

# 四川南江上两脆-韧性叠加断裂带构造解析

吴德超 胡修棉  
(成都理工学院地质学系)

**【摘要】**四川南江上两地区褶皱基底中发育一大规模的脆-韧性断裂带。对该断裂带进行构造解析表明,断裂带具长期活动历史,由不同期次、不同构造层次的断裂活动叠加而成,晋宁期为韧性变形,中生代叠加了脆性活动。

**关键词** 断裂, 叠加断裂, 构造解析, 四川, 南江

**分类号** P542.3

研究区位于四川省南江县上两地区米仓山构造带南缘褶皱基底与盖层的接触带。在褶皱基底元古界麻窝子组(P<sub>1m</sub>)和上两组(P<sub>1s</sub>)中发育一系列脆-韧性断层,构成一宽达数公里的脆-韧性断裂带(图1)。该断裂带具有长期的活动历史和叠加性质。晋宁期为韧性变形(晋宁运动产生了二期韧性断层及褶皱,但第一期褶皱、断层保留很少,主要为晋宁二期北东向褶皱及韧性断层),与扬子大陆板块同华北大陆板块拼合对接有关。中生代叠加了脆性活动,并与米仓山推覆构造相联系。断裂带在上两地区发育最好,本文对该断裂带进行了构造解析。

## 1 几何特征

断裂带总体呈舒缓波状沿北东向延伸,西段走向北东,中部水磨—李家河一带呈近东西向,上两以东呈北东向,并有西端(母家坝一带)收敛、向北东撒开之势,各断层通常向北西—北西陡倾,倾角 50°~80°居多,局部向南东陡倾。

断层在平面上分支复合,成带成束分布,将区内的褶皱、岩体及变质岩层切割得支离破碎,使其成为大小不等的透镜状、板片状。

整个断裂带长度近 200 km,由密集分布的 10 余条断层组成(图1),西窄东宽,宽度 2~10 km。

## 2 内部结构及宏观构造

断裂带中的断层,其内部通常具有较复杂的结构。它们并非一条单一的断层面或一简单的韧性剪切带,而通常为若干强变形亚带和弱变形岩块(域)组成的断裂带。如麻柳断层(5),在上两牛鼻孔一线,带内由数个片理带(强变形亚带)、构造透镜体带或粘滞型布丁带(弱变形域)组成(图2)。在断层带边部强带较窄,宽数十厘米到数米;弱带较宽,宽数米到数十米,且表现为

