征,这两者共同组成斜向挤压构造^[28-30]。准噶尔西北缘斜向挤压构造由边界走滑断层、斜向挤压推覆构造和北西向走滑断层组成。

4 油气勘探认识

准噶尔盆地西北缘油气勘探始于 20 世纪 50 年代,发现了克拉玛依大油田,现已成为新疆油气勘探新热点。西北缘在漫长的构造沉积演化中形成了多套、多期断裂体系和多个区域不整合,这些断裂和不整合或二者结合成为油气运、聚、散的输导体系,对油气聚集分布控制作用十分明显,成为油气运移的优势通道^[31,32]。克-夏断裂带和红-车断裂上盘的油气聚集尤其是断裂下盘从石炭-白垩系和断裂上盘三叠系和侏罗系中聚集的油气

皆为通过断裂经垂向运移的结果^[33,34],裂缝是油气藏高产的主要控制因素。

西北缘斜向挤压构造格局形成是由于达拉布特边界左行走滑断裂作用,在达拉布特断裂南盘发育西北缘逆冲推覆构造和与走滑断裂垂直的北西向次级走滑断裂构造。北西向次级走滑断裂(即横向走滑断裂)是控制逆冲构造油气分布主要因素之一,横向走滑断裂、扇体和构造共同控制其分布规律(图 2)。何登发等^[17](2004)认为控制着整个西北缘冲断带的构造格局为 3 条主要横向断层,成为主要岩性层的尖灭线或陡变带,已探明或预测的油气田的界线、纵断层在走向上的转折点。根据西北缘油气分布规律研究,该地区仍存在未发现的大油气藏。我们认为大油气有利区域应该存在在以下地区:掩伏带下的石炭-二叠系火山岩储层和横向走滑断裂控制区。而且已发现古生界和中生界油气田大部分位于北东向逆冲推覆构造与北西向走滑断裂相叠合部位(即横向走滑构造和掩伏带相交之处),而且走滑构造又是裂缝形成发育最主要的控制因素之一。所以我们认为西北缘斜向挤压构造油气勘探应集中在北西向横向走滑断层与北东向逆冲断层相叠加部位。

参 考 文 献

- 1 Clegg P, Holdsworth R E. Complex deformation as a result of strain partitioning in transpression zones: an example from the Leinster terrane, SE Ireland[J]. Journal of the Geological Society, 2005, 162(1): 187-202
- 2 Harland W B. Tectonic transpression in Caledonian Spitzbergen[J]. Geological Magazine, 1971, 108(1): 27-42
- 3 Sanderson D J, Marchini R D. Transpression[J]. Journal of Structural Geology, 1984, 6(1): 449-458
- 4 Dewey J F, Holdsworth R E, Strachan R A. Transpression and transtension zones[A]. In: Holdsworth R E, Strachan R A, Dewey J F, eds. Continental Transpressional and Transtensional Tectonics[C]. London Geological Society Special Publication, 1984, 135: 1-13
- 5 Tikoff B, Teyssier C. Strain modelling of displacement-field partitioning in transpressional orogens[J]. Journal of Structural Geology, 1994, 16(11): 1575-1588
- 6 肖安成,杨树锋,程晓敢,等.柴达木盆地北缘的右行走滑冲断系统及其动力学[J].石油与天然气地质,2005,27(4):482-494
- 7 李继亮.准噶尔残留弧后盆地与天山造山带的大地构造关系[J].沉积学报,1989,(增刊):53-62

