

西昆仑麻扎构造混杂带变形特征

任清军¹, 刘顺², 康孔跃¹, 杨伟¹

(1. 四川省核工业地质局二八二大队, 四川 德阳 618000; 2. 成都理工大学
地球科学院, 四川 成都 610059)

摘要:麻扎构造混杂带南北边界断裂具有明显的韧性变形特征, 笔者通过野外区域地质调查重新对混杂带边界断裂建立了新的认识, 认定南北边界断裂具有早期韧性剪切与晚期脆性活动的多期次构造活动特征。早起韧性剪切发育了大量糜棱岩化与不对称旋转碎斑现象。通过对北边界断裂火山弧岩块的岩石化学分析, 得出了麻扎构造混杂岩带内大量出露的岩浆岩形成于板块边缘的岛弧构造环境的结论。

关键词:麻扎构造混杂岩; 边界断裂; 岩浆弧带; 构造背景

中图分类号: P548.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-6248(2014)04-0088-07

The Deformation Characteristics of Mazha Tectonic Melange in West Kunlun

REN Qing-jun¹, LIU Shun², KANG Kong-yue¹, YANG Wei¹

(1. No. 282 Geological Party, Sichuan Bureau of Geology for Nuclear Industry, De' yang 618000, China;
2. Chengdu University of Technology, Earth' s Academy of Sciences, Chengdu 510059, China)

Abstract: South and north boundary faults of the Mazha tectonic melange belt have obvious deformation and toughness. Through field regional geological survey, the author aimed to establish a new understanding of the mixed boundary fault zone, and found that the north and south boundary faults have multiple periods of tectonic features of early ductile shear and late brittle activities. The early ductile shear developed a lot of mylonitization and asymmetry rotated porphyroclast phenomenon. Through the petrochemical analysis on north boundary fault arc volcano rock, it is concluded that the widespread magmatite in Mazha tectonic melange belt formed in the island arc tectonic environment on the edge of the plate.

Key words: Mazha tectonic melange; boundary fault; magmatic arc; tectonic environment

20 世纪 70 年代,地质勘查者通过遥感地质方法在麻扎构造混杂带发现线性构造特征,通过十余年科研与基础填图工作,证实其为一条重要的断裂构造带(李向东等,1996)。该混杂带西起乌孜别里山口附近,并延入盖孜河谷,向东过叶尔羌河后转南偏东,至赛力亚克达坂附近,呈弧形转向南东,经康西瓦至硝尔库勒湖附近,被阿尔金构造带截断,大致呈向南凸出的弧形展布,延伸约 1 000 km,规模宏

大(陕西省地质调查院,2004)。前人围绕该带边界断裂特征已做了不少工作,但对其构造属性和演化时限仍存在分歧。张世德(1987)认为该断裂在元古宙、古生代、中生代及新生代均有活动,最强烈时期为晚古生代与中生代(张世德,1987)。许志琴(2007)认为西昆仑南缘康西瓦韧性走滑剪切带主要由宽 7 km 的孔兹岩质糜棱岩组成,具有早期自西向东的右行走滑剪切、后期自东向西的左行走滑剪

切的剪切应变特征,并通过 Ar/Ar 同位素年代学及锆石 SHRIMP U-Pb 同位素定年结果表明,右行韧性走滑作用形成于加里东期(445~428 Ma),继后的左行走滑作用主要经历了 3 次明显的构造热事件(250 Ma、203 Ma 和 101~125 Ma)。在白垩纪,阿尔金左行走滑断裂和康西瓦左行走滑断裂连接成一条连续的巨型(长度 2 200 km)走滑构造带(许志琴等,2007)。

康西瓦断裂在元古宙、古生代、中生代及新生代均有活动,最强烈时期为晚古生代及中生代。伴随断裂的长期活动,有多期次、多成因、多种岩石类型的岩浆活动,其中以酸性岩浆活动为主,局部地段伴随混杂堆积(李荣社等,2008)。断裂带中有糜棱岩,角砾岩和片理化带分布。由多条断裂带构成,沿断裂有糜棱岩带、角砾岩带和片理化带分布;两侧岩体因动力作用而形成碎裂花岗岩或花岗质糜棱岩,并有大量石英脉和闪长岩脉出露。