1997-12-16 收稿。

第一作者简介:吴德超,男,43岁,硕士,副教授,构造地质学专业。

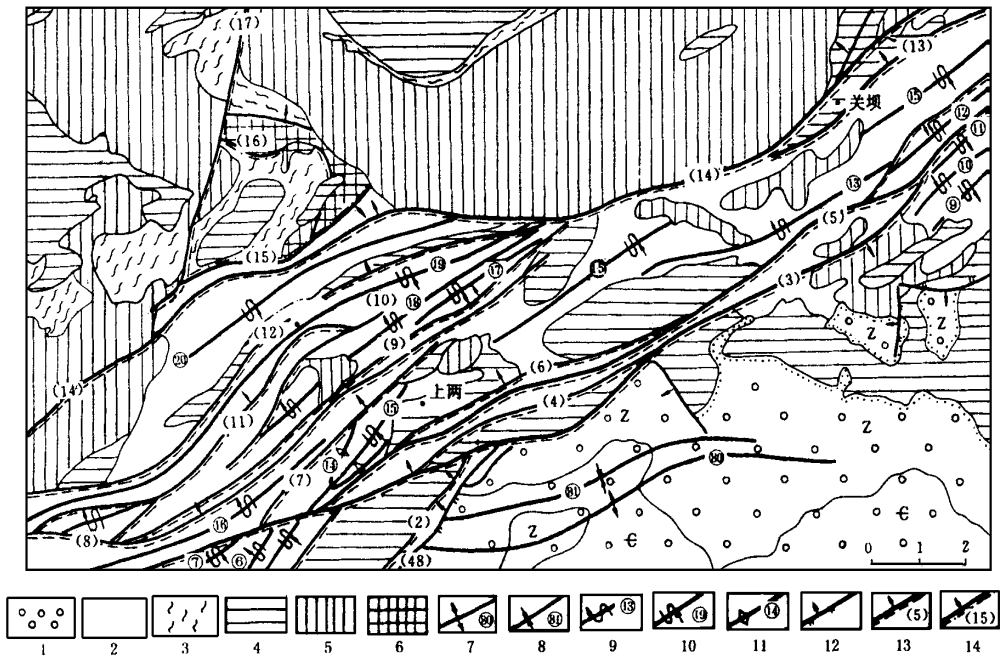


图 1 上两断裂带构造纲要图

Fig 1 Structure outline map of the Shangliang fault zone

- 1. 盖层(Z, C); 2. 褶皱基底(Pts, P<sub>tm</sub>); 3. 结晶基底(H<sub>w</sub>); 4. 澄红期岩浆岩; 5. 晋宁期岩浆岩; 6. 早元古代岩浆岩; 7, 8. 燕山—喜马拉雅期背斜、向斜及编号; 9, 10. 晋宁运动第二期背、向形及编号; 11. 晋宁运动第一期背形及编号; 12. 脆性逆断层; 13. 脆韧性逆断层; 14. 韧性逆断层。断层编号: (2) 斗儿坡断层; (3) 大河-竹坝断层; (4) 桂花园断层; (5) 麻柳断层; (6) 猫儿咀断层; (7) 上两河口断层; (8) 刺爬门-点子垭断层; (9) 麻窝子断层; (10) 罗金湾断层; (11) 岳池断层; (12) 光明断层; (13) 徐家坡断层; (14) 关坝-水磨断层; (15) 茶园岭断层; (16) 舒家坡断层; (17) 马岩坪断层

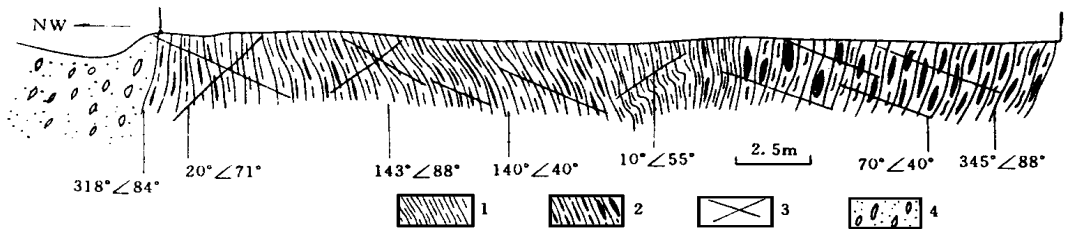


图 2 麻柳断层内部结构素描(上两牛鼻孔)

Fig 2 Interior structural cross section of the Malu fault

- 1. 钙质糜棱岩带; 2. 布丁体带; 3. 节理; 4. 碎裂岩带

规模较大的构造透镜体。邻近中部, 强带逐渐加厚, 弱带变薄, 两者近于均等发育。断层带中部, 主要以强带为主, 其内岩石的片理(糜棱岩)化程度相当高, 弱带仅局部出现, 表现为扁豆状或眼球状的粘滞型布丁。内部的强带与弱带常无明显界线, 变形强度由边部向中心变强。

断层内 S-C 构造发育。前者叫 S 面理或剪切带内面理, 由矿物颗粒或集合体长轴优选方位所显示的不连续的 S 形面状构造; 后者叫 C 面理或糜棱岩面理, 表现为由矿物定向排列且

平行于剪切带边部的片理构造。二者之夹角( $\varphi$ )总体由断层带边部向中心逐渐减小,经S-C法进行剪切应变值( $\gamma$ )测量,表现出:(1)由剪切带边部向中心,其剪切应变总体逐渐增大;(2)剪切应变值并非单调式;(3)剪切应变值通常不为0。说明:(1)剪切带由边部向中心应变总体逐渐增强;(2)剪切带具多个强变形中心;(3)整个岩块均不同程度地经历过韧性剪切,剪切带只是其中剪切变形特别强烈的部分。

