

文章编号:1004-4116(2004)01-0054-0007

碧口地块北缘大型韧性剪切带的构造、成矿意义

李新生^{1,2}, 牛卯胜², 张 崇²

(1. 中国地质大学资源学院, 湖北 武汉 430074; 2. 甘肃省地质调查院, 甘肃 兰州 730000)

摘 要:碧口韧性剪切带沿康县—碾坝—麻子坝一带呈连续带状展布, 发育于泥盆系及震旦系关家沟组上岩段内部。该韧性剪切带对碧口群区域构造解析、构造运动学、动力学研究及成矿研究具有重大意义。

关键词:碧口; 韧性剪切带; 逆冲推覆构造

中图分类号:P54 **文献标识码:**A

0 引言

碧口大型韧性剪切带 RF1(图1)是在开展康县、碾坝两幅区调工作中新发现的。该韧性剪切带对碧口群区域构造解析、构造运动学、动力学研究具有重要意义;更为重要的是,该韧性剪切带中广泛分布各种成因类型的金矿床。

1 大地构造位置

该区为扬子板块与华北俯冲增生的杂岩体(陶洪祥、王全庆等,1988)。该区北以文县—康县—略阳古断裂(韧性剪切带)为界,与南秦岭造山带相连,南以青川—勉县大断裂为界与扬子板块相接,西侧与甘孜褶皱带相邻。宏观上构成南西宽,东部收敛的楔形俯冲杂岩体(见图1、图2)。

2 碧口韧性剪切带的构造变形特征

2.1 韧性剪切带的宏观特征

该韧性剪切带沿康县—碾坝—麻子坝一带呈连续带状展布,发育于泥盆系及震旦系关家沟组上岩段内部。最大宽度3.5km,一般宽3km左右。推断北东端延至陕西略阳一带,南西端延至文县一带,为一大型韧性剪切带。

