

文章编号:1004-4116(2022)04-0001-06

甘肃白银地区了高山多期活动断裂带变形特征及运动机制探讨

霍勤知¹,肖 林¹,钱壮志²,闫海卿²

(1. 甘肃省地质调查院,甘肃 兰州 730000;2. 长安大学,陕西 西安 710000)

摘 要:了高山断裂带位于中北祁连结合带东段,为自加里东构造中期开始,发生板块俯冲—软碰撞—逆冲推覆造山过程中,多期构造叠加变形而形成的复杂的构造带。在1:25万区调过程中,笔者通过对该断裂带内各类构造变形的观察和分析,采用构造解析的理论和方法,进行了构造变形序列和变形特征的分析研究,探讨其运动机制,为祁连造山带时空分布及其发展提供重要的地质依据。

关键词:断裂带;变形特征;逆冲推覆;多期活动;运动机制;北祁连;甘肃白银

中图分类号:P542

文献标志码:A

华北板块南缘中北祁连结合带为横跨青海、甘肃的呈北西—南东向延伸的区域性分界断裂,是秦、祁、贺三叉裂谷的西枝^[1-6](图1)。在早古生代时期,中祁连陆块自西而东从华北南缘向南发生裂解,西段形成微洋盆、东段发展为陆内裂谷,即而发生双向俯冲使裂谷封闭,构筑了祁连造山带复杂的地质历史。在我国中央造山带内部大地构造发展演化史上具有很重要的地质意义,也被许多地质专家学者所关注。

对于该结合带的中西段,前人已作过大量的研究工作,先后在祁连山玉石沟、百经寺一带发现典型的寒武纪蛇绿岩带^[7],证实了北祁连中西段古洋壳存在,而与其伴生的蓝闪片岩为板块俯冲的重要依据^[8-9],左国朝、吴汉泉认为北祁连中段南北两侧发生了双向俯冲^[10]。该带向东延伸至白银,截止目前还未发现典型的构造证据,结合带构造变形特征的研究欠缺,构造性质尚无定论。所以,加强对中北祁连结合带东段的构造性质的研究是非常必要的。笔者通过兰州市幅1:25万区调野外调查发现,白银地区了高山一带发育的北西西向断裂,为具板块俯冲性质的、又经历多期构造活动的复合断裂带。

1 构造地质背景

中北祁连结合带向东延伸至甘肃永登及白银地

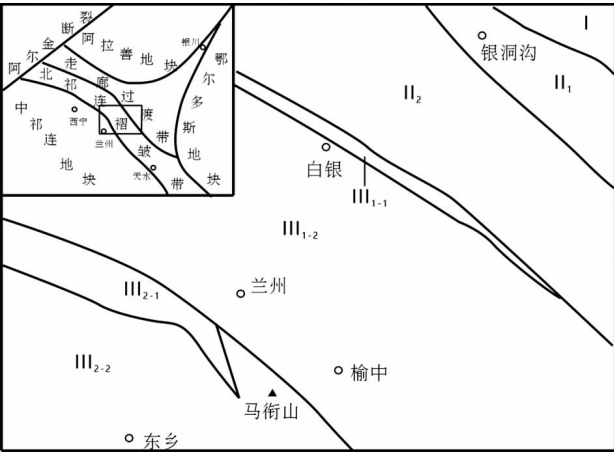


图1 研究区大地构造位置图

Fig. 1 The tectonic map of the work areas

- I—走廊过渡带;II—北祁连沟弧系;II₁—银洞沟弧后盆地;
II₂—白银岛弧;III—中祁连地块;III₁—兰州元古代弧后盆地;
III₁₋₁—了高山构造拼贴岩片;III₁₋₂—皋兰岩浆弧断褶带;
III₂—马衔山前长城系岛链状隆起;III₂₋₁—雾宿山加里东陆内裂谷;
III₂₋₂—东乡断隆带

收稿日期:2022-05-03

基金项目:兰州幅1:25万区域地质调查项目(J6.2.7)

