

中天山地块南北两缘的韧性剪切带

杨天南¹⁾ 李锦轶¹⁾ 文中田²⁾ 冯晓飞³⁾ 王 瑜⁴⁾ 孙桂华¹⁾ 高立明¹⁾

1) 中国地质科学院地质研究所, 北京, 100037; 2) 中国冶金地质勘察总局山东局一队, 淄博, 255200

3) 中国建材工业地质勘察中心新疆总队, 乌鲁木齐, 830002; 4) 中国地质大学, 北京, 100083

内容提要 本文详细描述了天山中段沿乌鲁木齐—库尔勒公路后峡—乌瓦门段的构造变形特点。综合室内外观研究结果, 在中天山地块南、北缘, 及内部的乌拉斯台地区鉴别出三条规模较大的韧性剪切带: 中天山北缘剪切带前人已有研究, 出露宽达10 km的右行斜冲剪切带, 见大量糜棱岩、超糜棱岩; 乌拉斯台剪切带中的糜棱岩宽超过200 m, 具有左行走滑运动特点; 中天山地块南缘剪切带宽度达5 km, 内部发育大量闪长质糜棱岩、超糜棱岩, 运动方式为左行斜冲。中天山块体南北两侧的脆性边界断层与糜棱岩带变形中心基本重合。这些剪切带具有相当大的走滑位移量, 指示天山各地质单元间目前的空间关系可能是走滑拼接的结果。研究天山造山带内剪切带的展布、运动方式、总变形量, 对于恢复各地质单元的初始位置、了解造山动力学过程具有重要意义。

关键词 剪切带 糜棱岩 运动学 中天山地块

绵延2500 km的天山山脉夹持于西伯利亚、哈萨克斯坦、塔里木三个板块之间(李春昱等, 1982; 肖序常等, 1992), 经历了古生代晚期古陆碰撞造山和新生代强烈陆内造山, 构造演化历史复杂, 地壳缩短与走滑运动极为强烈, 是研究大陆形成与演化动力学过程的理想地区之一。对该造山带的研究已有百余年历史, 公开发表的有关天山地壳形成与构造演化的文献, 多达数百篇(部), 涉及地层、岩石、构造变形、构造单元划分与成矿作用等诸多方面。对天山地壳形成与构造演化, 多数学者主要通过物质组成及其形成构造背景分析提出构造模型(李春昱等, 1982; 张良臣等, 1985; 成守德等, 1986; 马瑞士等, 1990; 王作勋等, 1990; 陈哲夫等, 1991, 1997; Allen等, 1992; 肖序常等, 1990, 1991, 1992; 何国琦等, 1994; 王广瑞, 1996)。而对构造变形历史与构造样式的系统研究则相对薄弱。少量较系统的研究局限于独山子—库车公路沿线(Zhou D. 等, 2001)和其他局部地区(邵鸿良等, 1990; 王润三等, 1992; 孙家齐等, 1994; 马瑞士等, 1997; 徐兴旺等, 1998; 舒良树等, 1998; 杨兴科等, 1999; Laurent-Charvet 等, 2002)。位于天山中段的乌鲁木齐—库尔勒公路沿线的地质构造, 虽然前往调查者很多, 但迄今为止, 在

已经公开发表的文献中, 尚未见关于其构造变形的系统描述。在某种程度上, 严重制约了对天山地壳形成与演化的认识。特别是20世纪90年代 Sengor 等(1993)强调后期大型断裂构造走滑运动的作用, 提出了与前人截然不同的中亚地区地壳形成与演化的构造模型, 更加突出了系统研究、全面了解天山构造变形历史和构造样式的迫切性。

针对上述研究现状, 2002年夏季, 我们对天山中段的构造变形特征, 沿乌鲁木齐市—巴仑台—库尔勒公路, 进行了比较详细的野外观察和初步的室内研究。获得的资料表明, 前人描述的中天山北缘断裂带是一条宽达十多千米的韧性剪切带, 北界位于北天山南部的红五月桥附近, 南界位于中天山北缘的胜利达坂以南, 以右行走滑运动为主; 在中天山北部乌拉斯台一带, 出露一条左行走滑的韧性剪切带, 宽达数公里; 巴仑台附近出露的变质岩和侵入岩, 被下石炭统马鞍桥组沉积岩不整合覆盖, 是中天山地块内变形相对较弱的部分; 巴仑台以南, 从和静钢铁厂向南到乌瓦门的中天山南缘断裂, 则为宽达数千米的、南盘向北东斜冲的韧性剪切带; 而南天山的古生代地层, 卷入了向北逆冲的构造变形, 与前人描述的南天山向中天山之下俯冲的构造样式截然不同(图

注: 本文为国家重点基础规划研究项目(编号 2001CB409800)的部分成果。

收稿日期: 2003-10-21; 改回日期: 2004-02-11; 责任编辑: 郝梓国。

作者简介: 杨天南, 1966年生, 中国科学院地质与地球物理研究所理学博士。现为中国地质科学院地质研究所副研究员, 主要从事造山带变形与变质作用研究。电话: 010-68999722, Email: yangtn@cags.net.cn。

1)。本文将详细描述上述韧性剪切带的野外产状、显微结构及运动学特点,并对相关问题进行初步探讨。

为了便于感兴趣的读者开展进一步研究,我们详细列出了各观察点的地理位置(图2、3)与坐标。

1 中天山北缘韧性剪切带以北早石炭世沉积岩的变形(D1至D4)

早石炭世地层的变形总体表现为褶皱基础上递进变形形成的密集劈理化带,这些产状变化的劈理化带将岩层分割成长轴近东西的菱形块体(图2)。

D1(观察点1,图2):地理坐标为北纬 $43^{\circ}15'15''$,东经 $87^{\circ}9'01''$ 。

在该点发育宽缓褶皱、近水平的中厚层状侏罗纪石英砂岩,以角度不整合覆盖在变形的早石炭世地层之上。下覆地层岩性为细粒碎屑岩、灰绿色绿泥石化玄武岩等。由于强烈变形,地层产状扭曲、多变。发育密集排列的挤压型破劈理,走向 $85^{\circ}\sim 95^{\circ}$,倾向

北或北北西,倾角大于 60° 。由于强烈的构造置换,强劈理化部分的地层层面已不易鉴别。从该点往南,石炭系地层的变形样式基本相同,均为密集挤压型劈理。

D2:地理坐标为北纬 $43^{\circ}14'03''$,东经 $87^{\circ}08'26''$ 。

岩性仍为早石炭世碎屑岩,夹块状玄武岩。破碎明显,挤压型密集劈理有两组,形成X型共轭样式,其中一组近直立,走向 65° 左右;另一组倾向 335° ,倾角 65° ,沿这组劈理常形成小型逆冲断层。