该韧性剪切带在晋宁期以收缩为主的构造变形。晋宁早期在SW—NE向主应力控制下,

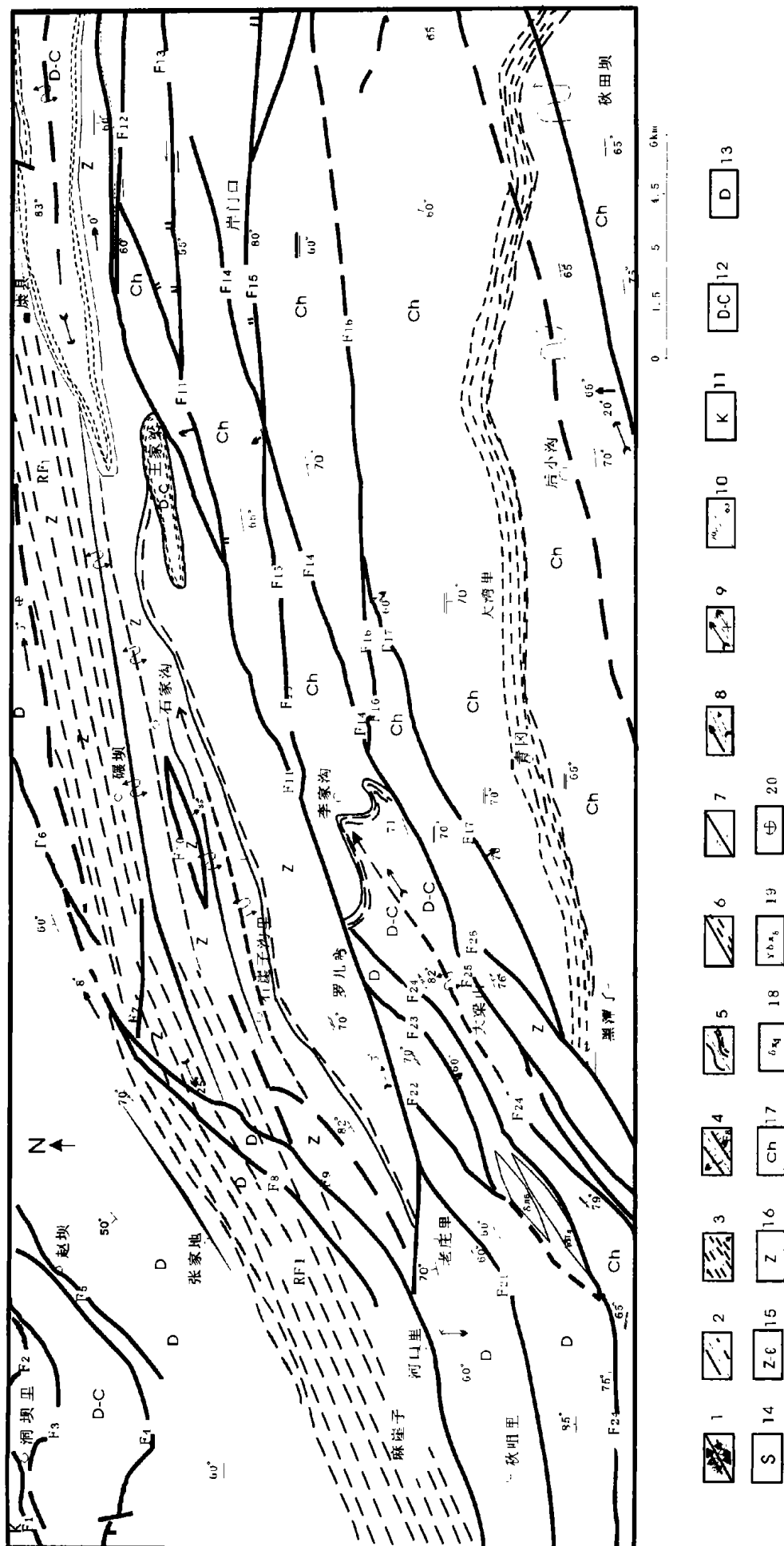


图1 研究区构造纲要图

Fig. 1 The structural outline map of research region

1—(早期)紧闭背/向形(斜)构造;2—(晚期)紧闭背/向形(斜)构造;3—走滑/逆冲剪切带;4—逆/正断层及编号;5—地质界线/构造界面;6—糜棱岩化构造界面;
7—走滑断层;8—拉伸/擦痕线理;9—枢纽/交面线理;10—面理/层理产状;11—白垩系;12—石炭—泥盆系;13—泥盆系;14—志留系;
15—寒武—震旦系;16—震旦系;17—长城系;18—闪长斑岩脉;19—花岗岩长斑岩脉;20—金矿化点

形成秧田乡大中型紧闭倒转褶皱;褶皱具对称特点,褶皱倒向与斜劈理带倒向一致。随着主应力的增强,在 SSW-NNE 向剪应力作用下,区内发生韧性变形,形成巷子口逆冲式韧性剪切带,发育长英质糜棱岩, A 型拉伸线理、剪切透镜体、旋转应变、S-C 面状构造及压力影等。属地壳中下构造层次的剪切变形机制,以韧性变形为主。晋宁晚期主应力为近 SN 向,形成 EW 向断裂,断裂具走滑特征。

在韧性剪切带内变形岩石主要为长英质糜棱岩、碳酸岩质糜棱岩、千糜岩及糜棱岩化英安质凝灰岩、糜棱岩化花岗闪长斑岩、糜棱岩化石英千枚岩。岩石具糜棱结构,糜棱面理发育。长英质矿物明显拉长定向,呈碎斑状,暗色矿物绕碎斑呈流动状或条带状分布。软弱岩层如千枚岩、片理化凝灰岩等,强片理化,形成流劈理组成千糜岩;而相对能干岩则以片理化、糜棱岩化为主,如中酸性凝灰岩、凝灰角砾岩、灰岩等;而强能干岩则被拉成石香肠状,如石英岩、硅质岩等。糜棱岩面理发育,片理产状南西端一般为 $320^{\circ}\sim 350^{\circ}/45^{\circ}\sim 60^{\circ}$,北东端产状变陡倾角 $70^{\circ}\sim 80^{\circ}$,与原始层理产状基本一致,其间见有面理置换。

宏观上韧性剪切带内发育大型鞘褶皱及小型鞘褶皱群、S-C 组构、同构造分泌脉、长英质碎斑、石香肠构造、矿物拉伸线理、顺层面理等。根据剖面测量的资料(以下所附插图多出现在图 2 的韧性剪切带内),现对其特征分述如下:

