

塔拉斯-费尔干纳断裂带南端构造转换及其新生代区域构造响应

李江海¹⁾, 蔡振忠²⁾, 罗春树²⁾, 耿玉海¹⁾

1) 教育部造山带与地壳演化重点实验室, 北京大学地球与空间科学学院, 100871;

2) 塔里木油田勘探开发研究院, 新疆库尔勒, 841000

内容提要:塔拉斯费尔干纳断裂(TF)为中亚最大规模的断裂,其向南是否贯穿塔里木盆地西部研究较少,带来对其新生代运动性质的争论。研究表明,TF断裂在喀什凹陷以小规模的右旋走滑断裂逐渐消失,断层东盘以逆冲断层系的水平缩短变形,调节新生代右旋走滑位移,与巴楚隆起的阻挡作用相关。区域构造分析表明,随着帕米尔北缘逆冲断层系向北扩展,喀什凹陷中新生代沉积形成密集分布的线性褶皱和逆冲断层带。帕米尔高原向北仰冲触发TF不同区段在新生代差异性构造复活,发生大规模右旋位移及其南端构造转换(逆冲带隆升和前陆盆地发育)。新生代大断裂差异性复活及其构造调节,造成帕米尔构造节东西两侧不对称的构造样式。

关键词:新生代;右旋位移;前陆盆地;逆冲断层系;帕米尔;中亚

帕米尔及其邻区是亚洲腹地新生代最强烈构造变形地区(图1)(Burtman, 2000)。该区第四纪以来

持续发生构造活动,形成多条大规模活动断层和褶皱,本世纪还发生多次强震(冯先岳,1997;尹金辉

等,2001)。新生代以来北帕米尔向北位移量达280~300km,最新的GPS测量表明,西南天山相对于欧亚板块的缩短率为18~20mm/a,乌恰-喀什地区为10~20mm/a(Wang et al, 2000; 王晓强等,2002)。上述变形量如何被亚洲大陆内部吸收调节成为大陆动力学研究的前缘问题(Abdrakhmatov, 1996; Arrowsmith et al., 1999)。

塔拉斯费尔干纳断裂(TF)为中亚最大规模的断裂,由多条北西向次级断裂组成,累计长度约1000km。它起始于哈萨克斯坦境内,沿喀喇山脉向东南延伸,横切西天山晚古生代造山带诸构造单元(何国琦等,1995),造成尼古拉耶夫线、西南天

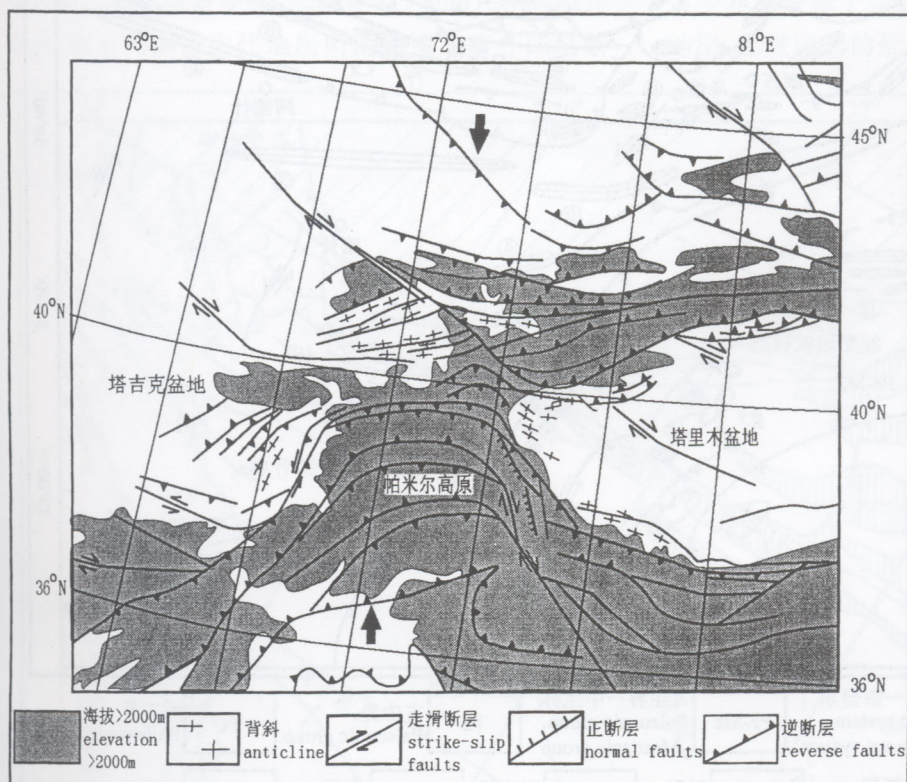


图1 中亚地区新生代构造简图(据 Thomas et al., 1996 改绘)

Fig.1 The Cenozoic tectonic framework of the central Asia(after Thomas et al., 1996)

注:本文为国家自然科学基金资助项目(编号40472097)资助的成果。

收稿日期:2006-02-11;改回日期:2006-10-26;责任编辑:郝梓国。

作者简介:李江海,男。通讯地址:100871,北京大学地球与空间科学学院;电话:010-62751153,62751155;Email:jhli@pku.edu.cn。

山缝合带等右旋位移,在乌恰进入我国境内。断裂总位移超过 250km(Burtman,1980),大规模右旋走滑活动发生于中生代,形成沿着断裂分布 $J_1 \sim J_2$ 的走滑断陷盆地。新生代以来受印度板块碰撞的影响,再次构造活动,新近纪以来发生右旋走滑斜冲活动,走滑位移约几十公里,现今走滑位移速率为 1.6cm/a (Burtman et al.,1996,2000; 罗金海等,2004),沿着断裂控制了区域内山脉、水系及地震活动。TF 南端延伸进入塔里木西部的喀什凹陷(图 1,2)(陈哲夫等,1999)。

由于 TF 地处中亚多国交界区以及复杂地理条件制约,相关研究主要限于不同地质单元地质的个案研究,TF 新生代向南延伸情况及其区域大地构造研究不够深入。尽管喀什凹陷上存在与之平行或斜列的若干右旋走滑断裂,但它们与 TF 的构造关系研究较少,带来对 TF 南延是否穿过塔里木西部

进入青藏高原的争论。

开展 TF 南端构造变形研究,具有以下方面的意义:① 探讨亚洲大陆腹地陆内强变形机制及其区域构造响应。② 从大尺度上分析帕米尔北缘构造格局及其东西两侧非对称构造样式的形成机理。③ 探讨对塔里木盆地西界构造性质,探讨特提斯北带含油气盆地群的构造演化及其对比。对 TF 南延情况的探讨,涉及喀什凹陷、柯坪断隆及其与 TF 构造关系的深入研究。本文在喀什—柯坪地区大量野外研究基础上,结合遥感构造解译,探讨 TF 南段新生代在塔里木南延情况,研究其右旋位移及其末端构造转换作用,从区域尺度上,探讨帕米尔北缘新生代构造变形模式。