韧性走滑剪切带在后期抬升的过程中,又经历了多期再活化的演化过程,由韧性→韧脆性→脆性应变转化,而且这些韧性走滑剪切带在长期发育过程中均保持着同一剪切指向。位于青藏高原西北部的西昆仑南地体与甜水海地体(巴颜喀拉地体西延部分)之间的康西瓦韧性走滑剪切带是长期演化且

至今仍在强烈活动的具有多期次变形的韧性走滑剪切带。构造带各地质特征不尽相同,笔者通过详细的野外观察和显微构造研究表明,麻扎构造混杂岩带边界断裂存在明显的多期次活动特点。

1 混杂带地质特征

1.1 区域地质背景

麻扎构造混杂岩带由晚古生代的岛弧岩杂岩、与弧关系密切的沉积建造以及构造混入其中的异地前上三叠统沉积、变质体组成,各岩石组合之间均以不同层次的断裂相接触。从伸展期的辉绿岩墙群,到俯冲期的岩杂岩、石炭纪、二叠纪的灰岩岩块以及与弧相关的火山沉积,系统展现了该区从晚古生代早期的裂解环境到早三叠纪的俯冲过程(李博秦等,2007)。麻扎构造混杂岩带是本次区调过程中从前人所划的志留纪温泉沟群、长城纪赛图拉群中解体出来的一套非正式岩石地层、构造-岩石单元组合;整体呈构造透镜状断续分布于麻扎-康西瓦结合带内;整个带呈构造透镜状产出于麻扎北部(图 1);出露长度 50 km,宽度 1.5~12.5 km,面积约 280 km²。总体近东西向展布,与区域构造线方向一致。