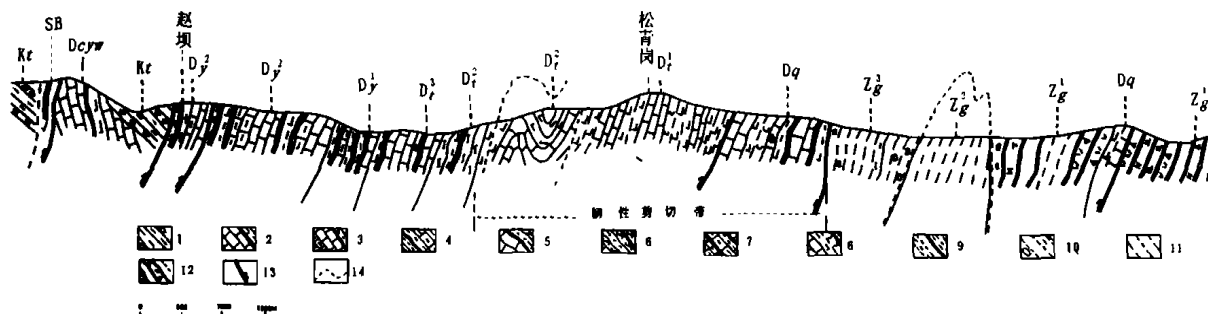


图 2 甘肃康县碾坝地质剖面图

Fig. 2 Section of geology Kangxian Nianba, Gansu

- 1—白垩系田家坝组(Kt)泥质粉砂岩、砂质泥岩与中厚层砾岩互层;2—石炭系—泥盆系(DC_{cyw})薄层微晶灰岩和中厚层白云岩;3—泥盆系羊汤寨组(Dy²)上岩段薄层微晶灰岩和泥灰岩、钙质千枚状板岩;
- 4—泥盆系羊汤寨组(Dy¹)下岩段千枚状板岩夹薄层灰岩、含凝灰千枚岩;5—泥盆系屯寨组(Dt³)上岩段厚层粉晶灰岩,偶夹钙质千枚状板岩;
- 6—泥盆系屯寨组(Dt²)中岩段钙质千枚状板岩及绿片岩;
- 7—泥盆系屯寨组(Dt¹)下岩段薄层微晶灰岩与千枚岩、含碳及千枚岩交互层;8—泥盆系桥头组(Dq)灰岩、钙质千枚岩及千枚状板岩夹生物碎屑白云岩、灰岩;
- 9—白龙江群(SB)浅海细碎屑岩组合,千枚状板岩为主;
- 10—震旦系关家沟组(Zg³)上岩段凝灰质含砾千枚岩、凝灰质千枚岩;
- 11—震旦系关家沟组(Zg²)中岩段为变长石石英砂岩夹砂质板岩、粉砂质千枚岩;
- 12—震旦系关家沟组(Zg¹)下岩段变长英质砂岩、杂质岩及凝灰质砂岩互层夹粉砂质千枚岩;
- 13—断层;14—推断地质界线

(1) 鞘褶皱

在王家上沟里沟脑泥盆系地层中极为发育(图 3),发育在糜棱岩带中,属特殊的 A 型褶皱;露头尺度上 XY 面上呈长条状或舌状;矿物拉伸线理发育,并伴有同构造分泌的石英脉,其方向与褶皱枢纽一致,线理方向均为 80° 方向。在 XZ 面分别测得其倾伏向 $320^{\circ}\sim 65^{\circ}$ 、倾伏角 45° 。在 YZ 面上(图 3、4)其形态呈半封闭或封闭的椭圆形,端部测得其倾伏向 80° 、倾伏角 $8^{\circ}\sim 10^{\circ}$,近于水平,与 XY 面拉伸线理方位一致。小型鞘褶皱群特征同上。