1 区域构造单元划分及地质演化背景

在前人区域构造研究基础上(贾承造等,1997),

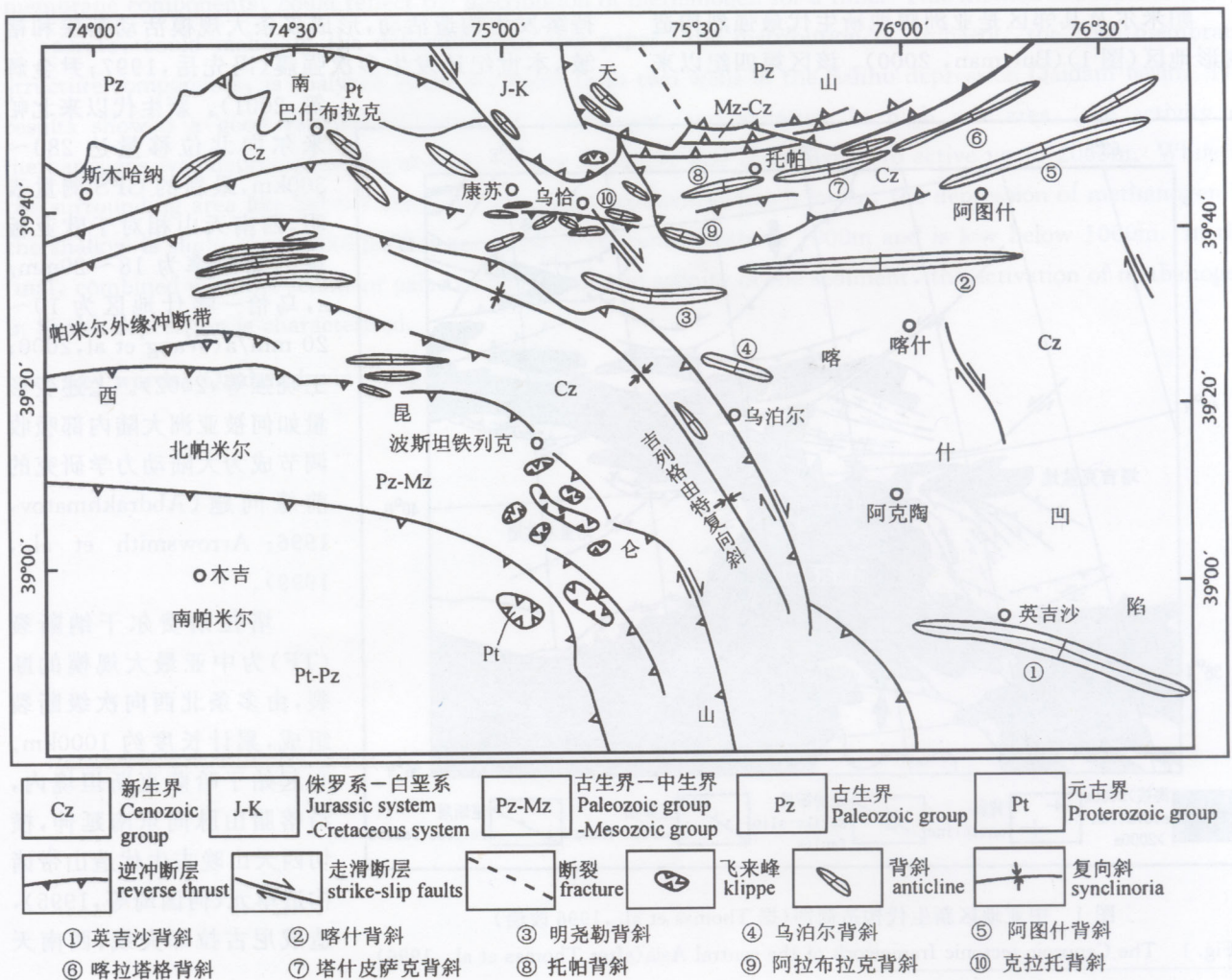


图 2 塔里木西北部及邻区新生代构造简图(据伍致中,1996;李溪滨,1995;孙宝生等,2003;资料以及野外观察编绘)
Fig. 2 The regional geological and tectonic map of the western part of the Tarim basin and adjacent area
(after Wu Zhizhong, 1996; Li Xibin, 1995; Sun Baosheng et al., 2003)

本文将 TF 南端及塔里木盆地西部相关构造单元划分为: 帕米尔北缘冲断褶皱系、西南天山南缘冲断系、喀什凹陷、柯坪断隆等。

1.1 帕米尔北缘冲断褶皱系

由一系列向南倾斜的推覆构造组成, 它们在东西两侧与走滑断裂或斜冲断层相连接, 平面上呈向北凸出的弧形构造(图 1; 曲国胜等, 1998; 尹金辉等, 2001; 沈军等, 2001)。从北帕米尔向喀什凹陷, 可以划分出 3 排逆冲推覆构造(分别由前寒武纪、古生界、新生界地层组成), 山前识别出多个前寒武纪基底推覆体和飞来峰(图 2; 孙宝生等, 2003)。帕米尔前缘自晚新生代以来不断向北逆冲推覆于喀什凹陷南缘, 造成凹陷第三系地层强烈冲断褶皱变形, 帕米尔前缘逆冲断层向东与木什背斜—乌泊尔断裂相接。

1.2 西南天山南缘冲断系

由一系列东西—北东向新生代逆冲断层组成(图 3), 它们在平面上呈弧形。西南天山山前逆断裂在喀什凹陷以北形成推覆构造和飞来峰, 造成中新世地层冲断褶皱变形(邵鸿良等, 1990)。在阿图什以北, 西南天山古生代地层向南逆掩于喀什凹陷新

生界地层上。前缘逆冲断层向西收敛于 TF 上, 向东(喀拉俊)以北西向走滑断层与柯坪断隆相接(陈杰等, 2001)。它们与柯坪断隆共同构成 TF 东盘向南运动的壮观的逆冲断层系(图 1, 2)。