韧性断层内褶皱总体趋势为自边部向中心由B型 AB型 A(鞘)型变化。本区的剪切带中常见A型褶皱,鞘褶皱不发育。

韧性断层内拉伸线理通常由变形砾石的压扁拉长、糜棱面理上定向排列的角闪石、斜长石(如光明断层)、石英、方解石、石墨等矿物及集合体(如麻柳断层、桂花园断层)显示出来,其产状多向北北西—北北东倾斜,倾伏角中等。

### 3 构造岩特征及显微构造

断层带中普遍发育糜棱系列构造岩及碎裂系列构造岩(图2,图3),但以前者为主,糜棱岩视原岩不同而具不同的构造岩类型。如刺爬门-点子垭断层,主要为与大理岩有关的钙质糜棱岩,岩石具糜棱结构,片理(定向)构造,碎斑成分为方解石、透闪石、长石。从断层带边部到中心,总趋势为:(1)构造岩由初糜棱岩变化为糜棱岩甚至超糜棱岩,即基质比例增大,碎斑减少,粒径变小,岩石向整体细粒化方向发展;(2)矿物颗粒内部应变效应增强,动态回复作用和动态重结晶程度提高;(3)岩石定向构造加强,由块状、条带状逐渐成为片状;(4)显微构造大致为波状消光 机械双晶 双晶膝折 变形条带 亚颗粒(核幔构造) 重结晶颗粒 超塑性流动条带。碎裂岩中常有糜棱岩碎块,碎裂流构造及破劈理相当发育。

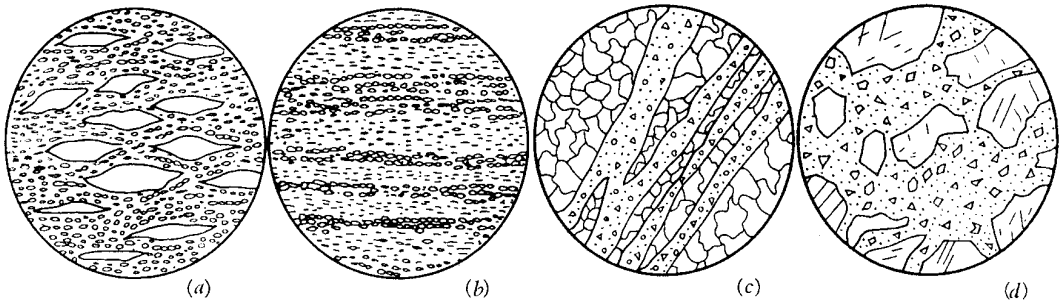


图3 构造岩镜下素描图

Fig 3 Sketch map of the tectonite

a 眼球状斜长角闪质糜棱岩,  $5 \times 10(+)$ , 光明断层; b 条带状长英质糜棱岩,  $5 \times 10(+)$ , 光明断层;  
c 碳酸质糜棱岩及碎裂岩,  $5 \times 4(+)$ , 麻柳断层; d 碳酸质碎裂岩,  $5 \times 4(+)$ , 麻柳断层

## 4 主要断层变形特征

### 4.1 大河-竹坝断层

区域上,该断层规模大,由正源至西乡,总长170 km,断层总体走向北东,倾向北西,倾角 $50^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ;断层带宽数十米至百余米,在不同地段切割不同地层,并表现出韧性、脆韧性及脆性等变形行为。