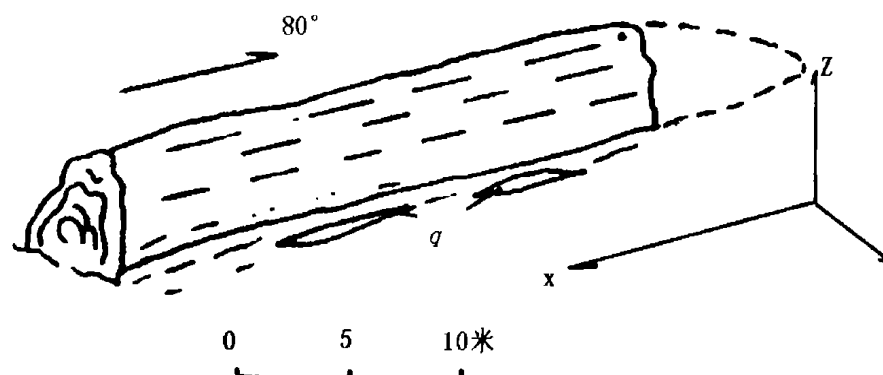


图3 王家上沟里沟脑 D_1 糜棱岩(千枚状片岩)中的鞘褶皱(XZ面)

Fig.3 Sheath fold formed in D_1 mylonite in Wangjiashanggouli

(2) S—C 组构

宏观上偶见 S—C 构造岩(图 5), 其中 S 面理由细小的长英质矿物及鳞片状矿物定向组成的连续或不连续的面状构造, 即为糜棱面理, 产状为 $335^\circ \angle 75^\circ$, C 面理相当于流劈理带, 由图显示剪切指向近 90° , 且面理与原始层型界面夹角较小, 为顺层韧性剪切变形的佐证。

(3) 长英质、方解石等“ δ ”型碎斑

在剖面的剪切带中可见大量由长英质、方解石等组成的“ δ ”型碎斑, 总体呈定向排列, 周围由绢云母、绿泥石等变质矿物所围绕, 两侧具明显的拖尾, 形成“ δ ”型碎斑(图 6、7)反映右剪切指向; 从剪切带边部向内部方向有从“ σ ”型向“ δ ”型转变的趋势, 反映递进变形的特征。

(4) 石香肠构造

剪切带中可见石香肠构造(图 8), 早期石英脉经剪切形成藕节状石香肠, 沿面理展布, 经后期的印支期构造运动破坏而形成褶曲, 具有叠加构造特征。

(5) 拉伸线理及同构造分泌脉

拉伸线理主要为矿物拉伸线理, 石英、长石等矿物被拉伸、定向排列, 产状倾向一般为 $80^\circ \sim 100^\circ$ 、倾角 $8^\circ \sim 5^\circ$, 近于水平, 呈明显的指向意义。另外同构造分泌石英脉、方解石脉(图 3、7)形成线理构造, 产状同上, 反映出该期变形剪切指向和运动方向为 80° 左右的右行顺层剪切。