1.3 柯坪断隆和巴楚隆起

柯坪断隆出现于塔里木盆地西北部的天山南缘, 由多排近东西或北东向推覆构造(奥陶系—二叠系和第三系)组成(图 4), 单个逆冲岩片长 30~50km, 呈向南突出的宽缓弧形分布, 向南逆掩于巴楚隆起和麦盖体斜坡上(伍致中, 1996; 何文渊等, 2002)。地震反射剖面表明(曲国胜等, 2003), 前缘冲断层向北倾斜, 为上陡下缓的铲式断层, 滑脱面位于中上寒武统—中下奥陶统底部。逆冲岩席呈单面山出现, 以背驮式向南逆冲推覆。柯坪断隆东界以喀拉玉尔滚右旋走滑断层与塔北隆起—库车凹陷分界。柯坪断隆整体向西隐伏, 地表出露宽度变窄, 向东抬升, 西端以鼻状构造向西倾伏, 滑脱面也向西变深。柯坪断隆出现于 TF 南段东盘位置。

巴楚隆起北西向展布, 主体隐伏于盆地内, 由古生界和较薄上新统组成, 缺失中生界与下第三系地层。巴楚隆起的形成始于中生代晚期, 现今形态主

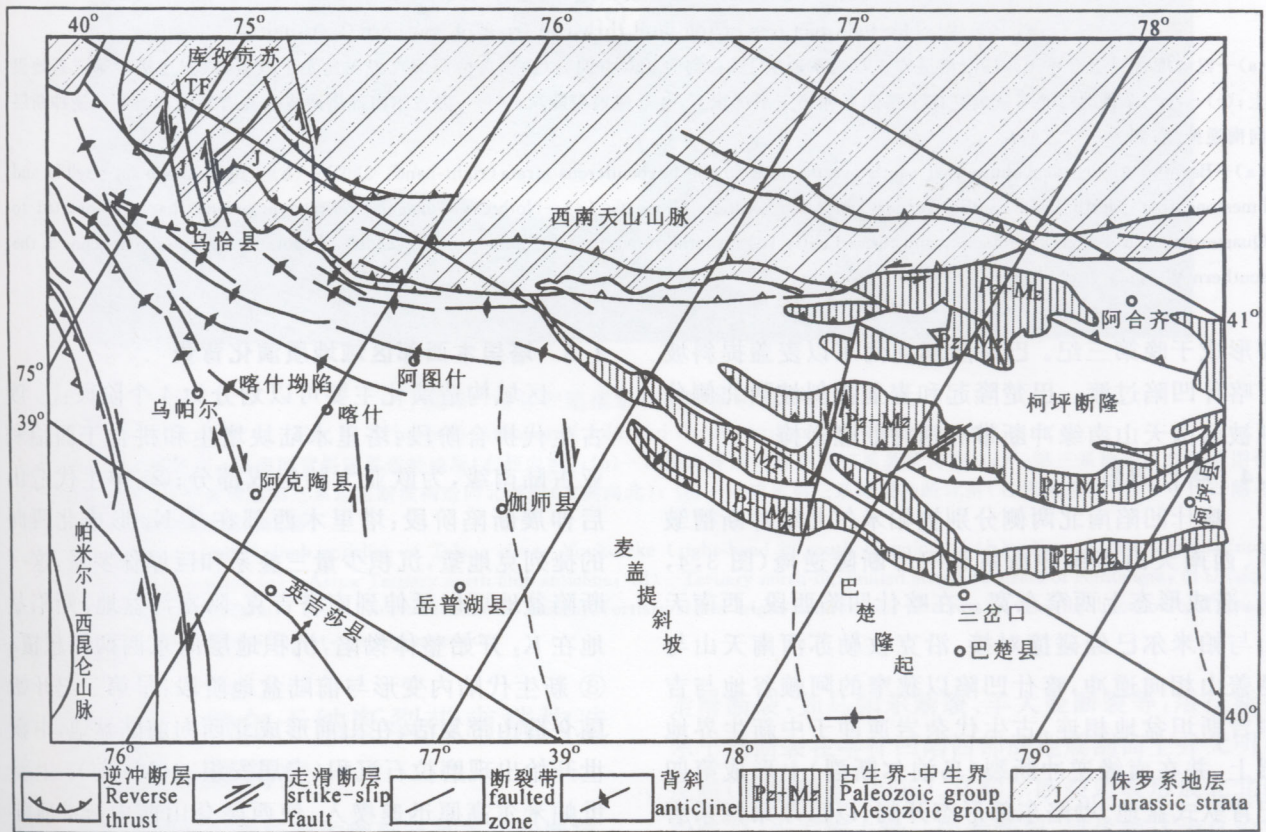


图 3 喀什凹陷—柯坪断隆构造纲要图

Fig. 3 The tectonic framework of Kashi depression and Keping uplift

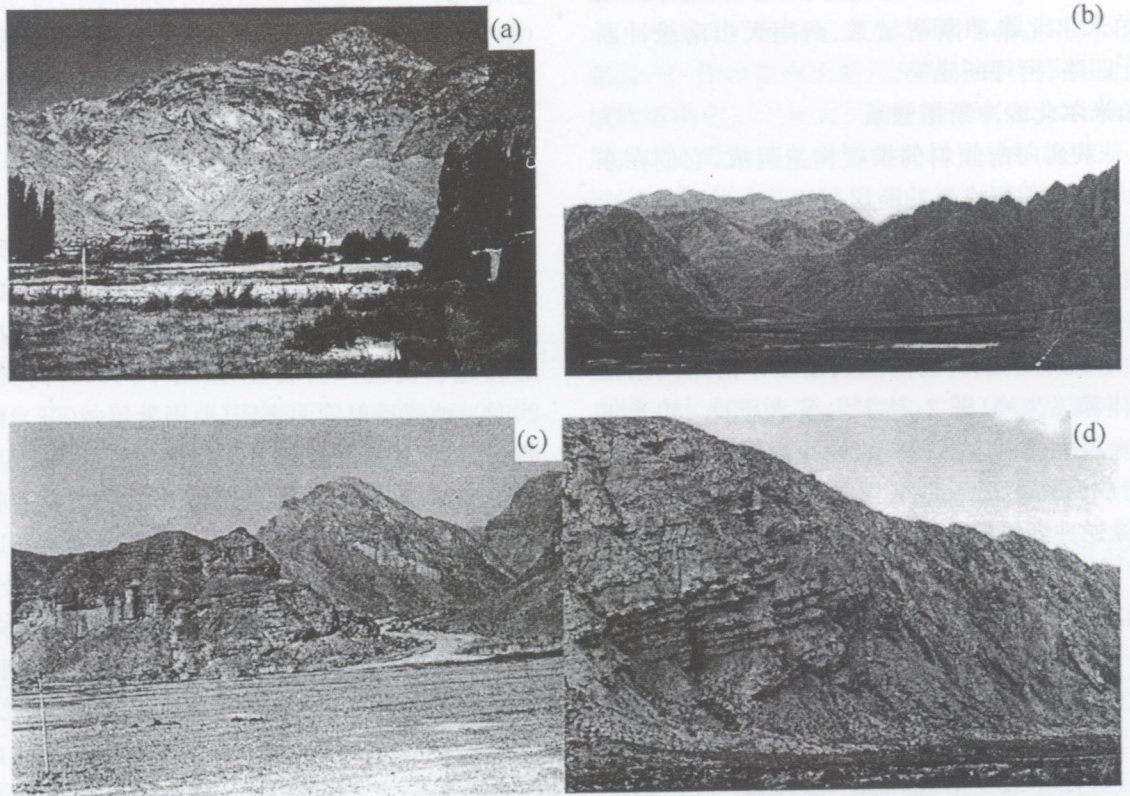


图4 西南天山前褶皱和逆冲断层野外照片

Fig. 4 The field pictures of fold and thrust in front of southern Tianshan

(a)—巴音库鲁提二叠系飞来峰向南逆掩于石炭系地层上(右侧向 330° 方向);(b)—乌恰西部吉根泥盆系千枚岩、灰岩逆掩于第三系地层上;(c)—吐尔尕特北二叠系灰岩逆掩于第四系和第三系沉积上,并形成地貌陡坎;(d)—温古尔南部塔萨皮萨克背斜南部叠瓦状逆冲断层向南逆掩(右侧为 330° 方向)

