

丹东韧性剪切带内岩石的 有限应变测量及其地质找矿意义

王宇明

提 要 丹东韧性剪切带为一狭长的强应变带,大致呈北东—南西向延伸,带内大部分岩石已转化为动态性构造岩,其中发育有变形砾石、扁豆体、构造透镜体、变形捕虏体等,显微镜下可见畸变的石英颗粒及其集合体。这些变形标志体的有限应变测量结果表明,带内岩石在动态变形阶段,曾发生过大规模的、自南东至北西的韧性推覆作用,导致了三股流岩体沿构造薄弱处的侵位及同构造期金矿的形成。

关键词 丹东韧性剪切带 韧性推覆作用 变形标志体 有限应变测量 同韧性变形金矿

丹东韧性剪切带大致平行于中朝边界的鸭绿江,呈北东—南西向延伸,东南部以鸭绿韧—脆性断裂为界(因国界所限,未能沿南东横向追索),从丹东市近郊的四道沟金矿区沿南西方向至接梨树一带,西北部自五龙金矿区向北东和南西方向均可以连续追索,总体上表现为一个狭长的强变形带(图1)。

带内岩石主要由太古宙变火成岩及元古宙变沉积岩所组成。据野外及显微镜下的观察和研究,这两类岩石在动态变形及重结晶条件下原有的结构构造发生了显著变化,绝大部分显示出动态性构造岩的特征,沿着一定方向追索,岩石出现从初始糜棱岩→糜棱岩→超糜棱岩的演化序列(照片1、2、3),反映出岩石变形由弱→强的演化规律^[1]。

构造岩中除了发育有Ss—Sc面理(图2)、被动褶皱、矿物线理和滑动线理以外,还可见到各种各样的变形标志体,如不同规模的石香肠体、构造透镜体等。镜下可见到丰富多彩的显微变形构造,如残斑的旋转、压扁及拉长、“云母鱼”构造(照片4)、微膝折带、微褶曲、缝合线状晶界(照片5)、拔丝状构造等。

丹东韧性剪切带内的岩石,在动态变形阶段主要受到绿片岩相的动力退变质作用,岩浆活动表现为三股流岩体沿剪切带构造薄弱处(变火成岩与变沉积岩的接触带)的侵位及各类同构造期岩脉的形成。

研究区内赋存有两个大型金矿床(五龙金矿和四道沟金矿)和数十个金矿点,这些金矿均与丹东韧性剪切带有着甚为紧密的联系。

1 有限应变测量

变形岩石的有限应变测量,是通过确定变形标志体应变主轴的方向及长度($X \geq Y \geq Z$),计算出其应变量的大小,求出 Flinn 指数 K 值,由此判定岩石的应变状态及其应变机制^[2]。

现将研究区内的五龙金矿区、四道沟金矿区、接梨树区和三股流区的有限应变测量情况分别论述如下:

1.1 五龙金矿区

该区 90% 以上的地区出露由太古宙黑云母花岗岩演化而来的构造岩,此类岩石中,矿物的同构造期重结晶(也称动态重结晶)现象十分显著,如基质石英颗粒的缝合线状晶界、拔丝构造等,这种畸变的石英颗粒或集合体可作为该区应变测量的标志体。

系统选取花岗构造岩的定向标本,根据糜棱面理和其上的滑动线理(代表有限应变的最大拉伸方向 X)与定向切片的相互关系,分别磨制 XZ 、 YZ 两个不同方向的薄片,在显微镜下,对畸变的石英颗粒进行有限应变测量,为了减少误差,每一观测点上相同方向的薄片内所测畸变的石英颗粒总数均大于 35 个。

测量方法采用 Robin^[3]法,即:

$$\log \bar{R}_j = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \log \frac{a_j}{C_j}$$