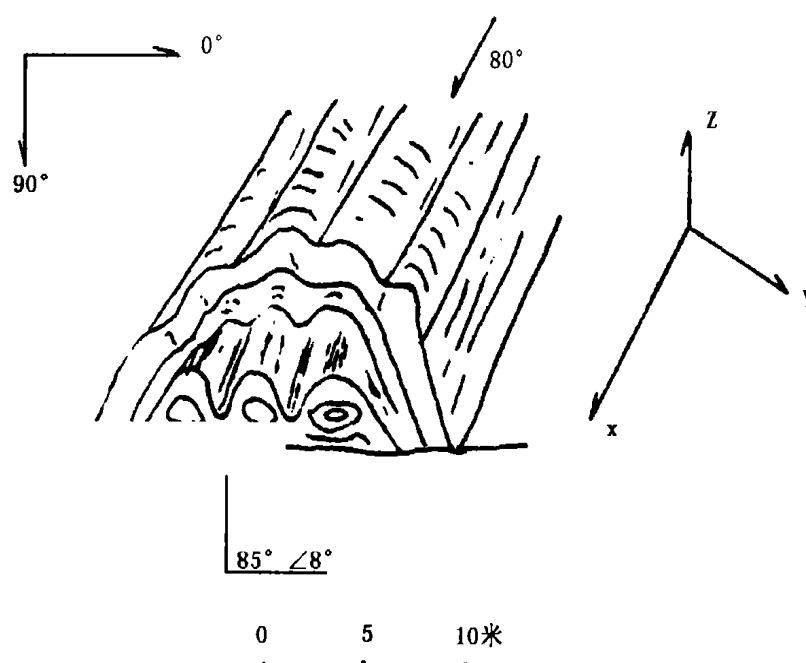


图4 王家上沟里沟脑 D_1 碳酸岩质糜棱岩(结晶灰岩)中的鞘褶皱

Fig.4 Sheath fold formed in D_1 carbonate mylonite in Wangjiashanggouli

(6)面理置换及顺层面理

面理置换:由于强烈的变形作用,前期层理被改造、转换形成顺层面理,该面理平行或近似平行岩性层理。在测区韧性剪切带内已完全置换,置换型式为“Ⅰ”型。

顺层面理:系区域性面理状构造,是平行或近似平行岩性层理的顺层剪切带劈理,主要有糜棱面理、流劈理、片理等几种构造形式。

糜棱面理:是测区顺层韧性剪切带中发育的一组与剪切面一致的新生面状构造,系由细小的粒状矿物石英、长石和绢云母等片状矿物组成的强应变带,与剪切带内S面理构成S—C组构(图5),该面与岩性层理近于平行,为顺层韧性剪切带的特有产物。

流劈理:主要见于千枚岩、板岩等岩石中,原岩常为能干性较弱的正常沉积碎屑—泥质类岩,经变质变形作用,在水平剪切应力条件下,经剪切破碎、矿物重结晶,呈定向分布,宏观上表现为密集的片理带,微观上为新生矿物定向排列的组构域。在测区绢云母石英千枚岩、钙质千枚岩中常见。

片理:片理是测区能干性强的岩层内部由于水平剪切作用而形成的破碎面域,一般发育于

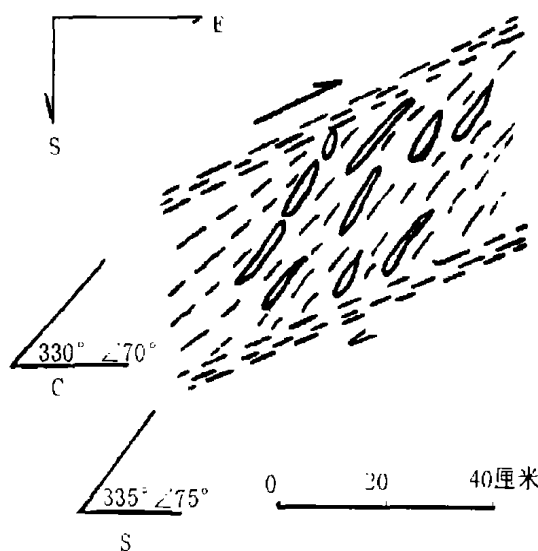


图5 芦家沟变凝灰质砾岩中的S—C构造岩

Fig.5 S—C tectonite occurring in metasurfaceous breccia in Lujiagou

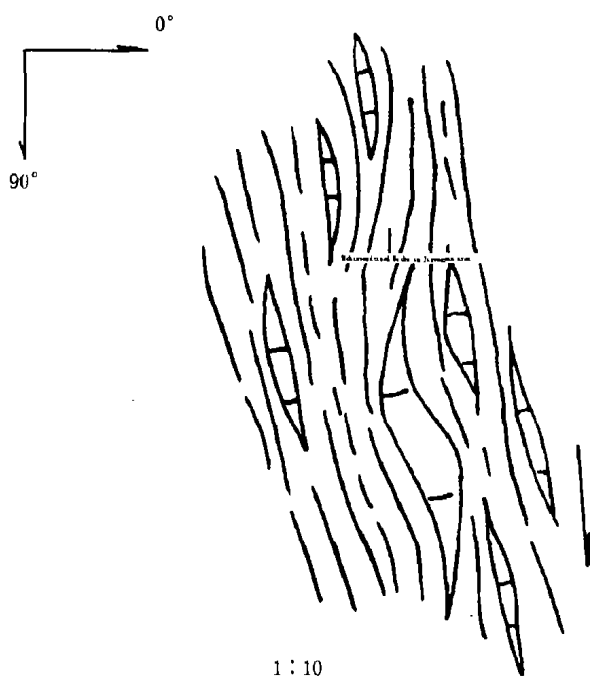


图6 鸡公眼一带强片理化岩石中“σ”型变形灰岩透镜体

Fig.6 “σ” type deformed limestone lenses occurring in strongly schistositized rocks in Jigongyan area