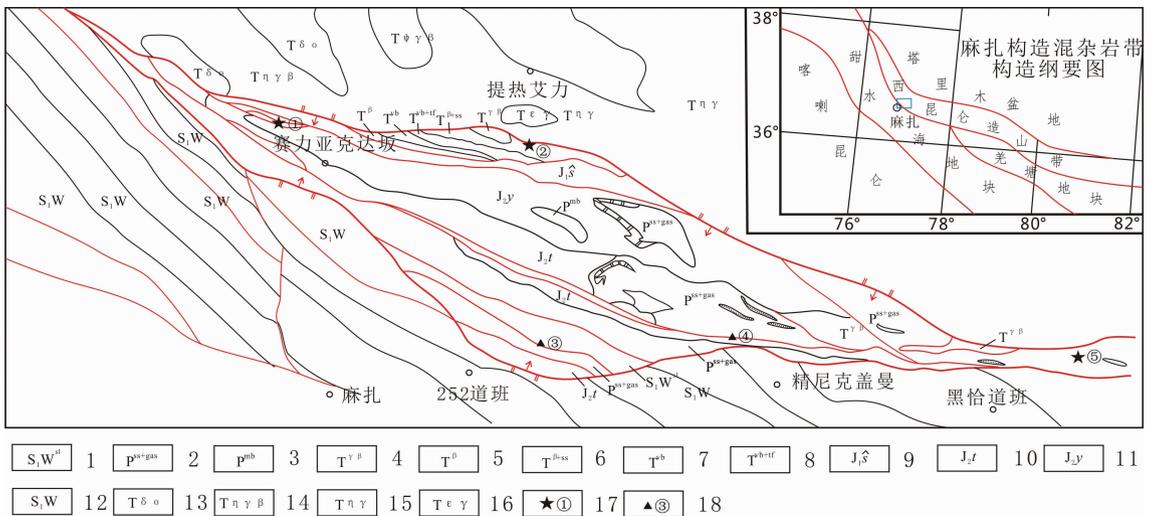


图 1 麻扎构造混杂岩带地质简图

Fig. 1 Mazha tectonic melange belt geological diagram

- 志留纪粉砂质板岩、千枚岩片;
- 二叠纪变砂岩夹绿片岩、大理岩、灰岩岩块;
- 二叠纪大理岩岩块;
- 三叠纪玄武岩岩块;
- 三叠纪玄武岩、凝灰砂岩、流纹岩岩块;
- 三叠纪玄武岩、凝灰砂岩、流纹岩岩块;
- 三叠纪火山角砾岩岩块;
- 三叠纪火山角砾岩和凝灰岩岩块;
- 侏罗纪莎里塔什组;
- 侏罗纪塔尔杂组;
- 侏罗纪杨叶组;
- 温泉沟群;
- 石英闪长岩;
- 黑云母二长花岗岩;
- 二长花岗岩;
- 钾长花岗岩;
- 北边界断裂观察点;
- 南边界断裂观察点

构造混杂岩带建造主要由3部分组成,分别是弧岩杂浆岩、与弧关系密切的沉积建造以及构造混入的外来岩块。它们是古洋壳消减过程中引发的岩浆作用、沉积作用乃至构造混杂作用的结果,是恢复该结合带早期历史的重要线索。混杂岩带内构造面理有南西倾向,也有北东倾向。北侧与侏罗系、南侧与志留系均为断层接触。其上被莎里塔什组砂岩、砂砾岩不整合覆盖。麻扎构造混杂岩带同时也是康西瓦-苏巴什结合带的重要组成部分。

1.2 混杂带建造特征

麻扎构造混杂岩带组成较为复杂,从成分上来看,有基性、中性和酸性侵入岩、火山熔岩、火山碎屑岩以及浅海相碎屑岩和外来岩块。从形态上观察,主要由大小不等、形态各异、组成不同的岩块构成(图2)。混杂侵入杂岩主要分布于构造混杂岩内部,主要岩性有辉绿(玢)岩(P^{br})和黑云母花岗岩(P^{gr}),其他杂岩零星分布。辉绿岩主要分布于测区中部一带,部分呈长条状分布,走向北西—南东,长约5~6 km,宽约80~100 m,出露面积约5 km²,北界与火山岩呈断层接触;南界与侏罗系塔尔尕组呈不整合接触。部分零星分布,呈透镜状、椭圆状,出露面积小,主要侵入于黑云母花岗岩中。黑云母花岗岩主要分布于混杂岩带中,测区内共出露5处,出露面积1~6 km²,出露总面积约12 km²,平面上呈

长条状、椭圆状、不规则状,与麻扎构造混杂岩(P^{ss+gas})呈断层接触,后期断裂局部发育。闪长岩、(蚀变)石英闪长岩、辉长闪长玢岩、石英闪长玢岩、黑云母石英闪长岩、碎裂石英二长闪长岩、花岗岩等,主要在混杂岩中零星分布,出露面积小,呈透镜状、椭圆状、不规则状。

2 麻扎构造混杂岩带边界断裂特征

混杂带北边界断裂沿北西—南东向展布于提热艾力幅图区北部,将麻扎构造混杂岩带火山岩岩片与色日克达坂岩体、胜利桥岩($T\gamma$)体分割开来。其西段分割志留系温泉沟群与色日克达坂岩体经阿卡孜出图幅;东段分割黑恰岩体与志留系温泉沟群经黑恰道班出图幅。出露宽度约50~200 m,长度约80 km。

该断裂总体表现为韧性剪切性质,剪切面理总体向南陡倾,产状 $187^\circ \angle 81^\circ$;剪切带内发育大量不对称片内褶皱构造,其褶皱轴面与碎斑的扁平面相平行,反映非共轴剪切的不稳定层流的流动方向。在与糜棱岩相间的千糜岩、板岩中(图3),顺层揉皱发育,揉皱为不对称褶皱,并发育不对称旋转碎斑(图4),见顶厚褶皱及褶劈理,在板岩与千枚岩中呈石香肠状产出。