D3:地理坐标为北纬 $43^{\circ}12'23''$,东经 $87^{\circ}7'20''$ 。

后峡镇南约5 km。出露岩性为早石炭世灰黑色硅质灰岩、泥灰岩,夹火山凝灰岩。具有明显的纹层构造,产状多变: $215^{\circ}\angle 65^{\circ}$ 、 $35^{\circ}\angle 20^{\circ}$ 等,显示复杂、强烈的褶皱变形。层理被密集破劈理强烈置换,劈理倾向 $190^{\circ}\sim 210^{\circ}$,倾角 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 。显示褶皱后递进变形劈理化特点。

D4:地理坐标为北纬 $43^{\circ}8'45''$,东经 $87^{\circ}6'5''$ 。

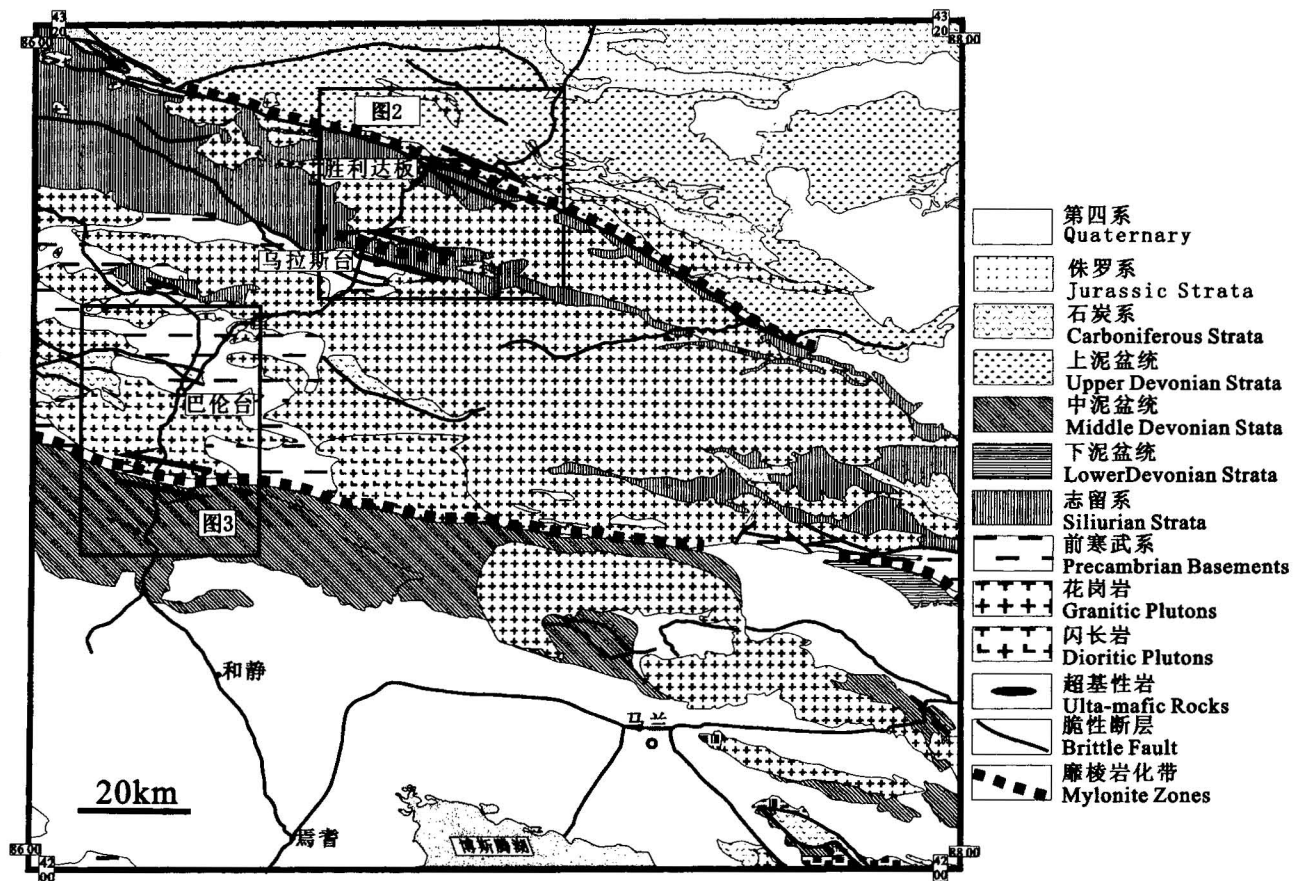


图1 天山中段地质简图(根据巴伦台、后峡、焉耆、包尔图四幅1/20万地质图编绘)

Fig. 1 Simplified geological map of central Tianshan (Modified after geological maps of Bailuntai, Houxia, Yanqi and Bao-e-tu with the scales of 1/200000)