(a)—Bayinkuluti Permian klippe that south overthrust to the Carboniferous strata (right-hand: 330°); (b)—Jigen Devonian phyllite and limestone that overthrust to the Tertiary strata in western Ulugqat; (c)—Nothtern Turugart Permian limestone that overthrust to the Quarternary and Tertiary sediments, and formed cliff; (d)—southern overthrust imbricate thrust fault of southern Tasapisake anticline in the southern Wenguer (right-hand: 330°)

要形成于晚第三纪。巴楚隆起向南东以麦盖提斜坡与喀什凹陷过渡。巴楚隆起和麦盖提斜坡西北侧分别被西南天山南缘冲断带和柯坪断隆逆掩。

1.4 喀什凹陷

喀什凹陷南北两侧分别被帕米尔北缘冲断褶皱系、西南天山南缘冲断系和柯坪断隆逆掩(图3,4,5),造成形态上西窄东宽。在喀什凹陷西段,西南天山与帕米尔已经碰撞对接,沿克孜勒苏河南天山与昆盖山相向逆冲,喀什凹陷以狭窄的阿赖谷地与吉尔吉斯斯坦盆地相连,古生代杂岩逆冲于中生界地层上,并在南缘逆冲断裂(乌泊尔断裂)上形成第四纪背驮式盆地。坳陷东部形态开阔,以巨厚第四系磨拉石沉积为特点(约6000m厚)(严伦,1995),为弱应变构造区。

1.5 塔里木西部区域地质演化背景

区域构造演化主要可以划分为4个阶段:①晚古生代拼合阶段:塔里木陆块增生和拼合于西伯利亚古陆南缘,为欧亚大陆组成部分;②中生代造山后伸展断陷阶段:塔里木西部在T-K₁形成北西向的捷列克地堑,沉积少量三叠系和巨厚侏罗系,这一断陷盆地可以延伸到南塔吉克-阿富汗盆地。断陷盆地在K₂开始整体拗陷,沉积地层向东西两侧超覆;③新生代陆内变形与前陆盆地阶段:早第三纪开始昆仑造山带复活,在山前形成北西向前陆盆地,中新世开始出现磨拉石沉积(安居安组,40Ma前)。上新世帕米尔高原迅速楔入,使西昆仑山前中新世前陆盆地经历构造破坏。第四纪开始受到西南天山构造叠加,近东西向构造叠加于北西向构造上。