作者简介:霍勤知(1968~),男,高级工程师,地质矿产专业,主要从事区域地质学、矿床学和矿床地球化学调查研究。

区,通过黄茨滩—了高山一线,呈北西西向带状展布。表现为多期韧性和脆性变形叠加改造的复合断裂(图2)。该断裂带物质组成较复杂,包括晚元古代皋兰岩群(PtG)火山—碎屑岩片、震旦纪白银岩群(ZB)中酸性火山岩、碎屑岩块、寒武纪黑茨沟组(ϵh)双峰式火山岩、香毛山组(ϵxm)中酸性火山岩和碎屑岩块、奥陶纪阴沟群(OY)岛弧火山岩、中堡群(OZ)碱性火山岩岩块、志留纪肮脏沟组(Sa)复理石岩块,及以上述岩块为基底上覆二叠纪(P)、三叠纪(T)河湖相碎屑岩和白垩纪河口群(KH)河湖相碎屑岩。

总体构造格局为一系经过多期构造叠加改造而形成的北西西向断裂、褶皱断块组合。加里东中期具俯冲带构造混杂岩性质,加里东晚期至海西期为指向北的层叠式褶皱逆冲断裂—褶皱构造系统,印支期—燕山期为右旋走滑叠加断裂构造系统,喜山期由于受青藏高原隆升作用的影响,区内发生浅层次变形,形成脆性逆断层、走滑及宽缓褶皱组合。该断裂带变形特点是由韧性向脆性过渡,自加里东期活动开始至今,具明显多期活动的特点。

2 断裂变形特征

该断裂带在研究区从白银市以北通过,表现为—复杂的束状断裂构造带。向东延伸被新生界覆盖。白银以东切割中生代地层。根据地层分布应经四龙口、中源心后,可能被北北西向隐伏断裂(遥感图像资料)右行错断。断裂在图区西段出露较好,东端被第四系覆盖难以观察。断裂切割最新地层为白垩系,被新近系不整合覆盖。

2.1 断裂两盘地质特征

(1) 断裂北盘

在研究区内断裂北侧发育下古生界具沟弧盆特征的海相火山岩建造,晚期志留系则为海相陆源复

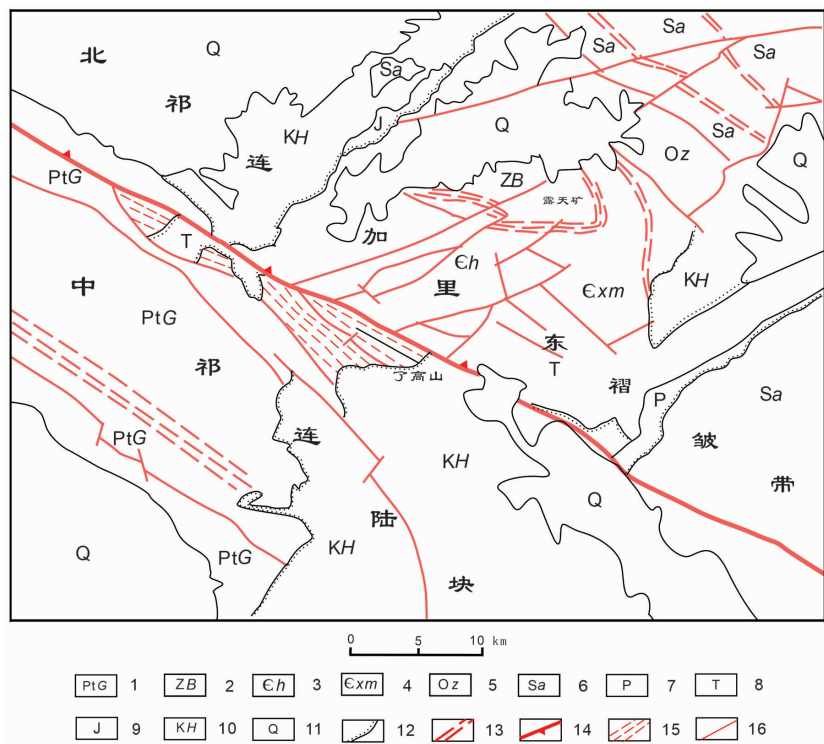


图2 了高山多期活动断裂带区域构造图

Fig. 2 Regional tectonic map of Liaogaoshan multi-phase active

1—元古代皋兰岩群;2—震旦纪白银岩群;3—寒武纪黑刺沟组;4—寒武纪香毛山组;
5—奥陶纪中堡群;6—志留纪肮脏沟组;7—二叠系;8—三叠系;9—侏罗系;10—白垩纪河口群;
11—第四系;12—角度不整合;13—韧性剪切带;14—逆冲推覆带;15—构造混杂岩带;16—断层