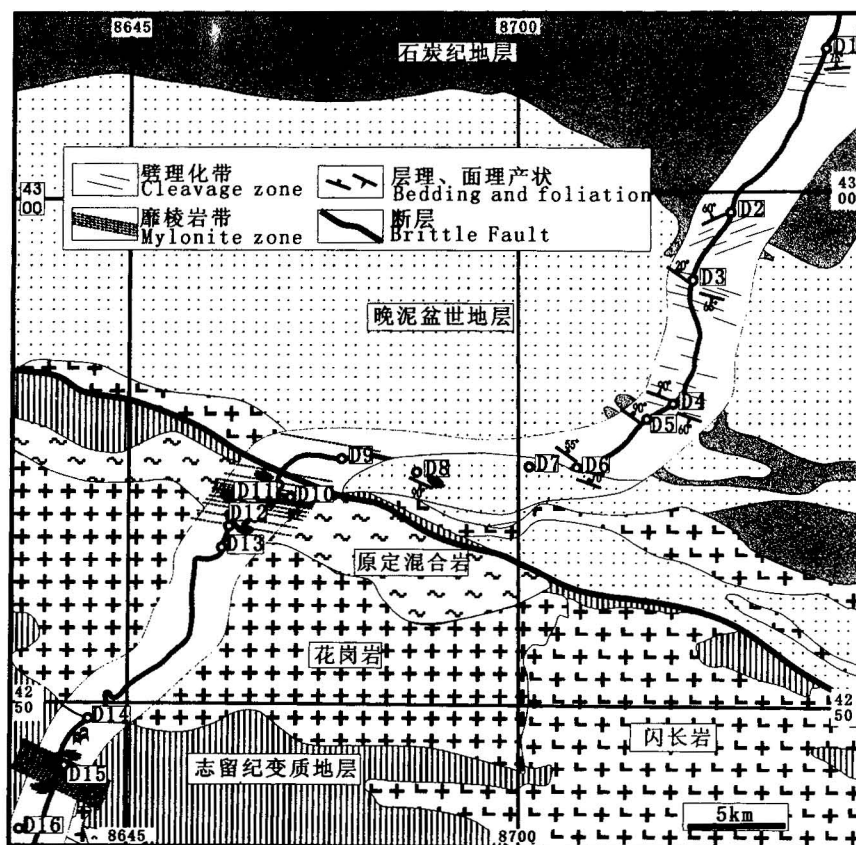


图 2 中天山北缘野外观察点分布图,以1/20万地质图为基础,沿考察路线(点线圈闭范围内)有少量修改
(除图中表注外,其他图例同图1)

Fig. 2 Location maps of field observation points in northern part of the Northern Tianshan Block, basing on 1/200000 geological maps. Geologic units along the field-observation-line are partially revised (within the area enclosed by dot line)

本点至点北约1 km,见硅质灰岩夹杏仁玄武岩,层理产状:240°∠70°。密集压性劈理强烈置换层理,劈理走向110°,近直立。

从该点南约2 km 开始,岩石出现塑性变形痕迹,我们将其划归中天山北缘韧性剪切带。

2 中天山地块北缘韧性剪切带(图2, D4至 D12)

前人(王润三等,1992;舒良树等1998;等)已详细论述过中天山北缘韧性剪切带(1~2 km 宽)的变形特点。我们的观察发现,从胜利达坂北东约20 km 的红五月桥附近就已断续出现韧性剪切变形的痕迹,到胜利达坂南侧消失,因而该剪切带水平出露宽度超过10 km。从 D4南2 km 开始,至 D12,断续出现初糜棱岩、糜棱岩、超糜棱岩,以及剪切褶皱等。原中、北天山间的边界脆性断裂从糜棱岩带的变形中心(D10)北侧经过(图2)。

D4南约2 km,岩性为薄层状砂岩、粉砂岩,层理产状200°∠60°,未见明显劈理构造。岩层内见含长

英质砾石的泥质砂岩夹层,砾石间的胶结物为砂泥质。这类岩石已显示较强塑性变形,长英质砾石拉长成条带状(图版 I-1)。显微观察发现,砾石的变形通过长石颗粒间石英的形态调整实现:石英形态不规则、如破布状,边界强烈迁移,显锯齿状,内部波状消光、变形纹等塑性变形痕迹明显,而长石基本没有变形(图版 I-2)。砂质层的变形也表现为石英砂粒的塑性形态调整(图版 I-2上部)。

D5:位于红五月桥西头,地理坐标为北纬43°8'14",东经87°4'58"。

在该点见泥质同沉积角砾位于闪长质砂砾岩中,指示动荡的沉积环境。砂砾岩中的同沉积角砾与露头北部的泥砂质岩层相同,指示岩层顶面向南,表明岩层已接近倒转。岩层走向110°,近直立。

该点西南约200 m,见粗砾岩夹层(宽约2 m)于杂砂岩中,主要由花岗质、闪长质两种成分的砾石(粒径达1~5 cm)组成。这种岩石在野外极易被误认为脉状花岗岩,几乎全由1~2cm 的花岗质、闪长质砾石组成,没有胶结物。显微镜下能清晰鉴别出花岗

质与闪长质砾石(图版 I-3)。变形不均匀,形成糜棱岩带与弱变形域组合。糜棱岩带内两种砾石均发生塑性变形,其中的石英亚晶粒化,拉长成条带状;长石边部细粒化,核部未变形,组成初始核幔构造。糜棱岩面理由矿物压扁、定向显示,走向115°,近直立。拉伸线理由石英拉长显示,倾伏向西,倾伏角45°左右。在平行拉伸线理的平面上 S-C 组构指示右行斜冲。

D6:红五月桥西约2 km,地理坐标为北纬43°6'57",东经87°2'27"。

出露岩性为纹层状砂砾岩,有顺层侵入的石英脉。岩层与石英脉一起发生弯曲,形成开阔、微顶厚褶皱,枢纽走向300°,近水平。该点可能位于剪切带之弱变形域中。

D7:地理坐标为北纬43°6'59",东经87°0'25"。

出露岩性为中、薄层状浅变质粉砂岩、砂岩,含绢云母。变形表现为大量杆状、顶厚褶皱(图版 I-4),枢纽稳定,倾向295°,倾角25°,与区域性拉伸线理平行;轴面近水平。

该点以南约500 m,小河对岸出露岩性为薄层状、灰黑色硅质粉砂岩、钙质板岩。发育大量紧闭、相似褶皱(图版 I-5),轴面走向110°,倾向北,倾角70°;枢纽倾向100°,倾角20°,很稳定,也与区域性拉伸线理平行。显示层状岩石剪切变形形成的 A 型褶皱特点。

D8:地理坐标为北纬43°6'53",东经86°56'07"。

岩性为浅变质粉砂岩、砂岩,面理构造十分发育,走向115°,近直立;线理倾向295°,倾角30°。在平面上, S-C 组构指示右行走滑运动。

D9:地理坐标为北纬43°6'59",东经86°53'55"。

出露岩性为原1/20万地质图所划分的花岗闪长岩。我们在这套岩石中发现清晰的砂岩夹层,指示其为花岗质砾岩。变形形成的眼球状构造及 S-C 组构清晰可见。C 面走向110°左右,近直立, S 面走向75°左右,也近直立,指示运动方式为右行走滑(图版 I-6)。

D10:地理坐标为北纬43°6'50",东经86°50'51",气象站南东约500 m。

出露岩性为原1/20万地质图所划分的混合岩。表现为宽达数十米的条带状糜棱岩带,局部见几厘米宽的超糜棱岩带。镜下观察,糜棱岩中的石英变形成长条带状,已完全亚晶粒化,长石边部细粒化,形成核幔构造。黑云母也细粒化,组成细粒条带,局部向白云母转化(图版 I-7)。糜棱岩、超糜棱岩面理