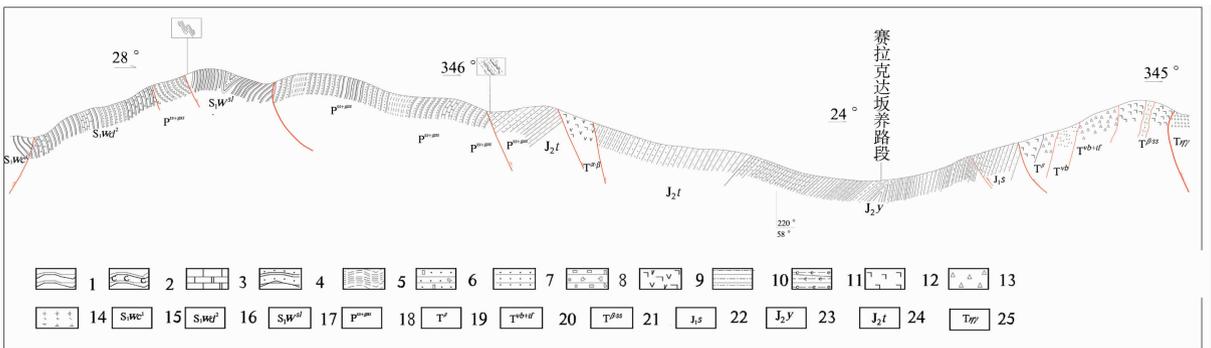


图2 麻扎构造混杂岩带构造地质剖面图

Fig. 2 Mazha tectonic melange belt tectonic geological profile

1. 板岩; 2. 碳质板岩; 3. 大理岩; 4. 变质砂岩; 5. 千枚岩; 6. 含砾砂岩; 7. 砂岩; 8. 砾岩; 9. 安山岩、玄武岩; 10. 泥质砂岩; 11. 碳质砂岩; 12. 玄武岩; 13. 火山角砾岩; 14. 二长花岗岩; 15. 志留系下统温泉沟群C组下段; 16. 志留系下统温泉沟群d组上段; 17. 麻扎构造混杂岩: 粉砂质板岩、千枚岩; 18. 麻扎构造混杂岩: 变质岩、千枚岩、砂岩夹大理岩; 19. 麻扎构造混杂岩: 玄武岩; 20. 麻扎构造混杂岩: 火山角砾岩、凝灰岩; 21. 麻扎构造混杂岩: 玄武岩夹凝灰砂岩; 22. 侏罗系下统莎里塔什组; 23. 侏罗系中统杨叶组; 24. 塔尔尕组; 25. 印支期中细粒二长花岗岩

该韧性剪切带沿北西—南东向展布于调查区中部,将麻扎构造混杂岩带岩片(P^{ss+gas} 、 S_1W^{sl})与色温

泉沟地层分割开来(图5)。其西段发育大量大理岩岩片;东段分割黑恰岩体与志留系温泉沟群经黑恰



图 3 北剪切带糜棱岩图(箭头为剪切方向)

Fig. 3 The shear zone mylonite (arrow for the direction of shear)



图 4 北剪切带不对称旋转碎斑图(SEE)

Fig. 4 The shear zone asymmetry rotation mortar

道班出图幅。出露宽度约 50~150 m,长度约 15 km。该韧性剪切带剪切面理总体向南陡倾,产状为 $187^{\circ}\angle 81^{\circ}$;剪切带内发育大量不对称片内褶皱,其褶皱轴面与碎斑的扁平面相平行,反映非共轴剪切的不稳定层流的流动方向。

在新藏公路 274 km 北侧大沟内,南边界断裂展露出宽约 10 m 的韧性剪切带(图 6),韧性剪切标志以糜棱岩、深灰色碎粉、石英碎斑为主,断面产状不稳定,总体走向近东西。韧性剪切带北侧发育断面产状为 $185^{\circ}\angle 68^{\circ}$ 的构造强化带,主要构造标志为劈理化、透镜化、碎粒化。通过构造形迹判定该剪切带总体为北西盘上升。在该构造强化带中发育“X”型断层:断层 I: $108^{\circ}\angle 68^{\circ}$,左旋性质;断层 II: $25^{\circ}\angle 71^{\circ}$,具右旋性质。