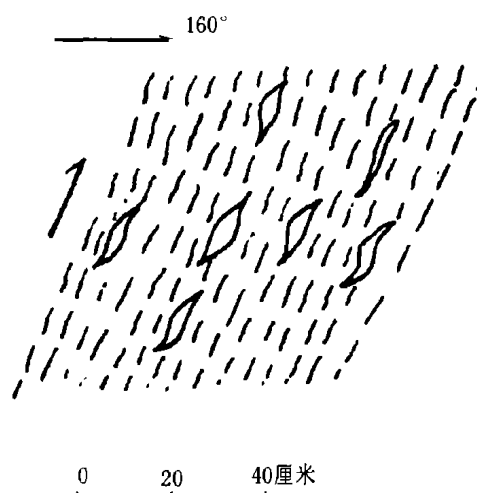


图7 周家沟北千枚岩中石英、方解石组成的“δ”型碎斑(Zg)

Fig.7 “δ” type porphyroclasts made of quartz and calcite in phyllite in north of Zhoujiagou

块状岩石内部,如在辉长辉绿岩、蚀变中基性火山岩中常见,经变质—变形作用一般形成绿片岩相,宏观上表现为片状—板状构造。

2.2 韧性剪切带的微观特征

镜下观察,在长英质糜棱岩中,岩石由碎斑及基质两部分组成,碎斑主要是石英、长石,多被压扁拉长,呈棒状、楔状定向排列,并发生斗状重结晶,其中石英具波状消光,发育亚颗粒及细粒化现象;长石具拖尾弯曲变形及绢云母化,残存长石发育斜裂式微裂隙;基质主要是细粒石英、绢云母、绿泥石等,基本重结晶,并绕碎斑呈流动状分布。在千糜岩中,大量的鳞片状绢云母、绿泥石及粉状的绿帘石等集中分布,围绕粉状矿物(石英、长石等)形成明暗相间的条带。

2.3 韧性剪切带的构造层次、变形相、体制

测区总体处于收缩体制下发生在地壳中深构造层次的构造变形,在强烈的剪切应力作用下,岩石发生塑性剪切流变,形成压扁—剪切褶皱及逆冲型韧性剪切带。在此构造—变质环境下,岩石发生区域低温变质作用,形成低绿片岩相,韧性剪切带则发生退化变质。

2.4 韧性剪切带的变形机制

在该剪切带中砾石层作变形砾石有限应变分析结果为,赛家底下南一带 K 值为 0.89,袁家坝 K 值为 0.97,平均值为 0.93, K 值略小于 1,基本属平面应变(Z 维应变),其应变机制为平面应变简单剪切机制。

2.5 构造意义

传统认为南秦岭与扬子板块是以文县—康县—略阳大断裂(脆性)为界,本人通过对康县、碾坝区调资料分析认为应为韧性剪切带为边界。

韧性剪切带的发现,说明晋宁早期陆内逆冲推覆造山运动十分强烈,初期为剪切带,晚期为 NNW 方向之压应力强烈,形成测区一系列逆冲推覆构造系,波及全测区,奠定了测区构造的现今景观。在地壳中深层次构造环境下,地层纵向收缩,叠置发生塑性变形,层间韧性滑移,从而形成不对称的紧闭褶皱及韧性推覆构造。随着剪切应变量的增大,由晋宁早期的大型不对称褶皱向逆冲式韧性剪切带转化,反应了剪切应变的递进特征。