近直立,走向南东东100°。拉伸线理向西侧伏,侧伏角约30~45°。在近水平断面上, S-C 组构及残斑拖尾指示右行斜冲运动。

D11:地理坐标为北纬43°6'53",东经86°50'49"。

出露岩性为眼球状初糜棱岩(与 D9 完全相同),在水平面上, S-C 组构十分清晰, C 面走向280°,近直立,反映右行走滑运动。

D12:地理坐标为北纬43°5'26",东经86°49'52",胜利大坂山顶。

出露岩性与11点同,变形较弱,成初糜棱岩。 S-C 组构指示右行走滑运动。糜棱岩面理走向80°,近直立。

该点往南变形已很弱,出现未变形花岗岩。

D13:地理坐标为北纬43°4'39",东经86°48'33"。

出露浅色粗粒黑云母花岗岩,基本未变形。长石半自形,发育生长环带;石英他形,充填于长石间隙中,见黑云母、绿帘石。花岗岩内常见变质粉砂岩、泥质岩俘虏体。

D14:地理坐标为北纬42°59'39",东经86°42'33"。

花岗岩南界,北为浅红色块状钾长花岗岩,南为结晶灰岩、大理岩及绢云石英片岩。发育斜卧褶皱。

该点往南沿线露头较差。

点南约1 km,见叠层石灰岩(图版 II-1)孤立露头,与其他岩石间关系不清。

3 中天山地块内部韧性剪切带:乌拉斯台糜棱岩带(图2, D15)

该剪切带发育于1/20万地质图所划定的志留纪浅变质沉积岩中,为本次野外工作所发现。糜棱岩的地表出露宽度超过200 m。

D15:地理坐标为北纬42°58'14",东经86°42'30"。

该点岩性在1/20万地质图中被定为志留纪薄层状千枚岩,面理走向115°,倾向北东,倾角约60°。发现其中见明显的长椭圆形砾石,在东西向剖面上,椭圆长短轴比大于10(图版 II-2),而在南北向剖面上为2~4,显示拉伸线理走向近东西。镜下观察发现,这些岩石实际是碳酸盐化变形含角砾凝灰岩。砾石压扁、拉长,边部发生强烈碎裂化,形成细粒条带,其中的长石还伴随绿泥石化、绢云母化,长石内裂纹中常见方解石。平行拉伸线理的显微 S-C 组构指示左行走滑运动(图版 II-3)。该糜棱岩带地表出露宽度超过200 m。

糜棱岩面理发生弯曲,形成不对称膝折,上盘倒向东,指示晚期的右行走滑运动。点南约200 m,出露岩石为含燧石结核的结晶灰岩,产状 $10^{\circ}\angle 45^{\circ}$ 。南约500 m,岩性为石英岩与含砾凝灰岩互层。凝灰岩中的砾石粒径达0.5 cm。在这套地层中构造现象很丰富:包络面走向 110° 、倾向北北东的不对称倾竖褶皱,上盘倒向东;走向 110° 、倾向北北东的右行走滑断层,下盘常伴随有走向近南北的张性细脉,以及挤压牵引褶皱、平行断层带岩层的石香肠化等。这些构造现象均切过早期面理,与糜棱岩面理的膝折一样,显示晚期近南北向挤压应力作用下形成的北西西—南东东向右行走滑变形。

点南约500 m后,剪切变形痕迹已不明显。

4 中天山地块内部石炭纪地层的变形

巴伦台以北的中天山地块内,局部早石炭世砾岩、砂岩、页岩及灰岩组合以角度不整合覆盖在侵入岩或前寒武纪变质岩之上。变形表现为褶皱与压性断层组合(D18),变形量空间分布比较均匀,没有出现类似剪切带的强应变集中带。

D16: 地理坐标为北纬 $42^{\circ}56'17''$,东经 $86^{\circ}40'56''$ 。

早、中元古代(新疆地质矿产局,1975)混合片麻岩与志留系变质地层界线。点北东为发育密集长英质条带的黑云母片麻岩,覆盖在片麻岩之上的是含砾凝灰岩(厚约10 m),其上为长石石英岩、大理岩等变质沉积岩。界线产状约 $200^{\circ}\angle 60^{\circ}$ 。上覆地层的变形表现为较大规模的倒向南的倒转褶皱,枢纽走向 $290^{\circ}\pm$,近水平。在转折端部位往往发育向南逆冲的断层。下覆条带状混合片麻岩的变形表现为脉体中大量小型紧闭褶皱。这类褶皱仅在近南北向剖面上可见,在近东西向剖面中脉体平行排列,不显示褶皱。枢纽走向稳定, 295° ,近水平;轴面产状多变。

该点往南至D17(已出图3范围)点,主要出露花岗岩,变形弱或无变形。

D18: 北纬 $42^{\circ}51'46''$,东经 $86^{\circ}26'03''$ (图3)。

下石炭统与作为中天山地块结晶基底的元古代片麻岩界线。点北为片麻岩,点南为砂砾岩,砂砾成分与下伏片麻岩相同。其间界线有断层痕迹,总体产状 $220^{\circ}\angle 60^{\circ}$ 。点南约200 m后出现层状粉砂岩、页岩及灰岩。南约500 m,层状岩石中发现大量化石,其中大长生贝化石指示地层时代为早石炭世。

层状砂岩、页岩的弯曲显示大规模复杂褶皱—逆冲断层组合,沿其轴面往往发展成逆冲断层,近直

立,走向近东西(80° 左右)。褶皱形态多变,但褶皱岩层厚度以及褶皱枢纽基本不变,为地壳浅层次的等厚褶皱。这类褶皱在厚层、巨厚层砾岩中不明显。

D19: 北纬 $42^{\circ}51'08''$,东经 $86^{\circ}25'28''$ 。

为石炭系南界,界线之下为白云石英片岩。界线表现为一强变形带,产状 $20^{\circ}\angle 20^{\circ}$,下盘岩石具有明显白云母化。岩石变形成杆状,杆之走向约 20° ,杆间发育白云母。次级劈理与主断面间锐角指示上盘向南逆冲。在该点处的砾岩层明显变薄(仅5 m $\pm$)。

点南约1.5 km $\pm$,白云石英片岩面理产状变为 $170^{\circ}\angle 70^{\circ}$,拉伸线理与之相同,运动方式不详。

D20: 北纬 $42^{\circ}49'47''$,东经 $86^{\circ}24'03''$ 。

出露岩石为作为中天山地块结晶基底的黑云母片麻岩,片麻理弯曲,形成紧闭褶皱。褶皱被花岗岩脉切过。近水平、较细小的花岗岩脉又发生弯曲变形,形成明显的褶皱,两期褶皱枢纽走向均近东西,轴面近直立。