在新藏公路 285 km 黑恰道班西侧,发育该韧性剪切带的基底(图 7),主要由黑色碎粉、碎斑、劈理化带与构造透镜体组成;其中碎斑主要成分为灰色砂岩、少石英(图 8),剪切带产状 $202^{\circ}\angle 65^{\circ}$,运动性质为逆冲+左旋。

3 麻扎构造混杂岩褶皱构造特征

麻扎构造混杂岩带内发育的褶皱多以剪切褶皱

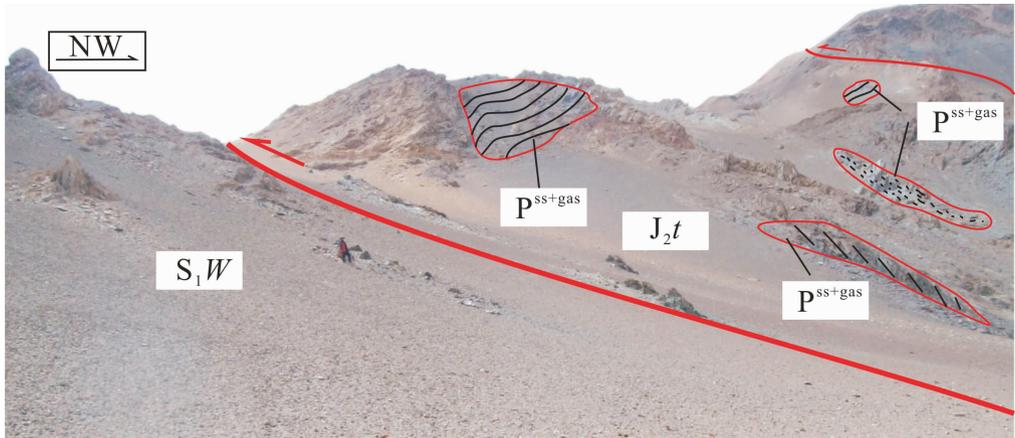


图 5 南剪切带宏观照片(断层圈闭混杂岩块)

Fig. 5 South shear zone macro photos (fault trap mixed rock)

为主,褶皱形态多种多样,主要以剪切褶皱、叠加褶皱、不协调背斜、倾竖褶皱和平卧褶皱为主。褶皱形

态的多样化反映了区内复杂的构造应力场与发生褶皱的温压环境(图 9)。

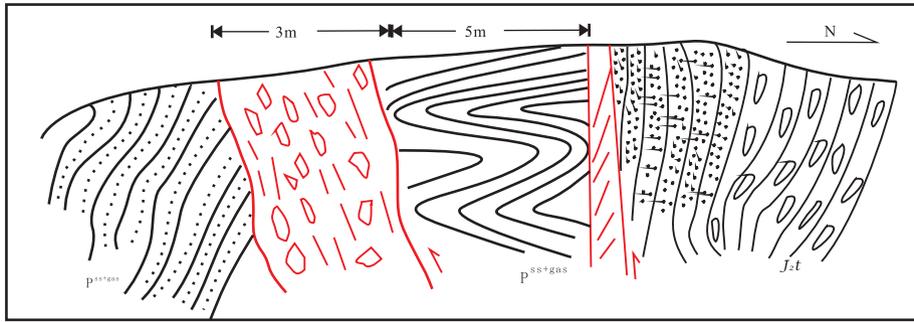


图 6 南剪切带小剖面图(新藏公路 274 km)

Fig. 6 South shear zone small section (Xinjiang-Tibetan highway, 274 km)