中段场坝地区,断裂带宽度可达数百米,构造岩主要为糜棱岩。在钙质糜棱岩中,方解石呈

条带状或透镜状产出, 普遍发育波状消光、扭折带、变形纹及机械双晶, 多被压扁拉长成长条状、板条状, 与定向排列的碳质一起构成糜棱面理。在长英质糜棱岩中, 酸性斜长石集合体呈眼球状构成碎斑, 极为细小的石英、长石、绢云母及碳质构成包绕碎斑分布的糜棱片理。此外, 断裂带中发育众多的闪长岩脉, 它们多数也糜棱岩化而成为闪长质糜棱岩。在糜棱岩中, 除糜棱结构及大量的塑性变形构造外, 尚可见明显的碎裂构造, 如钙质糜棱岩中发育后期微劈理、沿劈理面分布大量的细小方解石、塑性变形的石英被撕裂成锯齿状或刀切状。以上特征说明该断层经历了早期的韧性剪切及后期的脆性变形。在大河坝一带, 断层带宽数十米, 伴生构造丰富, 麻窝子组二段大理岩逆冲在灯影组、寒武系之上。前者形成钙质糜棱岩, 基性岩脉片理化, 其长石颗粒压扁拉长成扁豆状。寒武系页岩普遍发生动力变质成为板岩, 并多产生揉皱和劈理。砂岩常形成透镜体, 薄层砂岩常形成膝折。东段石板滩一线, 基底岩系推覆在盖层之上, 断层带宽度达百余米, 上盘为贾家寨单元角闪闪长岩(ZLJ), 下盘为灯影组白云岩, 带中具有强烈的韧脆性变形现象。宏观上, 断层带内部可分出 8 个变形带(图 4): 劈理化带、弱片理化带、强片理化带、弱劈理化带、透镜体化带、强劈理化带、牵引褶皱带、陡立带。微观上, 强片理化带中的长石、石英被强烈压扁拉长, 轴率可达 5 ~ 10, 角闪石平行定向排列构成片理, 同时, 角闪石绿泥石化; 弱劈理化带中的透镜体形如扁豆、眼球, 外围被劈理包绕, 还可见方解石细脉沿劈理面充填。

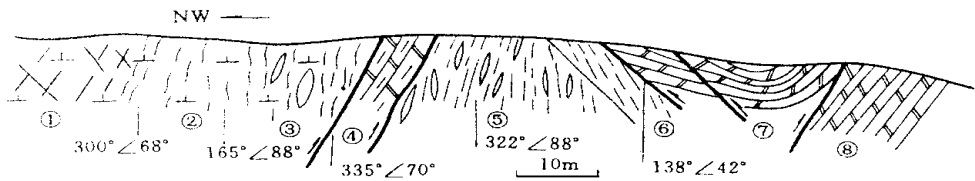


图 4 大河-竹坝断层内部结构素描图(上两石板滩公路边)  
Fig 4 Interior structural cross section of the Dahe-Zhuba fault

主推覆面西段西起垭上坪, 向南东方向延伸, 经正源至李家院转为南东东向, 二郎岩一带转向东延伸, 到月琴坝又转向北东方向延伸, 平面上形成一向南凸出的弧形断层, 弧顶在侯家沟一带。断层西段倾向北东, 倾角陡, 一般在 70 左右; 中段倾向北, 倾角 66 ~ 74°; 东段倾向北北西, 倾角 70 ~ 75°。除了西端以及东部杨家沟局部地段上盘为震旦系外, 其余大部分地段上盘出露太古一下元古代变质岩系及岩浆岩体, 而下盘均由震旦系组成。断裂带宽约几十米至上百米不等。近断裂处, 岩石破碎, 产状陡立甚至倒转, 断层面呈波状起伏。断裂带内岩石强烈片理化、劈理化、碎裂岩化、片理揉皱等, 可分出片理化带、构造透镜体带、劈理化带和节理带等多个构造带。小褶皱几何特征以及擦痕阶步都指示断层上盘向上斜冲为主, 但正源、母家坝一带具明显的右旋及左旋运动。该弧形构造及运动方式为中生代不均匀推覆所致。

#### 4.2 关坝-水磨断层

断层西起国华幅的月琴坝, 向北东方向延伸, 进入楠木幅后转为向东延伸, 至水磨以东又转向北东延伸至檬子幅新民、关坝幅大沟, 然后又折向东延伸经吊脚楼、马家台至关坝, 关坝以东断层转向北东延伸。平面上该断层呈波状起伏, 总体走向北东-南西。区域上, 它经关坝向北东继续延伸至陕西省西乡, 全长 150 多千米。该断层规模较大, 对岩体和矿化影响显著。沿断裂带分布的水磨碱性岩体、李家河铁矿以及新民水马门铁矿均受其控制。关坝-水磨断层总体倾向北西, 局部地段倾向北, 倾角较陡, 一般都在 70 左右。上盘主要为澄江期和晋宁期岩浆岩