D21: 北纬 $42^{\circ}48'05''$,东经 $86^{\circ}23'02''$ 。

岩石仍为黑云母片麻岩,有大量花岗质细脉侵入。片麻理产状 $65^{\circ}\angle 60^{\circ}$,片麻理面上发育大量皱纹线理,走向 $125^{\circ}\pm$ 。

D22: 北纬 $42^{\circ}47'48''$,东经 $86^{\circ}21'46''$ 。

为下石炭统复成分砾岩与黑云母片麻岩的界限。界线走向近东西,倾向南,倾角 $45^{\circ}\pm$,被一断层破坏。砾岩巨厚状,砾石成分有硅质岩、花岗岩、云母片岩、大理岩、角闪片岩等,偶见灰岩砾石。砾石次圆—尖棱状,分选很差,最大直径可达1 m,一般2~10 cm,砂质、细砾质胶结。

点南约3 km,砾岩中见粗砂岩夹层,产状 $210^{\circ}\angle 60^{\circ}$ 。南3300 m $\pm$,见石英砂岩,层理产状 $200^{\circ}\angle 79^{\circ}$ 。

D23: 北纬 $42^{\circ}46'28''$,东经 $86^{\circ}20'51''$ 。

早石炭世砾岩南界,界限以南为元古代黑云母片麻岩,其中见大量花岗质脉侵入。类似岩脉从未在石炭系地层出露区出现。

D24: 北纬 $42^{\circ}42'31''$,东经 $86^{\circ}17'28''$ 。

为花岗质闪长岩。显微观察表明,岩石主要由长石、角闪石、石英组成,含少量黑云母。长石、角闪石未见显微变形现象,但石英有亚晶粒化、波状消光等微弱变形特征。

该点往南至D26,出露岩石均为花岗闪长岩,而且变形逐渐变强,形成中天山南缘韧性剪切带。

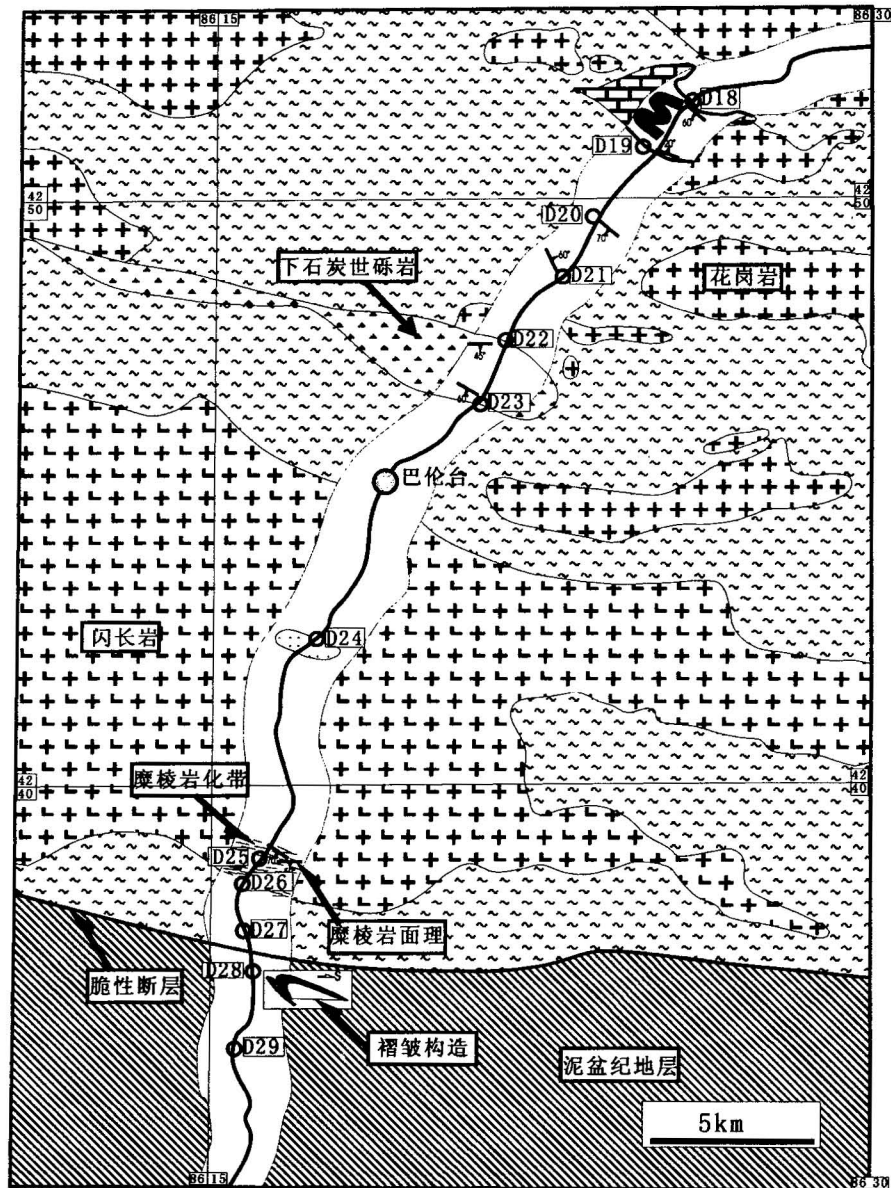


图3 中天山南缘野外观察点分布图,以1/20万地质图为基础,沿考察路线(点线圈闭范围内)有少量修改(除图中表注外,其他图例同图1、2)

Fig. 3 Location maps of field observation points in southern part of the Northern Tianshan Block, basing on 1/200000 geological maps. Geologic units along the field-observation-line are partially revised (within the area enclosed by dot line)

5 中天山地块南缘韧性剪切带:乌瓦门糜棱岩带(图3, D25至 D27)

从D25开始,出现另一条强烈的韧性变形带,糜棱岩断续出露,直到乌瓦门脆性断裂—原中、南天山地块间的界线(见下文)。

D25: 北纬 $42^{\circ}38'51''$, 东经 $86^{\circ}16'05''$ 。

出露岩石为糜棱岩化花岗闪长岩,石英、斜长石等矿物的压扁、拉长并定向排列显示明显的面理和线理,其产状变化较大(从北往南约100 m 范围内):

$215^{\circ}\angle 70^{\circ}(\text{S})$, $150^{\circ}\angle 50^{\circ}(\text{L})$; $160^{\circ}\angle 50^{\circ}(\text{S})$, $180^{\circ}\angle 40^{\circ}(\text{L})$; $180^{\circ}\angle 50^{\circ}(\text{S})$, $145^{\circ}\angle 45^{\circ}(\text{L})$ 。变形不均匀,出现细粒化条带。