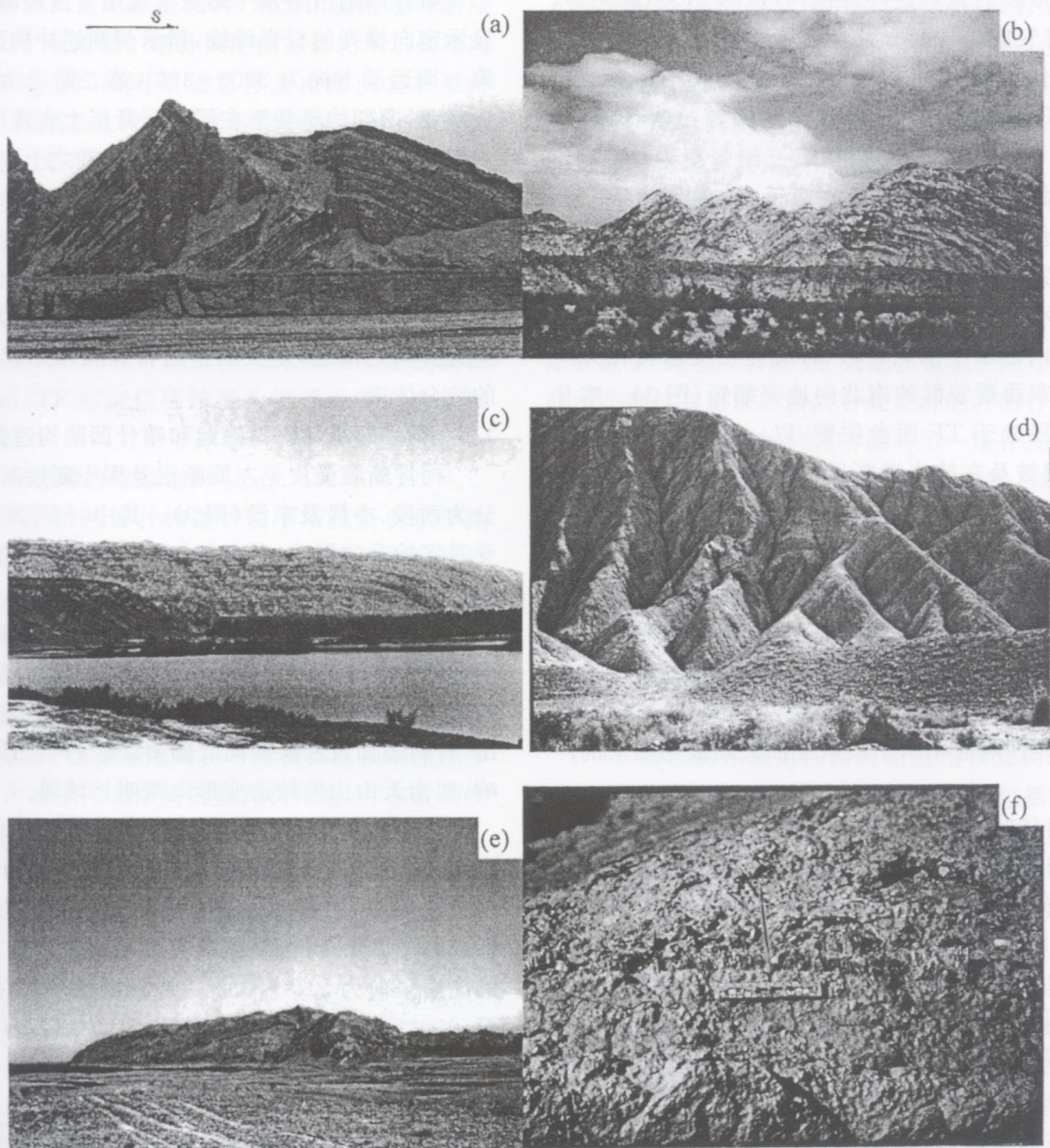


图 5 喀什凹陷褶皱和逆冲断层野外照片

Fig. 5 The field pictures of fold and thrust within Kashi depression

(a) — 尤库尔克阿图什—塔浪河背斜南翼逆冲地层(右侧向南); (b) — 乌恰南肖尔布拉克第三系鼻状构造; (c) — 第三系地层组成的阿图什背斜北翼; (d) — 乌恰南唐塔第三系地层断坡构造向北倾斜(右侧向北); (e) — 乌泊尔第三系地层冲断背斜(右侧向东); (f) — 喀什凹陷乌恰南部第三系膏盐层的倾向线理

(a) — Thrust strata of south limb anticline of Talang river, Youkuerke (right-hand in south direction); (b) — Xiaerbulake Tertiary nose structure in south Ulugqat; (c) — Artux Tertiary north limb anticline; (d) — Tertiary north-dip faulted structure strata of Nantangta, in Ulugqat (right-hand in north direction); (e) — thrust anticline of Wuboer Tertiary strata (right-hand in east direction); (f) — dip lineation of Tertiary paste-salt strata in southern Ulugqat, Kashi Depression

2 塔拉斯—费尔干纳断裂带南端构造样式与变形期次

2.1 塔拉斯费尔干纳断裂的南延及其末端构造样式

尽管喀什凹陷西部发育多条北北西向的小规模

走滑断裂,如乌帕尔断裂、羊大曼断裂等,塔拉斯费尔干纳断裂在喀什凹陷西部的地震剖面上并无明显反映(周新源等,2005)。乌帕尔断裂地表形成北北西向隆起,为右旋走滑—斜冲断层。早先曾认为乌泊尔断裂代表 TF 的延伸部分或尾端次级断层,事实上,它向西北与卡兹克阿尔特逆冲断裂相连,构成帕米

尔前缘最新的弧形逆冲推覆构造(图 2,3)(陈杰等, 1997;肖安成等,2000;尹金辉等,2001)。羊大曼断裂位于喀什平原凹陷东斜坡上,右旋剪切形成雁行状构造,长度大于 50km,向北穿延伸穿过喀什凹陷,断裂在早第三纪压扭,在新第三纪张扭。上述喀什凹陷内北北西向构造并不对应于 TF 断裂南延。

喀什凹陷以克拉托背斜群为代表,对应于 TF 南端位置,从喀什凹陷内相关构造新生代未产生大幅度错动判断,TF 对喀什凹陷的构造影响已很弱,到凹陷内已基本消亡,TF 右旋剪切变形转化为一系列近东西褶皱群的南北向地壳缩短(图 3)。喀什凹陷西段处于 TF 西盘位置,以一系列向北逆冲的断层、褶皱及右旋走滑断层调节帕米尔向北的逆冲变形。TF 东盘向南运动造成其末端强烈水平缩短变形,而喀什凹陷主体处于东南部,以前陆盆地形式构造沉降接受沉积充填。从 TF 南端处于帕米尔向北强烈冲断位置判断,TF 新生代构造活动为帕米尔楔入后被动右旋剪切的产物,而非简单的大规模走滑变形。TF 是中生代断陷盆地构造边界东西两侧差异性响应帕米尔楔入亚洲大陆被动活动的产物。

2.2 喀什凹陷东西两侧构造样式的差异及南北变形极性

喀什凹陷更新世早中期经历强烈构造变形,新生界地层广泛发育东西向褶皱及逆冲断裂(图 5)(李溪滨,1995)。喀什拗陷平面构造样式及运动学显示东西分段特点。凹陷西部(乌恰—康苏以西)以中生界地层出现众多小规模北西向背斜为主,呈向北凸出弧形,地表发生大幅度隆起,褶皱核部冲断作用明显,断面向南倾斜,明显受帕米尔前缘推覆构造控制,代表帕米尔前缘持续的构造变形。喀什以东新生界厚度较大,以大规模东西-北北东向线状褶皱为特征(严伦,1995),例如,喀什背斜、明遥勒背斜,核部地层变形强烈,产状直立,主要断面向南倾斜,冲断作用具有隐伏特点(图 5)(陈杰等,2001)。地震剖面分析表明,明遥勒、喀什、目什、英吉莎等背斜的形成,与帕米尔前缘逆冲断层向北扩展变形相关,沿老第三系膏盐层上滑脱拆离变形控制褶皱的形成和发展。另外,以阿图什东西一线为界,喀什凹陷可以划分为南北两个不同构造带的改造,阿图什背斜带的形成受西南天山由北向南的挤压作用控制,西南天山南缘冲断褶皱层带向北倾斜,由北向南逆掩;帕米尔山前叠瓦状冲断带向南倾斜,向北逆掩,它们向西汇聚增强,并发生构造变形叠加。

喀什凹陷白垩系—第三系地层膏盐层滑动面常显示定向排列的石膏纤维,指示两期逆冲构造变形,第一期运动方向为 $320^{\circ}\sim 330^{\circ}$,第二期运动方向为近南北,两期构造甚至在同一石膏层上表现出来,第二期逆冲变形叠加于第一期逆冲构造之上。越向喀什西部,两期变形叠加关系越明显,而向喀什凹陷东部,地表构造主要表现出第一期构造变形。这两期构造运动分别受帕米尔造山带和西南天山造山带推覆构造作用。喀什西部地震震源机制解得出的最大主应力方向近南北,是天山造山带和帕米尔楔入效应的综合体现。

2.3 柯坪断隆与巴楚隆起和喀什凹陷构造关系

柯坪断隆受皮羌左旋断层及因干断层断层截切分为西段、中段及东段(图 3)。其中,柯坪断隆东段受基底抬升的影响,形成复杂褶皱及走滑断层,这里不作讨论。

柯坪断隆西侧以北西向右旋走滑断层与喀什凹陷北缘冲断褶皱带相隔。在西克尔附近柯坪古生代构造岩片推覆于喀什凹陷第三系上,构造线向南凸出,背斜轴面及断层面面向北倾斜。受 TF 右旋位移影响,西南天山山前构造变形向西明显减弱。