理石建造。上古生界早期泥盆系为一套山麓磨拉石建造,中期为海陆交互相碎屑岩含煤建造,晚期为陆相碎屑岩建造。总体上古生界岩石建造反映一个由陆内裂谷环境到局限陆表海—内陆拗陷河湖盆环境的沉积转化过程。中生界表现为河湖沉积的拗陷和断陷沉积,构成上叠盆地型盖层。在构造界面划分上,上下古生界间为不整合接触,显示加里东运动的扩张、闭合、造山过程。上古生界底部磨拉石建造反映加里东运动结束,海西期体制发生变化,在北部上三叠统和二叠系整合或平行不整合接触,靠近南部三叠系不整合在下古生界及以下地层之上,反映海西期和印支期的连续性。侏罗系、白垩系及以后地层均以上叠盆地堆积不整合在老地层之上。

(2) 断裂南盘

断裂南盘褶皱基底皋兰岩群变质岩系广泛出露,上、下古生界均未见出露,这与中祁连地块地层结构相似,反映古生代南盘为隆升区,表征了与北祁连截然不同的发展历史。唯一表明古生代地质事件的是加里东晚期碰撞型弧花岗岩的存在。可能反映

加里东期陆缘弧的构造环境。侏罗系、白垩系及其以上地层均构成上叠盆地盖层。

2.2 断裂带变形特征

受断裂影响的断裂带宽度约 3.6 km,以白银两侧红沙岷一带最宽,向西宽度略减。为一多层次、多体制、多阶段、多性质断裂叠加的复合断裂带。目前地表表现为晚期活动的脆性断裂的形迹,指示由南向北逆冲推覆,组成无序的逆冲岩片(图 3)。在断裂南侧了高山构造地层体是断裂带构造岩带的一部分,红沙岷一二道湾韧性剪切带即是断裂中段的组成部分。在了高山一带可见由韧脆性断裂切割的强韧性剪切变形的不同岩片组合在一起,其中韧性剪切的不对称褶皱、糜棱岩带与岩片相间产出。岩性主要是皋兰岩群变质火山—细碎屑岩组合,尚夹有含古生界化石(园园茎)的大理岩层构造透镜体或岩片(图 4),显示了一条规模较大的构造分界面。

笔者在 1:25 万兰州市幅区调过程中,从原“皋兰群”中解体出的非正式地层单位—了高山构

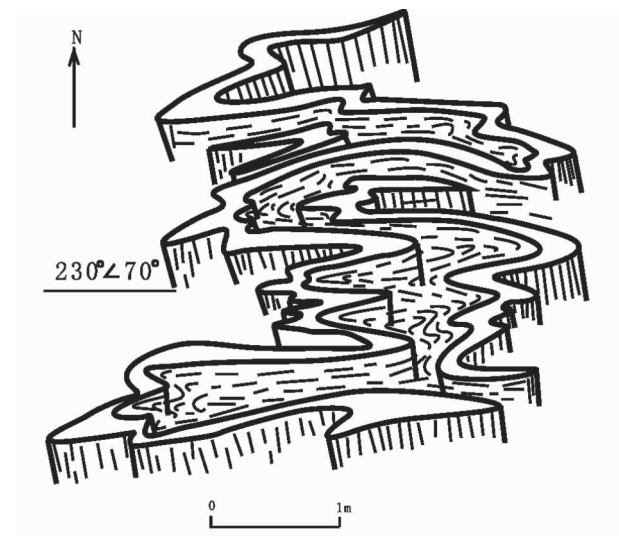


图 5 了高山构造混杂岩带内发育的a型褶皱

Fig. 5 A-shape fold of tectonic melange in Liaogaoshan

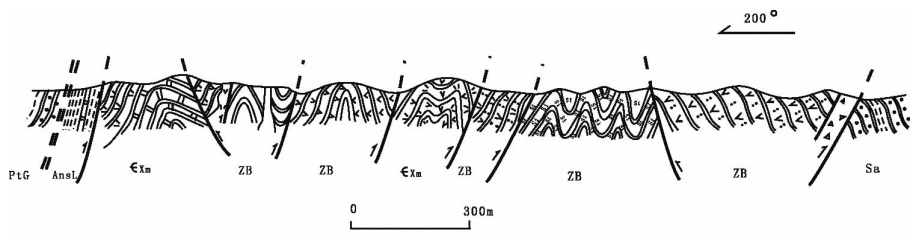


图 3 了高山断裂带构造剖面图(石门沟)