- 8 张弛, 黄萱. 新疆西准噶尔蛇绿岩形成时代和环境的探讨[J]. 地质论评, 1992, 38(6): 509~ 523
- 9 朱宝清. 西准噶尔西南地区古海洋地壳与板块构造[J]. 中国地质科学院院报, 1984, 10: 137~ 150
- 10 Wang Zhihong, Sun Shun, Li Jiliang, et al. Paleozoic tectonic evolution of the northern Xingjian, China: geochemical and geochronological constraints from the ophiolite[J]. Tectonics, 2003, 22(2): 1 014
- 11 徐新, 何国琦, 李华芹, 等. 克拉玛依蛇绿混杂岩带的基本特征和锆石 SHRIMP 年龄信息[J]. 中国地质, 2006, 33(3): 470~ 475
- 12 Chen B, Arakawa Y. Elemental and Nd-Sr isotopic geochemistry of granitoids from the West Junggar foldbelt (NW China), with implications for Phanerozoic continental growth[J]. Geochimica et Cosmochimica Acta, 2005, 69(5): 1 307~ 1 320
- 13 Chen B, Jahn B M. Genesis of post-collisional granitoids and basement nature of the Junggar Terrane, NW China: Nd-Sr isotope and trace element evidence[J]. Journal Asian Earth Sci, 2004, 23(5): 691~ 703
- 14 韩宝福, 季建清, 宋彪, 等. 新疆准噶尔晚古生代陆壳垂向生长(I)后碰撞深成岩浆活动的时限[J]. 岩石学报, 2006, 22(5): 1 077~ 1 086
- 15 Buslov M M, Watanabe T, Fujiwara Y, et al. Late paleozoic faults of the Altai region, Central Asia: tectonic pattern and model of formation[J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2004, 23(5): 655~ 671
- 16 谢宏, 赵白, 林隆栋, 等. 准噶尔盆地西北缘逆掩断层区带的含油特点[J]. 新疆石油地质, 1984, 5(3): 1~ 15
- 17 何登发, 尹成, 杜社宽, 等. 前陆冲断带构造分段特征——以准噶尔盆地西北缘断层构造带为例[J]. 地学前缘, 2004, 11(3): 91~ 101
- 18 雷振宇, 鲁兵, 蔚远江, 等. 准噶尔盆地西北缘构造演化与扇体形成和分布[J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(1): 86~ 91
- 19 陶国亮, 胡文瑄, 张义杰, 等. 准噶尔盆地西北缘北西向横断层与油气成藏[J]. 石油学报, 2006, 27(4): 23~ 28
- 20 Yakubchuk A. Architecture and mineral deposit settings of the Altaid orogenic collage: a revised model[J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2004, 23(5): 761~ 779
- 21 新疆维吾尔自治区地质矿产局. 新疆维吾尔自治区地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1993
- 22 Allen M B, Vincent S J. Fault reactivation in the Junggar region, northwest China: the role of basement structures during Mesozoic-Cenozoic compression[J]. Journal of the Geological Society, 1997, 154(1): 151~ 155
- 23 Wilcox R E, Harding T P, Seely D R. Basic wrench tectonics[J]. Association of Petroleum Geologists Bulletin, 1973, 57(1), 74~ 96
- 24 Harding T P. Seismic characteristics and identification of negative flower structures, positive flower structures and positive structural inversion[J]. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 1985, 69(4): 582~ 600
- 25 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): 19~ 22
- 26 张国俊, 杨文孝. 克拉玛依大断层带构造特征及找油领域[J]. 新疆石油地质, 1983, 4(1): 23~ 28
- 27 Sengor A M C, Natalin B A, Burtman V S. Evolution of the Altaid tectonic collage and Paleozoic crust growth in Eurasia[J]. Nature, 1993, 364(6435): 299~ 307
- 28 Teyssier C, Tikoff B. Strike-slip partitioned transpression of the San Andreas fault system: a lithospheric-scale approach[A]. In: Holdsworth R E, Strachan R A, Dewey J F, eds. Continental Transpressional and Transtensional Tectonics[C]. London: Geological Society of London Special Publication, 1998. 143~ 158
- 29 Woodcock N H, Schubert C. Continental strike-slip tectonics[A]. In: Hancock P L, ed. Continental Deformation[C]. Oxford: Pergamon Press, 1994. 251~ 263
- 30 Krantz R W. The transpressional strain model applied to strike-slip, oblique convergent and oblique divergent deformation[J]. Journal of Structural Geology, 1995, 17(8): 1 125~ 1 137
- 31 李嵘. 准噶尔盆地西北缘二叠系储层特征及分类[J]. 石油与天然气地质, 2001, 22(1): 78~ 81, 87
- 32 王惠民, 吴华, 靳涛, 等. 准噶尔盆地西北缘油气富集规律[J]. 新疆地质, 2005, 23(3): 278~ 282
- 33 陈新, 卢华复, 浦世照, 等. 准噶尔盆地西北缘断裂体系分形特征与油气藏分布[J]. 石油与天然气地质, 2006, 27(4): 517~ 521
- 34 伍致中. 陆壳碰撞的一种模式与准噶尔盆地西北缘的油气勘探[J]. 石油与天然气地质, 1985, 6(2): 211~ 219

(编辑 高岩)