图 7 南剪切带构造透镜体图

Fig. 7 South shear zone tectonic lens



图 8 南剪切带碎斑与基质图

Fig. 8 South shear zone mortar and matrix

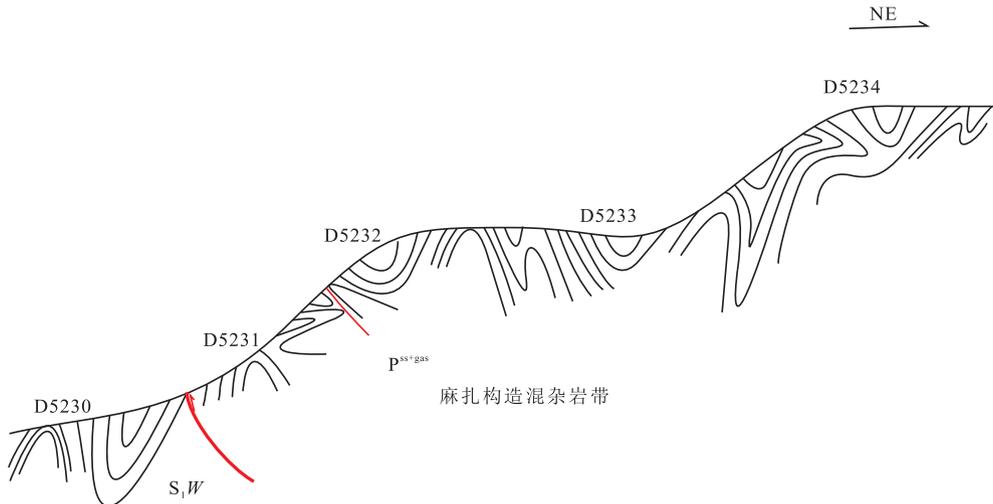


图 9 麻扎构造混杂岩带褶皱简图

Fig. 9 Hemp tectonic melange belt fold diagram

对麻扎构造混杂岩带褶皱特征的描述,笔者采用褶皱 B3 进行讨论。观察路线位于新藏线 270 km 北侧支沟,起点地层为温泉沟群 C 段,主要岩性为灰色千枚岩、变质砂岩。该点背斜轴面产状为 $0 \angle 85$,背斜轴面劈理发育,在其北东侧 20 m 处,发

育向斜构造。

在地质点 D5232,中薄层千枚岩与变质粉砂岩互层中发育叠加褶皱(图 10)。在地质点 D5233,发育不协调褶皱(图 11)。在地质点 D5234,发育褶皱群。群内发育多个剪切褶皱与牵引褶皱(图

12)。图 12 中①为单斜地层产状($0^\circ \angle 48^\circ$),②为小背斜两翼产状($18^\circ \angle 45^\circ, 168^\circ \angle 48^\circ$),③、④组成一组倒转褶皱,⑤为受逆断层控制下的牵引褶皱现象。



图 10 褶皱(B3)叠加褶皱照片

Fig. 10 Fold superimposed fold photos (B3)



图 11 褶皱(B3)不协调褶皱露头照片

Fig. 11 Fold(B3) not harmonious fold outcrop

4 构造背景分析

麻扎构造混杂岩带的组成较为复杂,主要由基质与岩块组成;从成分上来看,有基性、中性和酸性侵入岩、火山熔岩、火山碎屑岩以及浅海相碎屑岩和

外来岩块。从形态上观察,主要由大小不等、形态各异、组成不同的岩块构成。麻扎构造混杂带闪长岩、(蚀变)石英闪长岩、辉长闪长玢岩、石英闪长玢岩、黑云母石英闪长岩、碎裂石英二长闪长岩、花岗岩等,主要在混杂岩中零星分布,出露面积小,呈透镜状、椭圆状、不规则状。通过对分布于麻扎构造混杂带北侧的与岩浆弧建造有关岩块的岩石化学分析,对麻扎构造混杂带的形成背景进行了探讨。

康西瓦韧性剪切带是一条在早古生代康西瓦缝合带的基础上发育并长期活动的韧性走滑剪切带。与青藏高原其他走滑剪切带不同之处是康西瓦韧性剪切带具有 2 类不同的剪切指向,对旋转应变的显微构造分析,表明早期为自西向东的右行剪切指向,后期为自东向西的左行剪切指向。