Fig. 3 Tectonic section of the Liaogaoshan fault zone (Shimengou)

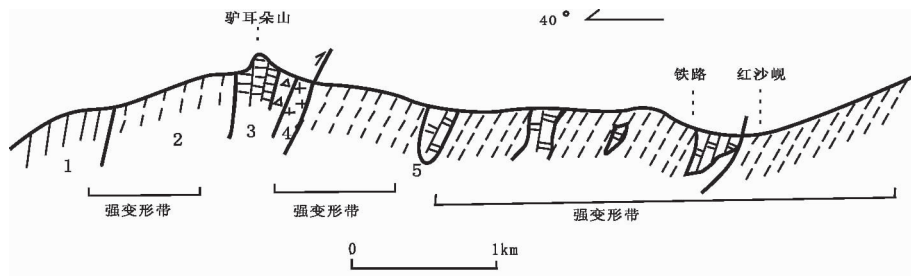


图 4 了高山构造混杂岩构造变形剖面图(驴耳朵山)

Fig. 4 Tectonic deformation cross section of Liaogaoshan tectonic melange

造地层体,既有皋兰岩群碎屑岩物质组成,同时又夹有早古生代地层块体,岩性复杂,岩石组合为砂质千枚岩、板岩、硅质岩、大理岩等,彼此呈大小不同的岩片和岩块受到构造嵌入于普遍发生韧性剪切的韧性基质中,共同组成混杂的构造地质体。该地质体向西断续延伸至永登石灰沟经富强堡到马雅雪山,出露长度大于 30 km,皆赋存于巨大韧性剪切断裂带中,岩块分选差,大小不一,形状各异,长轴方向与剪切基质的层理(或片理)大致平行,并有一定的“沉积层次”,其中岩块最大直径可达 6~10 m。为板块俯冲过程中形成的混杂堆积^[11-12]。带内岩石变形强烈,发育 a 型褶皱(图 5)、揉流褶皱(图 6),剑鞘褶皱(图 7),拉伸线理普遍,糜棱岩发育,强变形带—糜棱岩带切割岩片,不同时代、不同来源、不同种类的岩石相互拼贴混杂。既有深海沉积的硅质岩,又有陆缘物质砂质千枚岩、板岩,亦有台地相碳酸盐岩沉积物。研究区虽未发现代表洋壳的蛇绿岩,但混杂堆积为俯冲带构造组合的典型代表。

另外,该带以西在清水沟、百经寺一带,有高压变质作用形成的蓝闪片岩出露,蓝闪片岩赋存于一套具韵律特点的变质中基性、基性、中酸性火山岩、硅质岩和沉积碎屑岩中,蓝闪片岩类以蓝闪石为主,铝铁闪石、镁钠闪石较少,此外还有绿闪石,并有黑硬绿泥石和绿辉石。由此来看,俯冲带蓝片岩形成于高压低温环境^[13-15]。



图6 揉流褶皱

Fig. 6 Knead folds



图7 剑鞘褶皱

Fig. 7 Sword scabbard folds

3 运动机制探讨

从构造变形分析得出断裂带的运动学特征,早期具韧性剪切变形特点,其后发生大规模由南而北的韧—脆性逆冲推覆,前述运动学标志已有解释晚期继承了早期活动特征,以浅层次右行走滑拉分为主,形成中生代拉分盆地,反映断裂带的多期活动特点。

(1)在加里东中期具板块俯冲带构造混杂岩性质。虽然研究区内现存俯冲带构造遗迹较少,后期逆冲推覆构造的改造和掩埋,使其大规模移位,但种种证据表明了当时中祁连陆块向北祁连发生俯冲作用的必然性。从该带南北两侧地层的物质组成、构造属性、空间分布及大地构造背景综合分析,南侧中祁连地区在早古生代时期为遭受剥蚀的古陆块性质,仅出露皋兰岩群,缺失沉积物。而与之相邻的北祁连地区早古生代地层相当发育,总体为一套变质火山—沉积岩系。震旦纪—寒武纪为裂谷型火山岩,而奥陶纪火山岩具明显的岛弧(小铁山以东)和弧后盆地(银洞沟地区)火山岩性质,火山岩空间分布由南而北为岛弧拉斑玄武岩→碱性粗面岩→大洋拉斑玄武岩,其演化由陆内裂谷—岛弧及弧后盆地发展。裂谷、岛弧及弧后盆地的存在,说明祁连造山带经历了由陆内裂谷到俯冲拼贴的过程,俯冲带显然位于靠近白银岛弧带南侧,并在与俯冲陆块相邻部位由南而北俯冲。