点南600 m±,变形更强,石英、长石拉长成条带状,闪长岩变成闪长岩质糜棱岩。糜棱面理走向近东西,直立。拉伸线理侧伏向西,角 45° 。显微观察显示,石英的拉长通过塑性变形实现,形成石英条带,由亚晶粒组成;而长石条带由碎裂化形成,从颗粒边缘开始,逐步向内部发展,常见核幔结构,相邻颗粒的碎裂化部分相连形成网格。角闪石、黑云母的变形

也表现为碎裂化。角闪石核幔构造的边部,发现有角闪石向黑云母转化的现象(图版Ⅱ-4)。

点南800 m±,大部分花岗闪长岩已转化为糜棱岩。面理:200°/50°,线理:270°/25°。

D26:北纬42°38′17″,东经86°15′38″。

闪长岩与变质沉积岩界线,点北为闪长岩,南为石英岩、大理岩等浅变质沉积岩(1/20万地质图认为属早元古代,野外观察发现,其与乌瓦门断裂南侧的泥盆纪浅变质岩区别不大)。闪长岩变形极强,在露头范围内已全部转化成糜棱岩,局部发育超糜棱岩条带(图版Ⅱ-5、6)。糜棱岩的变形特点与点25的闪长质糜棱岩完全相同。面理走向近东西,直立。线理倾向西,角30°±。在平行拉伸线理、垂直糜棱岩面理的切片内,S-C组构、残斑拖尾、变形条带扭曲等现象均清晰指示左行走滑变形(图版Ⅱ-7)。

点南约500 m,粉砂质板岩夹石英岩以及少量大理岩,面理走向110°,直立。

D27:北纬42°37′43″,东经86°15′40″。

李向东(1989)报道该点处发现蛇绿岩套,但除了极少量的辉长岩(?)转石外,我们没有发现其他蛇绿岩套成分。在元古代(?)浅变质沉积岩中出现一层极细粒、致密的灰黑色岩石,野外观察疑为蛇纹岩。镜下观察发现,该岩石实为超糜棱岩,残斑已不足5%。基质极细,比较均匀,显示明显的变形流动构造,看似火山岩。残斑成分以长石为主,见角闪石。大部分残斑与基质间界线截然、清晰,但部分长石残斑残留清晰的核幔结构,部分残斑具有清晰的波状消光现象。由于野外认定为蛇纹岩,没有采集定向构造样品,故未能确定剪切指向。

该超糜棱岩以南即为大理岩,纹层产状175°/80°。往南约50m,即为乌瓦门脆性断层。断层产状与糜棱岩面理一致。

从上述描述可以看出,中天山地块南缘韧性剪切带的强变形中心也位于其边界脆性断裂附近。断裂以南出露岩石为泥盆纪浅变质沉积岩,变形表现为倒转褶皱等(D28)。

6 乌瓦门断层以南泥盆纪地层的变形

D28:北纬42°36′55″,东经86°15′54″,乌瓦门附近。

发现一个大型倒转褶皱,由浅色大理岩层的弯曲显示。北翼为倒转翼,地层近直立:175°/84°,南翼地层倾角较小,倾向不稳定。倒转翼之下有一条逆冲型韧性剪切带,由灰黑色闪长质糜棱岩显示。

D29:北纬42°35′35″,东经86°15′25″。

出露岩性为中泥盆统薄层状灰岩夹石英岩,强烈变形,形成形态各异的紧闭褶皱,枢纽在近水平面内扭曲,轴面倾角较小,总体倾向南。在近南北向剖面上,石英岩层拉长、缩颈,发生石香肠化,与之配套的流劈理组合样式指示上盘岩层从南往北逆冲。

7 问题讨论与初步结论

以上变形特征表明,乌鲁木齐市巴伦台—库勒市公路所穿过的中天山地块并不是一个简单的稳定地块,恢复它与南天山和北天山造山带之间关系乃至它们在古生代期间的相对位置,必须考虑上述大型构造变形带的作用。

尽管沿中天山北缘与北天山之间的韧性剪切带的总位移量目前尚不能确定,但是从该带的变形强度和出露宽度,其累积位移量应该是非常可观的。这样,相对于中天山地块而言,北天山造山带经历了从北西向南东的大规模位移。这一位移是否与西准噶尔地区的右行走滑断裂形成于同一时期或同一动力学体制(并导致该区从北西向南东的位移),是一个有待进一步研究的重大问题,其对于重建新疆北部的构造格局具有重要意义。

中天山北部乌拉斯台一带的左行韧性剪切带的识别,将有助于认识中天山北缘古生代地壳的形成演化特点。该带两侧出露的地质体,具有比较明显的差别,以南为被古生代花岗岩侵入、被下石炭统马鞍桥组不整合覆盖的前震旦纪变质岩,以北出露的是一套变质程度比较低的变质沉积岩系,前人曾经将其置于志留系,但是我们发现其中的大理岩中可能是前寒武纪的叠层石化石(见前述)。同样在这套变质沉积岩系中,也发育古生代的花岗岩。该韧性剪切带与中天山北缘韧性剪切带之间的区域是否是独立于中天山地块的外来地体,目前的资料尚不能证明。但是,从该剪切带的运动学特征看,中天山地块与北天山造山带之间的关系是比较复杂的,也许二者原来相距很远不直接相邻。

中天山南缘发育的、南盘向北东斜冲的韧性剪切带,以及南天山向北的逆冲叠瓦构造样式,都与前人描述的南天山洋盆向中天山地块之下俯冲消减的构造格架不协调。是前人的推论不符合实际情形,还是这种向北逆冲的构造是陆内后碰撞地壳强烈缩短变形产生的反向构造,亦或是南天山洋向北俯冲形成的加积楔构造,仅从沿巴伦台以南公路的观察,是难以确定的。在区域上类似的向北逆冲构造样式,还

见于东天山隆起带南缘的卡瓦布拉克断裂带,那里的中天山不存在与板块俯冲有关的活动陆缘建造(李锦轶等,2002);以及西天山哈尔克山北坡的那拉提断裂带(王宝瑜等,1994);向南逆冲的构造分别见于哈尔克山南坡和库鲁克塔格地块以南。因此,对此的一个初步解释是,哈尔克山的基底和库鲁克塔格地块,都是夹于中天山地块与塔里木地块之间的南天山造山带中的古老地块或岛弧,它们与中天山地块之间的洋盆的消减,是通过向这些地块或岛屿之下的俯冲完成的。