及部分中—上元古界火地垭群变质地层, 下盘主要是火地垭群变质地层及部分澄江期和晋宁期岩浆岩。断层沿走向分支复合, 其中夹透镜状岩块或断片。断层带宽几十米至几百米不等, 旁侧多有次级断层伴生, 在楠木幅李家河一带主推覆面旁侧规模较大的次级断层多达 7~8 条, 且每一条次级断层又由更次一级小断层组成, 因而在剖面上构成鳞片叠瓦状几何样式。断层带中岩石破碎, 既发育近于平行断裂分布的片理、片理揉皱、构造透镜体以及钙质和长英质糜棱岩, 代表了早期的韧性活动特征; 又见有密集的破劈理带, 它们切割早期片理构造并形成碎裂岩和构造角砾岩, 代表了该断层后期的继承性活动以脆性变形为特征。从而在剖面和平面上构成了韧性和脆性变形共存、变形程度强弱相间的现象(图 5)。

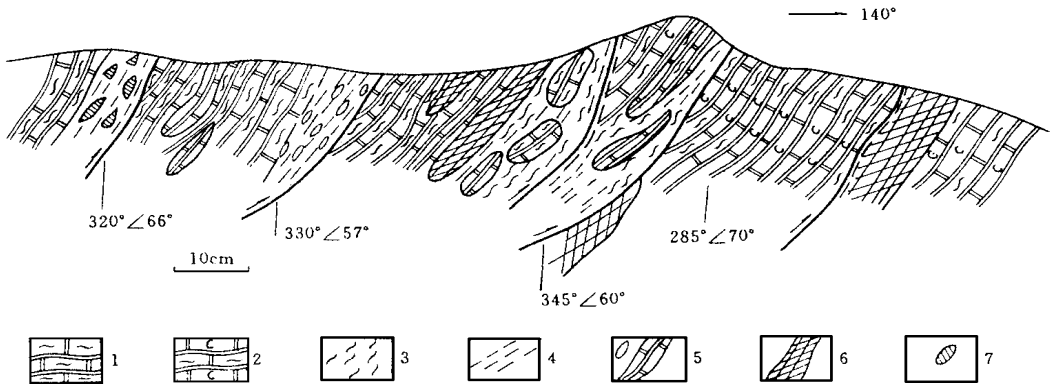


图 5 关坝-水磨断层带内部结构素描图(李家河铁矿采场)

Fig 5 Interior structural cross section of the Guanba-Shuimo fault

1. 片理化大理岩; 2. 含石墨片理化大理岩; 3. 片理化带; 4. 破劈理及脆性破裂带;
5. 构造透镜体带; 6. 铁矿层; 7. 碱性岩

镜下观察断层带中的构造岩显微构造现象丰富, 岩石中矿物被压扁拉长呈定向排列, 石英和方解石中具强波状消光, 方解石有变形双晶及双晶膝折, 长石中多表现为碎裂行为。边界极不规则, 周围包绕细小的动态重结晶石英颗粒, 构成典型的核幔构造。这类早期形成的糜棱岩、构造片岩多被后期的显微拉伸破裂和显微剪切破裂切错破坏。碎裂岩中碎斑和角砾大小混杂, 排列无定向, 被周围的碎粉状物质胶结。

### 4.3 猫儿咀断层

展布于上两桥桥头, 上盘为魏家坝单元花岗岩(Zw<sub>j</sub>), 下盘为麻窝子组二段大理岩, 断层带宽约 30 m, 由 5 条次级断层及破碎花岗岩带、透镜体化劈理化花岗岩带、透镜体化大理岩带、劈理化带共 4 个构造带组成(图 6)。拉伸线理产状为 2°~48°; 平面上具有左行走滑特点。在断层面附近, 花岗岩局部产生片理化现象, 运用 S-C 方法对其剪应变测量, 剪应变值最大可达 14。对破碎带的石英颗粒进行电子自旋共振测定, 其年龄为 68 Ma, 说明断层在燕山期具有一次强烈的活动。