2.6 韧性剪切带的成矿意义

该区北部为康县金、磷、铁、锰成矿带,南部为碧口—阳坝金铜成矿带之北缘。其分布明显

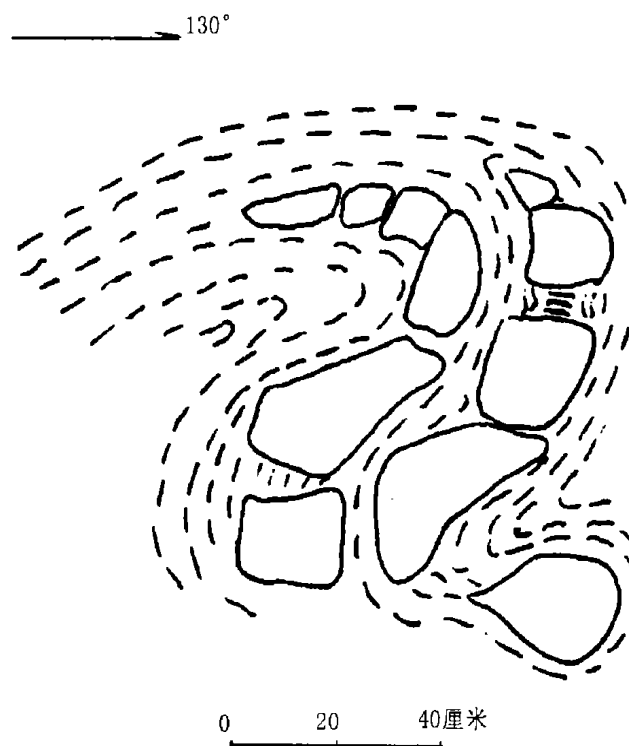


图8 前头弯北绢云母石英千枚岩(Dy^1)中石英脉形成藕节状石香肠,后期为印支期断裂叠加

Fig.8 Boudin made from quartz vein in sericitized quartz phyllite in north of Qiantouwan

受区域构造的控制,各期构造即给矿液运移提供了通道,同时又为成矿物质富集提供了容矿空间。

南部成矿带主要为金、铜矿化,变质热液型,分布比较广。集中在长城系火山岩、火山碎屑岩中。由于火山碎屑岩类 Au 元素丰度值比较高,加之晋宁期多发育面理置换,韧性剪切在剪切流变过程中,变质热液随同 Au 元素迁移,在剪切构造面有利部位富集,形成 Au、Cu 矿化。

北部成矿带,主体位于大型右行走滑韧性剪切带内外,蚀变岩型为金矿化、长英质糜棱岩型金矿化、火山热液型铁、铁锰矿化,并十分发育,尤其金矿化极发育。韧性剪切带中分布有 6 个金矿(点),主要为砂金,大部分已经开采。大致可分为砂金矿(王坝)、焦家式金矿(以李家沟金矿点为代表)及与韧性剪切带中长英质糜棱岩有关的金矿化点(以李家沟一带为代表)。李家沟金矿点位于泥盆系分布区,从测区北侧的李家沟延伸至测区唐家坝一带,有李家沟金矿点、唐家坝金矿点及赵家沟金矿化点等。李家沟金矿点成矿与韧性剪切带、蚀变断裂破碎带有关,蚀变断裂破碎带宽 10m 以上,已知品位为 0.254×10^{-6} 、 10×10^{-6} 、 5×10^{-6} ,最高者达 40×10^{-6} 左右,可望成为一条新的金成矿带。

参考文献:

- [1] 刘喜山,李树勋,刘均来. 变形变质作用及成矿[M]. 北京:中国科学技术出版社,1992.
- [2] 石宏仁. 国外韧性剪切带变质作用研究的一些情况[J]. 地质科技动态,1983(9):124.
- [3] 肖庆辉. 糜棱岩显微构造和成因[J]. 构造地质论丛,1985(5).
- [4] 霍福臣,李永军. 西秦岭造山带的建造与地质演化[M]. 西安:西北大学出版社,1995.
- [5] 许志琴. 地壳变形与显微构造[M]. 北京:地质出版社,1984.
- [6] Carol Simpson. 糜棱岩内运动方向的测定. Journal of Geological Education, 1986, 34.

STRUCTURAL AND METALLOGENIC IMPLICATION OF THE LARGE - SCALE DUCTILE SHEAR ZONE IN THE NORTHERN MARIN OF BIKOU GROUP

LI Xin-sheng¹, NIU Mao-sheng², Zhang Chong²

(1. China University of Geosciences, Wuhan 430074, China;

2. Geological Survey of Gansu Province, Lanzhou 730000, China)

Abstract: Bikou ductile shear zone distributing along Kangxian county—Nianba—Maziba developed in the Devonian System and the upper Guanjiagou Formation of Sinian System. The Ductile shear zone Showed that strong thrust - nappe orogenic movement in Hercynides period, and strong NNW pres - stress in Indosinian Period; It formed a series of thrust - nappe structures in the area, and established the structural framework of the area.

Key words: Bikou; Ductile shear zone; Thrust - nappe structure