在 Zr-TiO₂ 判别图中(图 13),基性岩样品全部落在火山弧玄武岩(VAB)范围内。在 Ta-Yb 判别图中(图 14),酸性岩样品全部投影于火山弧花岗岩(VAG)内,在 Rb-Yb+Ta 判别图中(图 15),样品均落在火山弧花岗岩(VAG)中。从以上分析可以看出,从岩石组合特征到岩石地球化学特征,均具有岛弧岩石系列特点,综合分析认为,麻扎构造混杂岩带内大量出露的岩浆岩形成于板块边缘的岛弧构造环境。

5 讨论与结论

通过区域地质调查工作,对麻扎构造混杂岩带边界断裂的断层变形特征进行了较为详细的考察,将该混杂带南北 2 条边界断裂的变形特征进行了较为详细的研究,认定 2 条边界断裂在早起具有明显的韧性变形特征,并具有走滑性质,晚期断层表现为

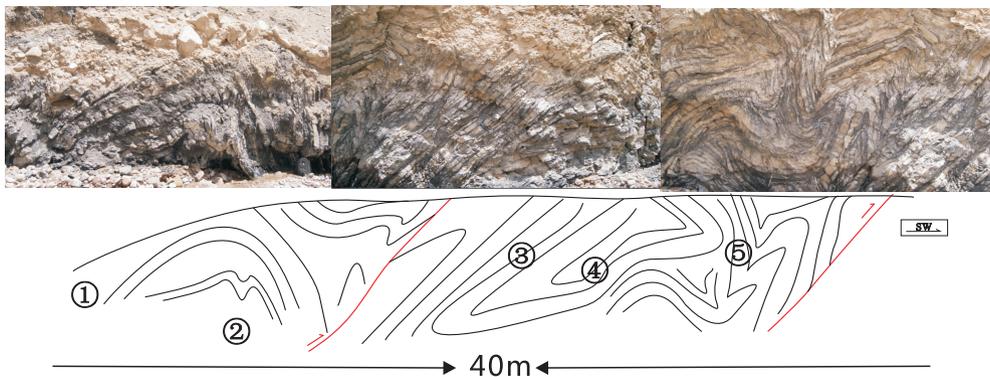


图 12 褶皱(B3)褶皱断层关系照片及示意图

Fig. 12 Fold(B3) fold fault relationship between photos and sketches

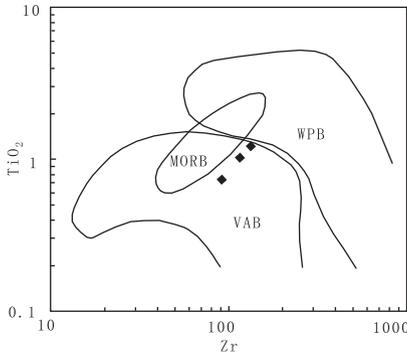


图 13 基性岩 TiO₂-Zr 判别图

Fig. 13 Rock TiO₂-Zr discrimination diagram
MORB. 洋中脊; WPB. 板内玄武岩; VAB. 火山弧玄武岩

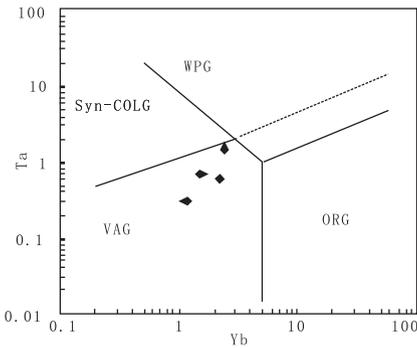


图 14 酸性岩 Ta-Yb 判别图

Fig. 14 Acid rock Ta-Yb discrimination diagram
WPG. 板内花岗岩; VAG. 火山弧花岗岩; ORG. 大洋脊花岗岩;
syn-COLG. 同碰撞花岗岩