## 5 运动学特征

宏观上, 据断层中发育的旋转碎斑、不对称拖尾、斜长石和角闪石的多米诺骨牌构造、向南东倾倒的同斜褶皱、向北西陡倾的片理、向北西陡倾伏的拉伸线理等证据说明断裂带主要由北西向南东逆冲运动为主。微观上, 在长英质糜棱岩、钙质糜棱岩及斜长角闪质糜棱岩中采集

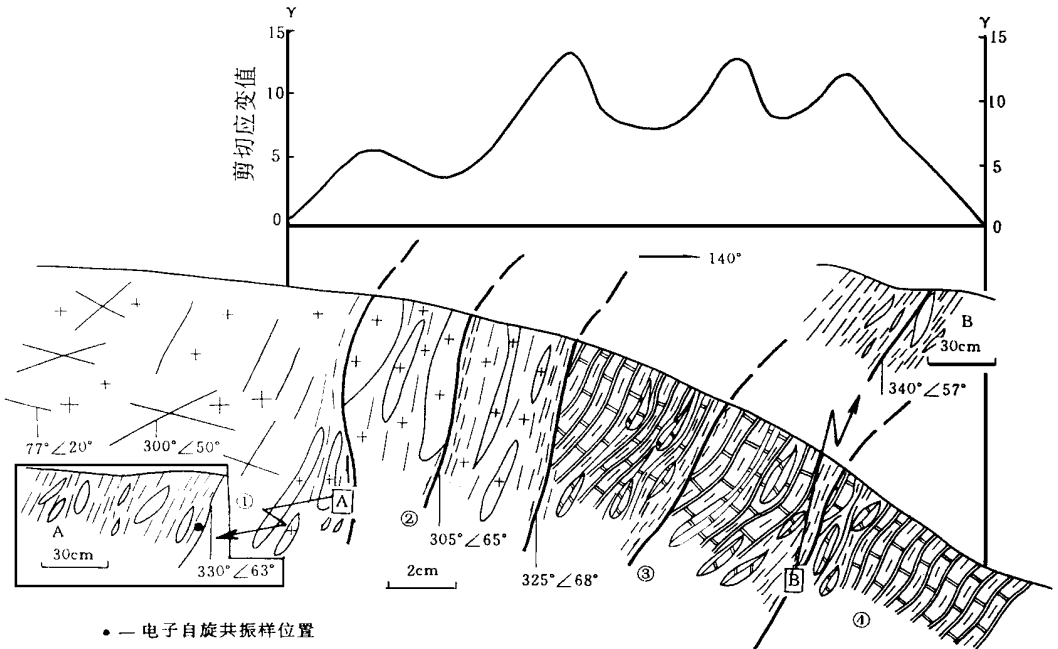


图 6 猫儿咀断层内部结构素描图(上两桥南)