柯坪断隆中段逆掩于巴楚隆起新生界地层上,出现以多排东西-北东东向叠瓦状构造(图 3),冲断岩片由寒武-二叠系组成(汤良杰,1992;伍致中,1996)。柯坪—阿恰剖面研究表明层间滑动面擦痕的优选倾向为 $310^{\circ}\sim 330^{\circ}$ 。地震勘探表明(曲国胜等,2003),柯坪叠瓦状逆冲带地表倾角较陡,向深部归并于寒武系底部的底板逆断层面上,因此,柯坪断隆为薄皮推覆构造。巴楚隆起向北西隐伏于柯坪断隆之下,它的阻挡作用造成柯坪断隆中段相对滞后,并形成多排逆冲推覆构造。

塔里木西南部古新世—始新世—中新世等厚线均被柯坪断隆逆掩(垂直截切),而上新世等厚线则平行现存柯坪断隆南界,表明柯坪断隆逆冲变形发生于中新世以后。区域上,巴楚隆起及麦盖提斜坡的宽度范围,大致对应于柯坪断隆及喀什凹陷北缘冲断带(图 3,6),并且构造带拆离深度远离巴楚隆起向西逐渐,证明巴楚古隆起的阻挡造成柯坪断隆逆冲构造带的形成。

3 TF 南端及喀什凹陷新生代变形分析及构造模式

3.1 深层次构造作用

地球物理研究表明(陈杰等,2001),TF 以东喀

什凹陷被天山造山带逆掩,西南天山山前逆冲断层向盆地内扩展传播。喀什凹陷南部被帕米尔高原向北逆掩,喀什凹陷内褶皱总体上由南向北扩展传播。喀什凹陷新生代构造变形在垂向上集中于中生代地层,浅部沉积盖层强烈变形缩短,并沿老第三系地层发生大规模水平位移核拆离,而下伏古生界地层变形较弱,形成宽阔背斜构造。为此,喀什凹陷浅层次强烈缩短变形,但深层地壳并未显著构造加厚。帕米尔前缘构造上主动楔入,直接影响到中深地壳层次;而 TF 和柯坪断隆为帕米尔楔入形成的次生构造系,TF 右旋位移动转换为柯坪断隆向南扩展薄皮构造。

3.2 巴楚隆起的阻挡作用

柯坪断隆-阿图什构造带位于塔拉斯费尔干纳断裂南端东盘的前缘位置(图 6),对应于中生界巴楚隆起-麦盖提斜坡(J₁-K-E)。在 TF-柯坪断隆构造系形成过程中,巴楚隆起-麦盖提斜坡对 TF 东盘向南运动(右旋)产生阻挡效应,形成逆冲推覆-褶皱带。前者的宽度决定了柯坪断隆-阿图什北构造带的长度。由于巴楚隆起对柯坪推覆体弧顶端阻挡作用较强,形成了向北倾斜的叠瓦状构造,并在晚期楔

入柯坪断隆发生,使柯坪中段相对向北滞后运动,产生分段特点。在西克尔以西的柯坪推断隆西段,因麦盖提斜坡基底埋深大,阻挡相对较弱,新生界地层变形,形成托帕、阿图什北等背斜构造(伍致中,1996)。

3.3 TF 南延及其末端的构造转换

磁性年代地层研究表明,喀什地区 NNW 向断层及 3 排近东西向褶皱形成于早更新世以后(陈杰等,2001),并持续活动至今,其变形时代滞后于西南天山及柯坪断隆。柯坪断隆及其西延部分以平缓弧形收敛于 TF 上,未被 TF 大规模错动。柯坪推覆体向西在喀拉套山以北西向右旋走滑的阿图什断层与喀什凹陷北缘的依什拉克喀拉乌尔-塔什皮萨克推覆体(白垩纪-新第三系地层)相连接(陈杰等,2001;赵瑞斌等,2000)。在 TF 与西南天山山前冲断层交汇处,形成众多冲断背斜(图 3,4),褶皱向北西偏转。在乌恰以南 TF 阿图什、明遥勒东西向褶皱带阻挡。喀什凹陷内北西向的乌泊尔断裂,北端与帕米尔外缘东西向弧形逆冲断层相连接,并非 TF 的南延断裂。