(2)加里东末期—海西期表现为由南而北的逆冲推覆。加里东末期为主造山期,是研究区海陆转化的过渡时期,受到近南北向构造应力的控制,中祁连陆块向北大规模逆冲推覆,叠置于北祁连加里东褶皱带之上,在二者结合部位形成宽约 37 km 的呈北北东向延伸的叠瓦状逆冲推覆断裂带。该断裂带组成岩块主要是了高山构造混杂岩块—了高山构造地层体、震旦纪白银岩群、寒武纪黑茨沟组 and 香茅山组、奥陶纪阴沟群和中堡群。各岩片以大的逆冲断裂分割,大小各异的岩块在剖面上彼此叠瓦状“堆积”,推覆于志留纪肮脏沟组之上,在平面上呈长条状或扁豆状分布,内部发育次级断裂和褶皱变形,褶皱轴面基本与断面产状相协调。冲断面一般发育在褶皱的翼部,切割褶皱呈不完整状,褶皱夹于断块之间,大小各异,大者延伸可达 3 ~ 5 km,小者露头尺度上可见,轴面发育,劈理切割岩石呈似层状。

逆冲断层总体呈北西向—近东西向弧形展布,具宽窄不一的束状延伸,由多条规模不等的韧—脆性逆掩断裂组成。断面多南倾,少数北倾,受到后期构造的改造,倾角较陡,一般 $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$,个别可达

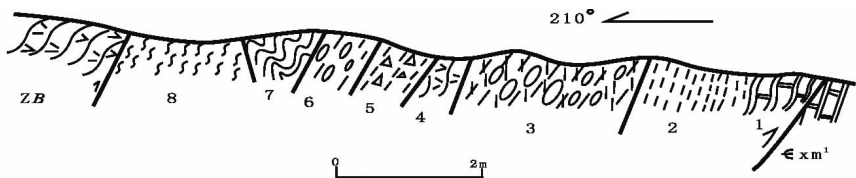


图8 了高山逆冲推覆断裂分带

Fig. 8 Overturned thrust fault in Liaogaoshan

1—片理化大理岩;2—断层泥;3—构造透镜体;4—英安岩岩块;5—断层角砾岩;
6—构造透镜体;7—强揉皱变形带;8—千枚岩带

80°,断面具波状起伏,常形成宽约几公里的破碎带,带内发育碎裂岩、断层泥、构造角砾岩,岩石片理化及揉皱变形现象普遍,断裂具明显的构造分带性(图8),有些断裂带内可见大的构造透镜体,断裂上盘老地层覆盖于下盘新地层之上,显示逆断层性质。由该断裂带两盘地层发育特征来看,南盘仅发育皋兰岩群和白垩纪以来的地层,而北盘则志留纪和晚古生代以来的地层发育相当完整。这充分说明晚加里东以来逆冲推覆造山作用的长期性。在此过程中,由南向北的大规模逆冲推覆,造成南盘上冲遭受长期剥蚀,而北盘下降接受沉积,逆掩推覆的作用使早古生代地层原始产态发生变化位移,并掩埋早期俯冲带构造实体记录。

(3)印支—燕山期发生大规模右行走滑平移,加里东末期—海西期逆冲断层再次活化,并改变其性质,由逆断层向平移断层转化,断裂两盘相对位移,在走滑断裂之间形成虚脱拉张空间,构成拉分盆地,盆地内沉积三叠纪地层。

断裂的走滑位移是显而易见的。首先从断裂两盘的地层分布特点来看,早古生代地层呈不对称状分布,如震旦纪白银岩群,在断裂北东盘只分布于黑石山沟—白银厂一带,而南西盘由于走滑而西移至解放村一带,并由于断层活动而改变原始构造线。另外,就断裂带本身而言,多数为早期断裂复活,沿袭和继承了早期断裂构成的脆弱面,成为再次活动的产物,并使其性质、产状、规模发生改变。发育拖拉褶皱,个别见水平擦痕,皆显示右行走滑。拉分盆地构造的形成是断裂右行走滑的又一典型标志,形成于断裂密集区,主要位于了高山一带,夹持于断裂之间,为楔形地质体,沉积物为三叠纪陆相碎屑岩建造。形成局限性陆相盆地沉积。