Fig 6 Interior structural cross section of the Ma'erju fault

1. 花岗岩劈理化带; 2. 花岗岩透镜体带; 3. 大理岩透镜体带; 4. 劈理化大理岩带

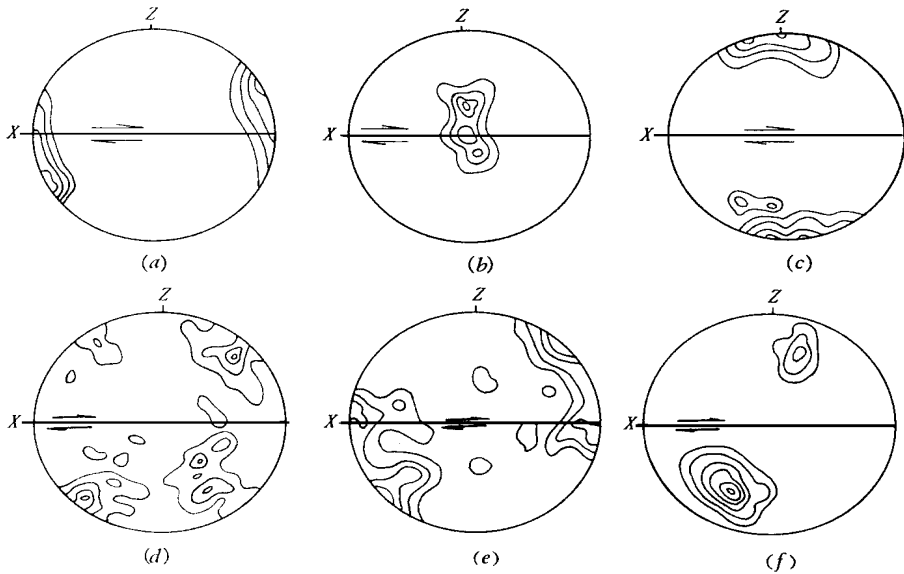


图 7 糜棱岩岩组图

Fig 7 Petrofabric diagram of the mylonite

定向标本, 分别对其角闪石光率体、石英光轴、方解石双晶及光轴作弗氏台测量统计(图 7)。结果表明: (1) 岩组图具有极密到环带过渡的特征; (2) 在环带中有 1~2 个极密区; (3) 具单斜对称型式, 属 R 构造岩类型, 显示了断层的逆冲性质。同时又具众多的伴生构造, 如大河—竹坝断层中的不对称构造、北东向缓倾擦痕切割陡倾的拉伸线理等, 说明断裂带在平面上具有左行走滑运动(弧形构造段具有右行走滑运动)。逆冲运动发生于晋宁期韧性变形, 走滑运动发生于中生代韧性-脆性推覆时期。

## 6 结 论

经多期次活动的断裂可称为叠加断裂或复活断裂, 上两断裂带为一典型的叠加断裂带。

上两断裂带在晋宁期表现为韧性逆剪切, 产生了大量的糜棱岩、S-C 构造、A 型及 AB 型褶皱、拉伸线理及有关的韧性变形显微构造。利用断层岩中动态重结晶石英、方解石颗粒进行古应力计算, 其值介于 47~138 MPa。据构造岩、显微构造、变质作用等特征来看, 韧性剪切(断层)形成深度约 10 km, 为中—深构造层次下简单剪切产物。中生代(燕山—喜马拉雅运动), 断裂带叠加脆(韧脆)性活动, 全部卷入米仓山推覆构造之中, 总体上叠加左行走滑运动。

上两断裂带既是前寒武纪韧性剪切带, 又是中生代大型推覆构造带, 还是有利的成矿带, 该区的铜、铁、金等内生金属矿产几乎都分布于该断裂带中。它们的形成、富集和改造既与前寒武纪的断裂活动有关, 也与中生代断裂的叠加改造有关。

本文资料为区调队集体劳动成果, 参加工作的主要同志有魏显贵、杜思清、刘援朝、何政伟、马润则、肖渊甫、赵兵等, 特此致谢。

## 参 考 文 献

- 1 马杏垣. 解析构造学刍议. 地球科学, 1983, 8(3): 1~9
- 2 吴德超. 湖北谷城紫金复合型韧性剪切带的变形史及推覆构造意义. 成都地质学院学报, 1993, 20(4): 27~32
- 3 Ram say J G. Folding and Fracturing of Rocks. New York: New Mc Graw Hill, 1967
- 4 Ram say J G. Shear zone geometry, a review. J Struct Geol, 1980, 2: 83~99
- 5 Ram say J G, Huber M. The Techniques of Modern Structural Geology (Vol 1). London: Academic Press, 1983
- 6 Park R G. Foundations of Structural Geology. Glasgow: Balackie and Son Ltd, 1983
- 7 郑亚东, 常志忠. 岩石有限应变测量及韧性剪切带. 北京: 地质出版社, 1985

# THE STRUCTURAL INTERPRETATION OF THE BRITTLE-DUCTILE SUPERPOSED SHANGLIANG FAULT ZONE IN NANJIANG, NORTHERN SICHUAN

Wu Dechao, Hu Xiumian  
(Chengdu University of Technology, China)

**Abstract** There is a large-scale brittle-ductile superposed fault zone in the Shangliang area, Northern Sichuan. The structural interpretation of the fault zone shows that the Shangliang fault zone has experienced a long history of activity. The zone consists of many faults in different periods and different structural levels. Its deformation in Jinning period is characterized mainly by ductility, and in Mesozoic-Cenozoic mainly by brittleness.

**Key words** fault; superposed fault; structural interpretation; Sichuan; Nanjiang