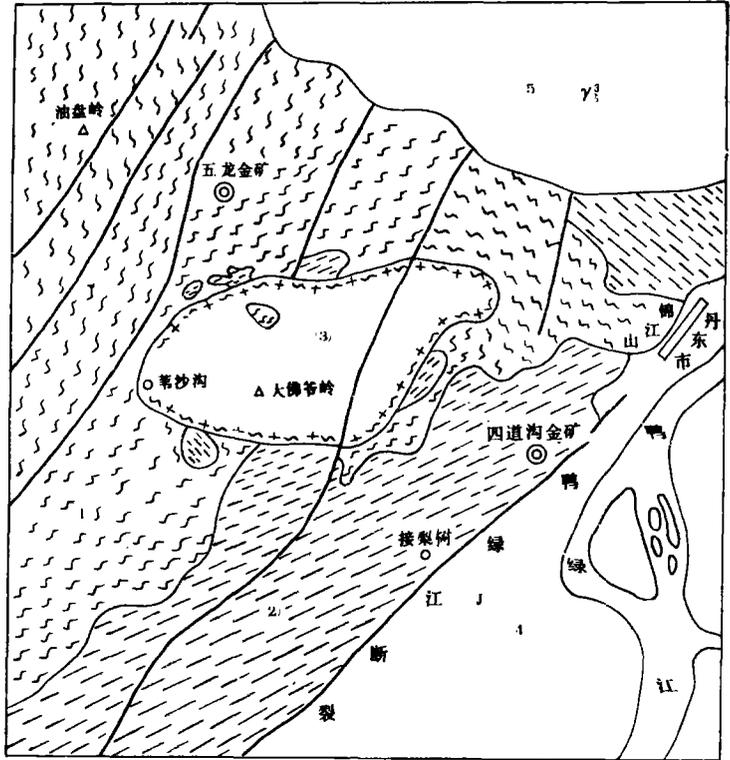
\bar{R}_j 应变标志体在 j 面上的轴率

a_j 、 C_j 分别为标志体长、短轴长度

n 所测标志体的总数。

此法适应于岩石在初始变形时具有各向均一性的条件下。

表 1 列出了五龙金矿区花岗构造岩中五个不同测点的应变测量结果。畸变石英颗粒平均轴比: $\bar{R}_{x/z} = 6.04$ 、 $\bar{R}_{y/z} = 3.27$, 应变椭球体三轴比 $X : Y : Z = 1.85 : 1 : 0.31$ 。Flinn 指数 K 值



图例说明: 1. 太古宙变火成岩 2. 元古宙变沉积岩 3. 三股流岩体 4. 侏罗纪火山碎屑沉积岩 5. 燕山晚期花岗岩

图 1 丹东地区地质简图

Fig. 1 Geological sketch of Dandong Area

范围: 0.51—0.17 平均为 0.37.

1.2 四道沟金矿区

1.2.1 绢云石英糜棱岩(辽河群)中变砂岩扁豆体的有限应变测量

在四道沟金矿竖井北东侧绢云石英糜棱岩中, 发育有手标本规模的变砂岩残留体, 形似扁豆状, 沿糜棱面理定向分布。镜下观察, 其矿物组成与变砂岩者相同, 糜棱面理在扁豆体周围具绕流现象, 表明这种扁豆体是同韧性变形的产物。

测量方法采用长、短轴投影图解法, 具体做法是选取含

变砂岩扁豆体的绢云石英糜棱岩的定向标本, 按要求磨制出 XZ、YZ 两个不同方向的定向光面, 直接测量出 X、Y、Z 三个应变主轴的方位及长度, 再将所测数据分别投影到 XZ、YZ 的长、短轴图解上(图 3), 过原点最合适的直线的斜率即为测量面上的应变椭圆的轴率。

计算求得变砂岩扁豆体两个测面的应变轴率分别为 $\bar{R}_{x,z}=2.90$ 、 $\bar{R}_{y,z}=1.80$, 应变椭球体三轴比率为 X : Y : Z = 1.61 : 1 : 0.56, Flinn 指数 K = 0.76。