(4)喜山期由于青藏高原的隆升作用,区内受到南北向构造应力场的控制,形成浅层次逆冲推覆构造,受其影响带内发育逆断层、走滑断层组合及新生代宽缓褶皱。断裂带的总体产状,在研究区断层面面向南倾斜,上陡下缓,局部北倾为后期改造的结果。断裂带中的糜棱面理倾向南,与晚期脆性破裂面一致。主造山期断裂主体产态为南倾逆冲断层。

4 结论

由此可知,了高山多期活动断裂带是祁连造山带早古生代裂谷封闭后,加里东期中祁连陆块向北祁连俯冲,二者碰撞拼接,直至加里东末期—海西期发生由南而北大规模逆冲推覆造山,区内形成北西向—近东西向弧形展布的南倾韧—脆性叠瓦状逆冲推覆断裂带,印支—燕山期沿袭和继承了早期断裂构成的脆弱面,再次活动,形成浅层次右行走滑断裂。喜山期由于青藏高原的隆升作用的向北推挤,再次转化为逆断层性质,因此,该断裂带为由韧性变形向脆性变形过渡的多性质、多期次构造叠加复合的断裂结合带。

参 考 文 献

- [1] 甘肃省地质矿产局. 甘肃省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1991
- [2] 青海省地质矿产局. 青海省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1991
- [3] 程裕淇. 中国区域地质概论[M]. 北京:地质出版社,1994
- [4] 肖序常,李廷栋. 青藏高原的构造演化与隆升机制[M]. 广州:广东科技出版社,2000
- [5] 殷鸿福. 中央造山带的演化及其特点[J]. 地球科学(中国地质大学学报),1998,23(5):438-442
- [6] 冯益民,何世平. 祁连山大地构造与造山作用[M]. 北京:地质出版社,1995
- [7] 肖序常,陈国铭,朱自直,等. 祁连山古蛇绿岩带的地质构造意义[J]. 地质学报,1978,52(1):218-295
- [8] 吴汉全. 东秦岭和北祁连的蓝片岩 [J]. 地质学报,1980,54(3):195-207
- [9] 吴汉全. 北祁连高压变质带的岩石学及矿物学 [J]. 西安地质矿产研究所所刊,1982,4(7):5-21
- [10] 左国朝,吴汉全. 北祁连中段早古生代双向俯冲—碰撞造山模式剖析[J]. 地球科学进展,1997,12(4):315-323
- [11] 左国朝,刘寄陈. 北祁连早古生代大地构造演化 [J]. 地质科学,1987(1):14-24
- [12] 刘寄陈. 北祁连造山带陆块构造[J]. 地球科学(中国地质大学学报),1991,16(6)
- [13] 夏林圻,夏祖春,徐学义. 北祁连山早古生代洋脊、洋岛和弧后盆地火山岩[J]. 地质学报,1998,72(4):301-312
- [14] 夏林圻,夏祖春,徐学义. 北祁连山构造—火山岩岩浆演化动力学[J]. 西北地质科学,1995,16(1):1-28
- [15] 张建新,许志琴. 北祁连中段加里东俯冲—增生杂岩/火山弧带及变形特征[J]. 地质学报,1995,16(2):153-163

DEFORMATION CHARACTERISTICS AND MOTION MECHANISM OF MULTI-STAGE ACTIVE FAULT ZONES IN BAIYIN AREAS OF GANSU

HUO Qin-zhi¹, XIAO Lin¹, QIAN Zhuang-zhi², YAN Hai-qing²

(1.Geological Survey of Gansu Province, Lanzhou 730000, China; 2.Chang'an University, Xi'an 710000, China)

Abstract: Liaogaoshan faulted zone lie in the eastern segment of the central-northern Qilian junction zone, It happened subduction-soft collision-thrust-nappe tectonic beginning central Caledonian, then became a complex tectonic belt because of different periods deformations. In the 1 : 250 000 regional geological survey, the author studied the tectonic deformation sequence and deformation features of this zone by the structural analysis methods. It provides important geologic evidenced for the time-area and developments of Qilian orogenic belts.

Key words: Liaogaoshan; deformation features; mélangé; thrust-nappe structure; faulted belt