TF 南段的东盘由西南天山造山带及柯坪断隆组成,以东西向的新生代逆冲构造为主,包括盆山交

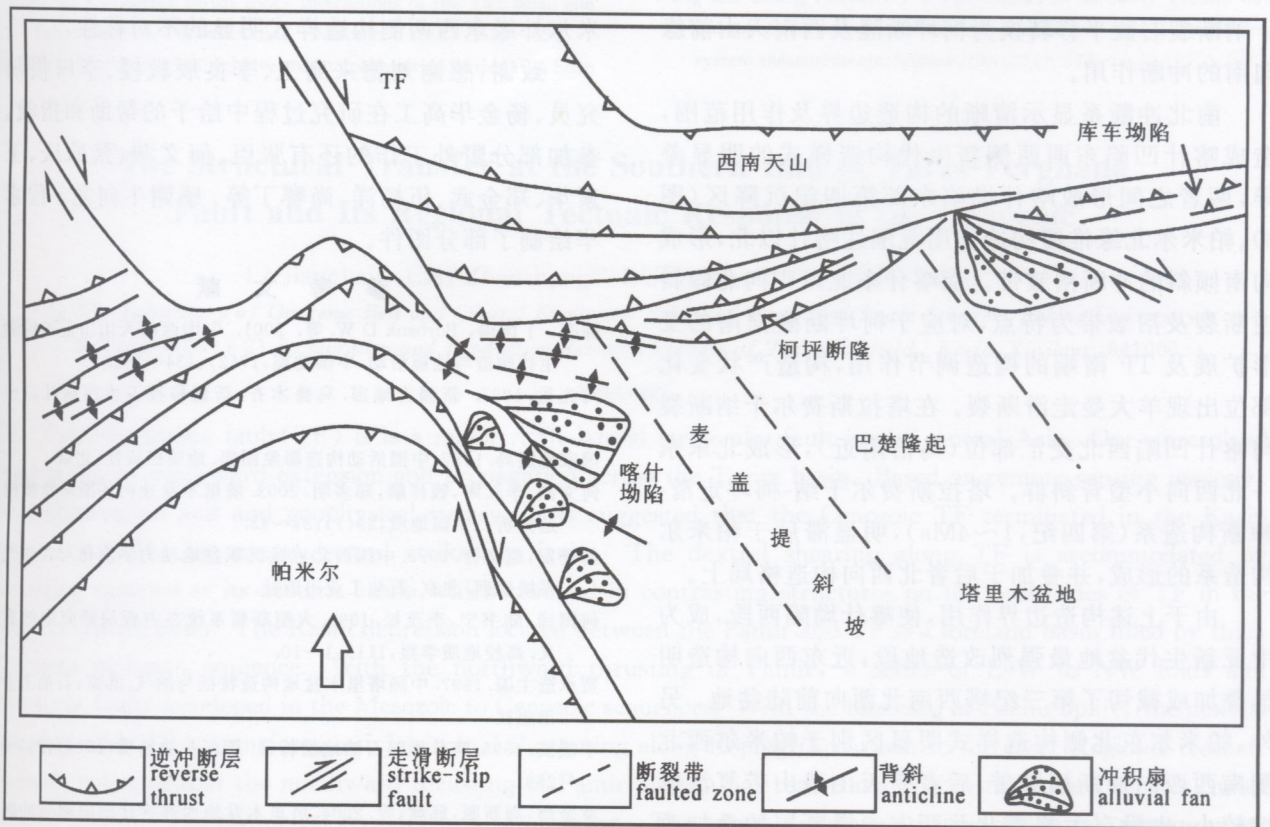


图 6 塔拉斯-费尔干纳断裂带南端构造变形模式图

Fig. 6 The structural transfer model at the southern end of Talas-Ferghana fault

界逆冲断层,山间盆地的冲断褶皱,它们均以弧形逆冲断裂收敛于TF上(图1,2,3)(冯先岳,1997; Burbank et al,1999;Fu et al.,2003),如托云西北吐鲁噶尔特他乌断裂、阿图什北断裂、托特拱拜孜—阿而帕雷克断裂、柯坪断隆前缘逆冲断裂等。上述东西向逆冲断裂上的水平缩短变形有力地调节了TF右旋走滑变形,即TF右旋位移在南端转换为近东西向断裂的逆冲变形。上述变形还造成喀什凹陷北缘由北向南扩展的弧形褶皱带和冲断层,但它们的空分布被帕米尔前缘冲断层系、麦盖提斜坡和巴楚隆起所限制。

3.4 喀什凹陷新生代构造变形模式

喀什凹陷为西南天山与帕米尔之间的的新生代复合前陆盆地,它在区域上处于两条斜列的右旋走滑-斜冲构造带之间(图3,6),即西南部为北西-北西西向的帕米尔山前冲断构造系,其最外缘已扩展到与大曼断裂相接的明遥勒—喀什背斜东段,背斜核部发育由南向北运动的冲断层;东北部为塔拉斯费尔干纳-阿图什北—柯坪走滑-冲断构造系,近东西向的柯坪断隆及阿图什北冲断褶皱带向南东逆冲于巴楚隆起及麦盖提斜坡上,它们与右旋位移的塔拉斯费尔干纳断裂上构造协调运动,表明塔拉斯费尔干纳断裂右旋平移转换为柯坪断隆及西南天山前缘向南的冲断作用。

南北冲断系显示清晰的构造边界及作用范围,造成喀什凹陷东西两侧新生代构造样式的明显差异,两者之间形成喀什凹陷东部第四纪沉降区(图6)。帕米尔北缘推覆构造作用范围达喀什以北,形成向南倾斜的冲断褶皱带。而喀什东北以则向北倾斜逆断裂及褶皱带为特点,对应于柯坪断隆向南的变形扩展及TF南端的构造调节作用,构造产状变化部位出现羊大曼走滑断裂。在塔拉斯费尔干纳断裂与喀什凹陷西北交汇部位(乌恰附近),形成北东—北西向小型背斜群。塔拉斯费尔干纳-柯坪走滑-冲断构造系(第四纪,1~4Ma),明显滞后于帕米尔构造系的形成,并叠加于后者北西向构造格局上。

由于上述构造边界作用,使喀什凹陷西段,成为中亚新生代盆地最强烈改造地段,近东西向构造明显叠加或截切了第三纪塔西南北西向前陆盆地。另外,帕米尔东北侧构造样式明显区别于帕米尔西北侧南西西向冲断褶皱带,后者受天山造山带复活影响较小,也没有大规模北北西向走滑断层的叠加改造作用。上述构造边界作用造成帕米尔两侧构造样式的不对称。

4 讨论和结论

(1) TF南延在喀什凹陷内表现为多条NNW向小型走滑断裂,TF东西两盘构造变形样式存在明显差异。TF右旋走滑变形被柯坪断隆水平逆冲作用所调节,并由北向南发展,拆离面为寒武纪膏盐层。巴楚隆起—麦盖提斜坡的阻挡作用对TF末端冲断系的形成具有重要作用。

(2) 喀什凹陷被南北两侧的斜列的新生代右旋—斜冲构造体系围限,南北两侧的冲断带向凹陷内扩展,凹陷内以薄皮构造为特点,老第三系膏盐层控制主拆离面的发展。喀什凹陷褶皱带的形成主要受帕米尔前缘冲断层由南向北扩展所控制。晚期叠加了西南天山前的冲断变形。喀什凹陷上新世到第四纪沉积巨厚磨拉石,表明南北山脉对接加载形成复合前陆盆地,喀什凹陷西部闭合后,由最先碰撞接触点向两侧发育纵向水系(何登发等,1999)。

(3) TF的形成与帕米尔高原向北楔入亚洲大陆内部后中生代构造边界分段的差异性走滑复活相关,断层末端冲断带的构造调节与帕米尔前缘之间构造汇聚,形成喀什凹陷内的冲断褶皱带。沿NNW向TF的右旋滑移及其南端的构造转换,还造成帕米尔外缘东西两侧构造样式明显的不对称性。

致谢:感谢刘德来高工、李良辰教授、李曰俊研究员、杨金华高工在研究过程中给予的帮助和指教。参加部分野外工作的还有张臣、何文渊、张原庆、王素华、郑金武、伍杨洋、尚赛丁等。感谢牛向龙、程素华绘制了部分图件。

参 考 文 献

- 陈杰,丁国瑜,Burbank D W.等.2001.中国西南天山山前的晚新生代构造与地震活动.中国地震,17(2):134~155.
- 冯先岳.1997.新疆古地震.乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社,1~130.
- 国家地震局.1982.中国活动构造影像图集.地质出版社,北京.
- 何文渊,李江海,钱祥麟,郑多明.2002.塔里木盆地柯坪断隆断裂构造分析.中国地质,29(1):37~43.
- 何登发,赵文智.1999.中国西北地区沉积盆地动力学演化与含油气系统旋回.北京:石油工业出版社.
- 何国琦,陆书宁,李茂松.1995.大型断裂系统在古板块研究中的意义.高校地质学报,1(1):1~10.
- 贾承造主编.1997.中国塔里木盆地构造特征与油气.北京:石油工业出版社.
- 李溪滨.1995.喀什凹陷石油地质特征.新疆石油地质,16(4):285~289.
- 罗金海,周新源,邱斌,等.2004.塔里木盆地西部喀什凹陷褶皱冲断带的构造特征.石油天然气地质,25(2):199~203.
- 罗金海,周新源,邱斌,等.2004.塔拉斯—费尔干纳断裂对喀什凹陷的控制作用.新疆石油地质,25(6):584~587.