需要指出的是,由于本文的论述主要基于我们的野外观察和初步室内研究,包括对上述各剪切带主变形时代以及位移量在内的研究尚在进行之中,所以以上讨论和推测还都是初步的。不过有一点可以肯定的是,中天山地块与北天山和南天山造山带之间的关系,是比较复杂的,它们也许并不像现有的一些构造模型所描述的那样简单。

致谢 舒良树教授和姜春发研究员审阅了全文,并提出了很多修改意见,在此深表感谢。

参 考 文 献

- 成守德,王广瑞,杨树德,靳金生,祝皆水. 1986. 新疆古板块构造. 新疆地质, 4(2): 1~26.
- 陈哲夫,梁云海. 1991. 新疆多旋回构造与板块运动. 新疆地质, 9(2): 95~107.
- 陈哲夫,成守德,梁云海,徐新. 1997. 新疆开合构造与成矿. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社.
- 何国琦,李茂松,刘德权,唐延龄,周汝洪. 1994. 中国新疆古生代地壳演化及成矿. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 香港: 香港文化教育出版社.
- 李春昱,王荃,刘雪亚,汤耀庆. 1982. 亚洲大地构造图说明书. 北京: 地图出版社.
- 李锦轶,王克卓,李文铅,等. 2002. 东天山晚古生代以来大地构造与矿产勘察. 新疆地质, 20(4): 301~307.
- 马瑞士,叶尚夫,王锡银,刘冠邦. 1990. 东天山造山带构造格架和演化. 新疆地质科学, 北京: 地质出版社, 2, 21~36.
- 马瑞士,舒良树,孙家齐. 1997. 东天山构造演化与成矿. 地质出版社, 北京.
- 邵鸿良,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): 393~401.
- 孙家齐,舒良树,马瑞士. 1994. 东天山哈尔里克山南麓石炭纪变质砾岩应变分析. 南京大学学报(地球科学), 6(2): 119~125.
- 舒良树,夏飞雅克,马瑞士. 1998. 中天山北缘大型右旋走滑剪切带研究. 新疆地质, 16(4): 326~336.
- 王宝瑜,郎智君,李向东,屈迅,李天福,黄诚,崔曦. 1994. 中国天山西段地质剖面综合研究. 北京: 科学出版社.
- 王广瑞. 1996. 新疆北部及邻区地质构造单元与地质发展史. 新疆地质, 14(1): 12~27.
- 王润三,王居里. 1992. 新疆中天山北缘胜利达坂韧性剪切带. 新疆地质, 10(3): 204~211.
- 王作勋,郭继易,吕喜朝,张经国,刘成德. 1990. 天山多旋回构造演化及成矿. 北京: 科学出版社.
- 徐兴旺,马天林,孙立倩,李贵书,张学勤,徐湘康,吴继修. 1998. 新疆东天山觉罗塔格韧性挤压带基本特征及动力学意义. 地质科学, 33(2): 147~157.
- 肖序常,汤耀庆,冯益民,朱宝清,李锦轶,赵民. 1992. 新疆北部及其邻区大地构造. 北京: 地质出版社.
- 肖序常等. 1990. 中国西部元古代蓝片岩带—世界上保存最好的前寒武纪蓝片岩. 新疆地质, 8(1): 12~21.
- 肖序常,汤耀庆,李锦轶,赵民,冯益民,朱宝清. 1991. 古中亚复合巨型缝合带南缘构造演化. 见肖序常等主编: 古中亚复合巨型缝合带南缘构造演化, 北京: 北京科学技术出版社, 1~29.
- 杨兴科,姬金生,陈强,陶洪祥. 1999. 东天山区域韧性剪切带特征. 新疆地质, 17(1): 55~64.
- 张良臣,吴乃元. 1985. 天山地质构造及发展史. 新疆地质, 3(3): 1~14.

References

- Allen M B, Windley B F, Zhang C. 1992. Paleozoic collisional tectonics and magmatism of Chinese Tianshan, Central Asia. Tectonophysics, 220, 89~115.
- Chen Zefu, Cheng Shoude, Liang Yunhai, Xu Xin. 1997. Opening-closing tectonic and metallization, Xinjiang. Wulumuqi, Science and Hygiene Publishing House.
- Chen Zefu, Liang Yunhai. 1991. Multi-circle tectonics and the movement of plates, Xinjiang. Xinjiang Geology, 9(2): 95~107.
- Cheng Shoude, Wang Guangrui, Yang Shude, Jin Jinsheng, Zhu Jieshui. 1986. Paleo-plates of Xinjiang, Xinjiang Geology, 4(2): 1~26.
- He Guoqi, Li Maosong, Liu Dequan, Tang Yanling, Zhou Ruhong. 1994. Paleo-crustal evolution and metallization of Xinjiang, China. Wulumuqi: Xinjian People's Publishing House.
- Laurent-Charvet S, Charvet J, Shu L S, Ma R S, Lu H F. 2002. Paleozoic late collisional strike-slip deformations in Tianshan and Altay, Eastern Xinjiang, NW China. Terra Nova, 14: 245~256.
- Li Jinyi, Wang Kezuo, Li Wenqian. 2002. Tectonic and mineral resource exploration since Late Paleozoic, Eastern Tianshan. Xinjiang Geology, 20(4): 301~307.
- Li Chunyu, Wang Quan, Liu Xueya, Tang Yaoqing. 1992. Explanatory notes to the tectonic map of Asia, Beijing: Cartographic Publishing House.
- Ma Ruishi, Shu Liangshu, Sun Jiaqi. 1997. Tectonic evolution and metallization of Eastern Tianshan. Beijing: Geological Publishing House.
- Ma Ruishi, Ye Shanfu, Wang Ciyin, Liu Guanban. 1990. Structural frame and tectonic evolution of the Eastern Tianshan, Xinjiang Geological Sciences, Series 2: 21 ~ 36. Beijing: Geological Publishing House.
- Shu Liangshu, Xiafeiyake, Ma Ruishi. 1998. Large-scale dextral ductile shear zone along the northern boundary of Central Tianshan. Xinjiang Geology, 16(4): 326~336.
- Sun Jiaqi, Shu Liangshu, Ma Ruishi. 1994. Strain analysis on the Carboniferous conglomerate, south of Haier like mountain, Eastern Tianshan. ACTA Nanjing University (Geologic sciences), 6(2): 119~125.
- Sengor A M C, Natal'in B A, Burtman V S. 1993. Evolution of the Altaid tectonic collage and Paleozoic crustal growth in Eurasia. Nature, 364, 299~307.
- Shao Hongliang, Yi Ronglong, Lin Zongman. 1990. Primary study of the thrust along the southern margin of the Tianshan Range. Petroleum and Natural Gas Geology, 11(4): 393~401.
- Wang Guanrui. 1996. Tectonic units and geologic evolution history of northern Xinjiang and its adjacent area. Xinjiang Geology, 14(1):

12~27.