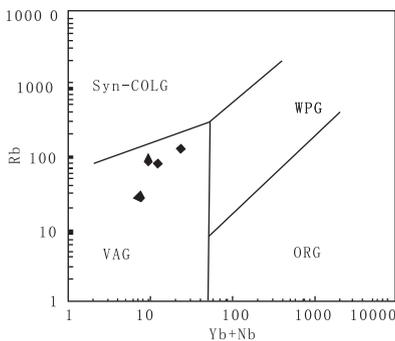


图 15 酸性岩 Rb-Yb+Nb 判别图

Fig. 15 Acid rock Rb-Yb+Nb discrimination diagram
WPG. 板内花岗岩; VAG. 火山弧花岗岩; ORG. 大洋脊花岗岩;
syn-COLG. 同碰撞花岗岩

参考文献(References):

陕西省地质调查院. 中华人民共和国区域地质报告[R], 1:25万《麻扎幅》,2004.

李荣社,计文华,杨永成. 昆仑山及邻区地质[M]. 北京:地质出版社,2008

Li Rongshe, Ji Wenhua, Yang Yongcheng. Geology of Kunlun mountains and adjacent regions [M]. Geological Publishing House, Beijing, 2008.

丁道桂,王道轩,刘伟新,等. 西昆仑造山带与盆地[M]. 北京:地质出版社,1996:9-148.

Ding Dogui, Wang Daoxuan, Liu Weixin. The western Kunlun orogenic belt and basin [M]. Geological Publishing House, Beijing, 1996:9-148.

张志德,李高岭,杨德朴,等. 康西瓦断裂的地质特征及形成和发展[J]. 新疆地质. 1987, (3):50-57.

Zhang Zhide, Li Songling, Yang Depu, et al. The Geologic Characteristics of Kangxiwa Fault and its formation and development [J]. Xinjiang Geology, 1987, (3):50-57.

李向东,王元龙,黄智龙. 康西瓦走滑构造带及其大地构造意义[J]. 新疆地质. 1996, (3):204-212.

Li Xiangdong, Wang Yuanlong, Huang Zhilong. Kangxiwa Shove Tectonic belt and its significance [J]. Xinjiang Geology, 1996, (3):204-212.

潘裕生. 西昆仑山构造特征与演化 [J]. 地质科学. 1990, (03):224-232

Pan Yusheng. Structures and evolution of the multiple accretionary complexes, western Kunlun orogenic belt (China) [J]. Geoscience, 1990, (3):224-232.

潘桂棠,李兴振,王立全,等. 青藏高原及邻区大地构造单元初步划分[J]. 地质通报. 2002, 21(11):701-707.

Pan Guitang, Li Xingzhen, Wang Liquan, et al. Preliminary division of tectonic units of the Qinghai-Tibet Plateau and its adjacent regions [J]. Geological Bulletin of China, 2002, 21(11):701-707.

许志琴, 戚学祥, 杨经绥, 等. 西昆仑康西瓦韧性走滑剪切带的两类剪切指向、形成时限及其构造意义 [J]. 地质通报, 2007, 26(10):1252-1261.

Xu Z Q, Qi X X, Yang J S. Senses and timings of two kinds of Shear in the Kangxiwa strike-slip shear zone, West Kunlun, and their tectonic significance [J]. Geological Bulletin of China, 2007, 26(10):1252-1261.

李博秦, 计文化, 边小卫, 等. 西昆仑麻扎构造混杂岩的组成及其地质意义 [J]. 现代地质, 2007, 21(1):78-86.

Li Boqin, Ji Wenhua, Bian Xiaowei, et al. The Composition and geological significance of the Mazha tectonic Melange in west Kunlun Mountains. Geoscience [J]. Geoscience, 2007, 21(1):78-86.

脆性变形特征。结合麻扎构造混杂岩带岩浆弧建造的岩石化学与地球化学特征,判定边界断裂形成初期的构造背景为板块边缘的岛弧构造环境。