- 曲国胜,陈杰,陈新安,等. 1998. 西昆仑—帕米尔造山带及其北缘前陆盆地内变形构造. *地质论评*, 44(4): 419~429.
- 曲国胜,李亦纲,陈杰. 2003. 柯坪塔格推覆构造几何学、运动学及其构造演化. *地质前缘*, 10(特刊): 142~151.
- 孙宝生,刘增仁,王招明. 2003. 塔里木西南喀什凹陷几个地质问题的新认识. *新疆地质*, 21(1): 78~84.
- 绍鸿良,易荣龙,林宗满. 1990. 天山南缘逆冲构造初探. *石油与天然气地质*, 11(4): 394~401.
- 汤良杰. 1992. 塔里木盆地多层次滑脱构造与含油气远景探讨. *地质学报*, 66(2): 97~107.
- 沈军,汪一鹏,赵瑞斌,等. 2001. 帕米尔东北缘及塔里木盆地西北部弧形构造的扩展特征. *地震地质*, 23(3): 381~389.
- 王晓强,王琪,程瑞忠,等. 2002. 新疆伽师及邻区现今地壳形变的GPS监测与研究. *西北地震学报*, 24(3): 199~207.
- 伍致中. 1996. 塔里木盆地西部及邻区构造形成机制. *新疆石油地质*, 17(2): 97~104.
- 肖安成,贾承造,杨树锋,等. 2000. 中国南天山西部冲断褶皱系前缘区的运动学特征. *沉积学报*, 18(3): 439~444.
- 严伦. 1995. 构造与油气圈闭. 北京: 石油工业出版社, 137~151.
- 尹金辉,陈杰,郑勇刚,等. 2001. 卡兹克阿尔特断裂带活动带特征. *中国地震*, 17(2): 221~230.
- 赵瑞斌,沈军,李军. 2001. 1902年新疆阿图什8 $\frac{1}{4}$ 级地震形变特征与发震模式初探. *地震地质*, 23(4): 493~500.
- 赵瑞斌,李军,沈军. 2000. 喀什拗陷北缘活动断裂与古地震初步研究. *地震学报*, 22(3): 327~330.
- 周新源,罗金海,买光荣. 2005. 塔里木盆地喀什凹陷及其周边地区构造特征与油气地质. 石油工业出版社, 1~162.
- Allen M B, Vincent S J, Wheller P J. 1999. Late Cenozoic tectonics of the Kepingtage thrust zone: Interactions of the Tien Shan and Tarim Basin, northwest China. *Tectonics*, 18(4): 639~654.
- Abdrakhmatov K Y. 1996. relative recent construction of the Tien Shan inferred from GPS measurements of present-day crustal deformation rates. *Nature*, 384, 450~453.
- Arrowsmith J R and Strecker M R. 1999. Seismotectonic range-front segmentation and mountain-belt growth in the Pamir-Alai region, Kyrgystan (India-Eurasia collision zone). *GSA Bulletin*, 111: 1665~1683.
- Burbank D W, Mclean J K, Bullen M et al. 1999. thrust-belt partitioning of intermontane basins by basement folding, Tien Shan, Kyrgystan. *basin research*, 11: 75~92.
- Burtman V S. 1980. Fault of middle Asia. *American Journal of Science*, 280: 725~744.
- Burtman V S, Skobelev S F and Molnar P. 1996. Late Cenozoic slip on the Talas-Ferghana Fault, the Tien Shan, central Asia. *Geological Society of America Bulletin*, 108(8): 1004~1021.
- Burtman V S. 2000. Cenozoic crustal shortening between the Pamir and Tien Shan and a reconstruction of the Pamir—Tien Shan transition zone for the Cretaceous and Palaeogene. *Tectonophysics*, 319: 69~92.
- Fu Bihong, Lin Aiming, Kano Ken-ichi et al. 2003. Active faulting in the northeastern Pamir, NW China. *新疆地质*, 21(1): 1~8.
- Molnar P, Tapponnier P. 1975. Cenozoic tectonics of Asia; effect of a continental collision. *Science*, 189, 419~426.
- Thomas J C, Cobbold P R, Wright A, Gapais D. 1996. Cenozoic tectonics of the Tadzshik depression, central Asia. In: *tectonics Evolution of Asia*, ed. By A Yin and T M Harrison, Cambridge Univ. Press, New York, 191~207.
- Yin A Nie P Craig P et al. 1998. Late Cenozoic tectonic evolution of the southern Chinese Tianshan. *Tectonics*, 17(1): 1~27.
- Wang Qi, Zhang Peizhen, J T Freymueller et al. 2001. Present-day crustal deformation in China constrained by global positioning system measurements. *Science*, 294, 574~577.

The Structural Transfer at the Southern End of Talas-Ferghana Fault and Its Regional Tectonic Response in the Cenozoic

LI Jianghai¹⁾, CAI Zhenzhong²⁾, LUO Chunshu²⁾, GENG Yuhai¹⁾

1) Key Laboratory of Orogenic Belt and Crustal Evolution, School of Earth and Space Sciences, Peking University, Beijing, 100871; 2) Exploration and Production Research Institute of Tarim Oilfield, Korla, Xinjiang, 841000

Abstract

Talas-Ferghana fault (TF) is a major right-lateral strike-slip fault in the central Asia. One unresolved issue is its southward extension and propagation across the Tarim basin. Based on remote sensing geology, field observation and geophysical survey, it is suggested that the Cenozoic TF terminated in the Kashi depression (KD) by minor dextral strike-slip faults. The dextral shearing along TF is accommodated by thrusting systems at its eastern block, which resulted in contrasting structures on the both sides of TF in the western Tarim basin. The Kashi depression located between the Pamir and TF is a foreland basin filled by thick Cenozoic molasses sequence. With the northward thrusting of Pamir, a series of E-W to NW folds and thrusting faults developed in the Mesozoic to Cenozoic sequences. With the blocking of Bachu uplift, the dextral shearing with TF is transferred into horizontal shortening along Keping thrust belt to the east. Regional tectonic analysis indicates that the northward thrusting of Pamir plateau has reactivated TF in the Late Cenozoic, with dextral shearing and structural transferring. As a result, The Pamir show asymmetric structural pattern on its both sides.

Key words: Cenozoic; dextral shearing; foreland basin; thrusting system; Central Asia