Wang Baoyu, Lan Zhijun, Li Xiangdong, Qu Xun, Li Tianfu, Huang Cheng, Cui Xi, 1994. A comprehensive study on a geologic profile, western segment of Tianshan, China. Beijing: Science Press.

Wang Runsan, Wang Juli. 1992. Shenlidaban ductile shear zone, northern boundary of the central Tianshan, Xinjiang. *Xinjiang Geology*, 10(3): 204~211.

Wang Zuoxun, Wu Jiye, Lu Xichao, Zhang Jingguo, Liu Decheng. 1990. Multi-circle tectonic evolution and Metallization. Beijing, Science Press.

Xu Xinwan, Ma Tianlin, Sun Liqian, Li Guishu, Zhang Xueqin, Xu Xiangkan, Wu Jixiu. 1998. Jueluotag ductile compressional belt: its characteristic and dynamic implication, Eastern Tianshan, Xinjiang. *Geological Sciences*, 33(2): 147~157.

Xiao Xuchang, Tang Yaoqing, Feng Yimin, Zhu Baoqing, Li Jingyi, Zhao Min. 1992. Tectonics of the northern Xinjiang and its adjacent area. Beijing: Geological Publishing House.

Xiao Xuchang, Tang Yaoqing, Li Jingyi, Zhao Min, Fen Yimin, Zhu Baoqing. 1991. tectonic evolution of the Southern margin of the Paleo-Central Asia suture. Beijing: Science and Technology Press.

Xiao Xuchang, et al. 1990. Proterozoic blueschist belt of NW China, the best preserved one in the World. *Xinjiang Geology*, 8(1): 12~21.

Yang Xinke, Ji Jinsheng, Cheng Qiang, Tao Hongxiang. 1999. Characteristics of the regional ductile shear zones of Eastern Tianshan. *Xinjiang Geology*, 17(1): 55~64.

Zhang Liangchen, Wu Naiyuan. 1985. Structural evolution of the Tianshan. *Xinjiang Geology*, 3(3): 1~14.

Zhou D, Graham S, Chang E Z, Wang B, Harcker B. 2001. Paleozoic tectonic amalgamation of the Chinese Tianshan: evidence

from a transect along the Dushanzi-Kuqa Highway. In: Paleozoic and Mesozoic tectonic evolution of central and eastern Asia: from continental assembly to intracontinental deformation (Hendrix M S et al., editors). Geological Society of American, Memoir, 194.

图版说明

图版 I

1. D4出现的变形含砾砂岩的切片照片。
2. D4出现的变形含砾砂岩的显微照片(正交偏光)。
3. 发生塑性变形的砾岩显微照片(正交偏光), 右上角为闪长质砾石, 其他部分为花岗质砾石, 石英颗粒内波状消光明显(D5)。
4. 粉砂岩褶皱变形形成的杆状构造(D7)。
5. 粉砂岩、板岩中的相似褶皱(D7)。
6. 胜利达坂附近初糜棱岩的 S-C 组构, 示右行走滑变形。
7. 中天山地块北缘糜棱岩的显微照片(正交偏光)(D10, 平行线理、垂直面理切片)。左半部分为初糜棱岩; 右半部为糜棱岩。残斑的形态及排列方式显示右行走滑。

图版 II

1. 叠层石露头照片(D14)。
2. 乌拉斯台剪切带中含砾凝灰岩中砾石的拉长(D15, 垂直线理剖面)。
3. 乌拉斯台剪切带糜棱岩化含砾凝灰岩的显微结构, 变形砾石的排列示左行走滑(单偏光, D15)。
4. 糜棱岩化闪长岩的显微照片(正交偏光), 石英拉长成条带状, 长石、角闪石碎裂化, 形成核幔结构(单偏光, D25)。
5. 闪长质糜棱岩的显微结构, 石英(Qz)拉长成条带状, 长石(P1)成残斑, 角闪石(Hb)碎裂化, 形成核幔构造(正交偏光)。左侧见一条超糜棱岩带(断线范围内), 残斑已很少(单偏光, D26)。
6. 闪长质糜棱岩的露头特点, 可以清晰分出强变形带(D26)。
7. 闪长质糜棱岩的显微结构, 残斑形态、面理组合指示左行走滑运动(平行拉伸线理、垂直面理切片, 单偏光, D26)。

Ductile Shearing Zones Occurring along the Northern and Southern Boundaries of the Central Tianshan Block

YANG Tiannan¹⁾, LI Jinyi¹⁾, WEN Zhongtian²⁾, FENG Xiaofei³⁾, WANG Yu⁴⁾, SUN Guihua¹⁾, GAO Liming¹⁾

1) *Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037*; 2) *No. 1 Exploration Team, Shandong Division of the China Exploration and Engineering Bureau, Zibo, 255200*; 3) *Xinjiang Exploration Team of the China Building Material Exploration Center, Wulumuqi, 830002*; 4) *University of Geosciences, Beijing, 100083*

Abstract

This paper described in detail the structural features of the central Tianshan block along Houxia-Wuwamen section of the Wulumuqi-Korla highway. Basing upon field and microstructural observations, three ductile shearing zones associated with the Central Tianshan Block are identified. The ductile shearing zone occurred along the Northern Margin of the Central Tianshan block has been studied before, and is dextral with a width up to 10km. The Wulasitai ductile shearing zone occurred within the Central Tianshan block, and is a sinistral one, where its mylonite has a width of 200 m. The ductile shearing zone occurred along the southern margin of the Central Tianshan block is presented as a lot of dioritic mylonite and ultra mylonite. Shearing criteria such as S-C fabric indicated that it is a sinistral shearing zone. The boundary faults that were used to define the Central Tianshan block developed along the shearing center of the northern or southern ductile shearing zones respectively. Above shearing zones must have very large strain accumulations, suggesting the amalgamation of the tectonic units of the Tianshan range result from strike sliding in a great degree. It is significant to study the space distribution, kinematics and total strain accumulation of the ductile shearing zones for reconstruction of the tectonics and paleo-geography of the Tianshan range.

Key words: ductile shearing zone; mylonite zone; kinematics; Central Tianshan block