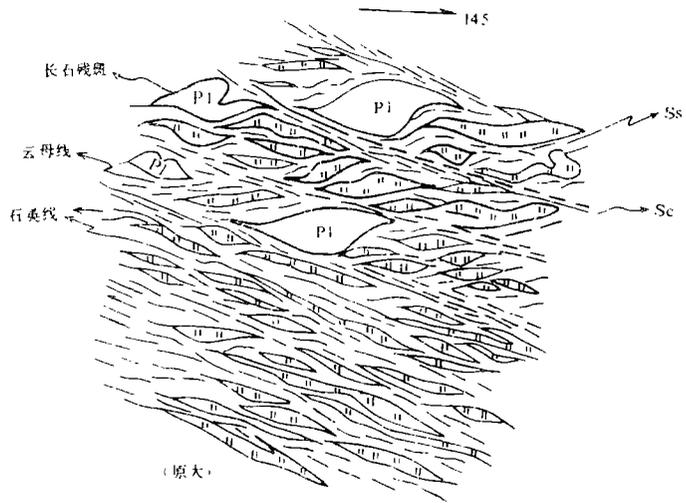


图 2 W_{3.6} (五龙三坑六中段) 定向标本素描花岗糜棱岩的 Ss—Sc 构造、拔丝构造

Fig. 2 Ss-Sc and extend-thin structure in granitic mylonite

表 1 五龙矿区花岗构造岩中动态重结晶石英的应变测量

Table 1 Strain measurement of the dynamically crystallized quartz in tectonite, Wulong Area

样品号	取样位置	岩石类型	颗粒数	R _{x,z}	R _{y,z}	K
W _{2.12}	二坑 12 中	花岗初糜岩	36	4.80	2.63	0.51
WD ₁	砗金沟	花岗糜棱岩	37	5.25	2.85	0.45
WD ₂₁	四坑口	花岗糜棱岩	35	6.34	3.21	0.43
WD ₅	选厂后山	细粒花岗糜棱岩	42	6.58	3.41	0.39
W _{3.6}	三坑六中	花岗超糜棱岩	40	7.21	4.20	0.17
平均				6.04	3.27	0.37

1.2.2 震旦系砾岩中变形砾石的应变测量

在金矿竖井东北部外露的震旦系砾岩中, 砾石出现压扁、弯曲等韧性变形的特征(照片 6), 沿变形砾石的 YZ 面(最大张裂面), 充填一组石英细脉。砾石的长轴优选定向与区内发育的拉伸线理一致。

变形砾石的有限应变测量可直接在野外露头上进行, 在近乎平行 XY 面的露头面上, 分别

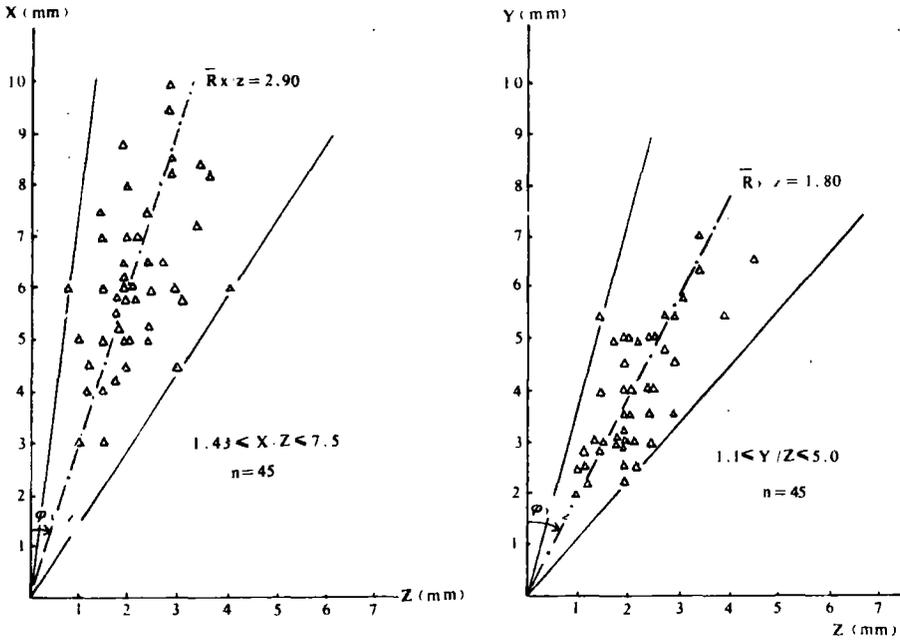


图3 四道沟绢云石英糜棱岩中变砂岩扁豆体长、短轴法应变测量图解

Fig. 3 Date plot of short and long axis of meta-sandstone lenticular in sericite quartz mylonite in Sidaogou Area

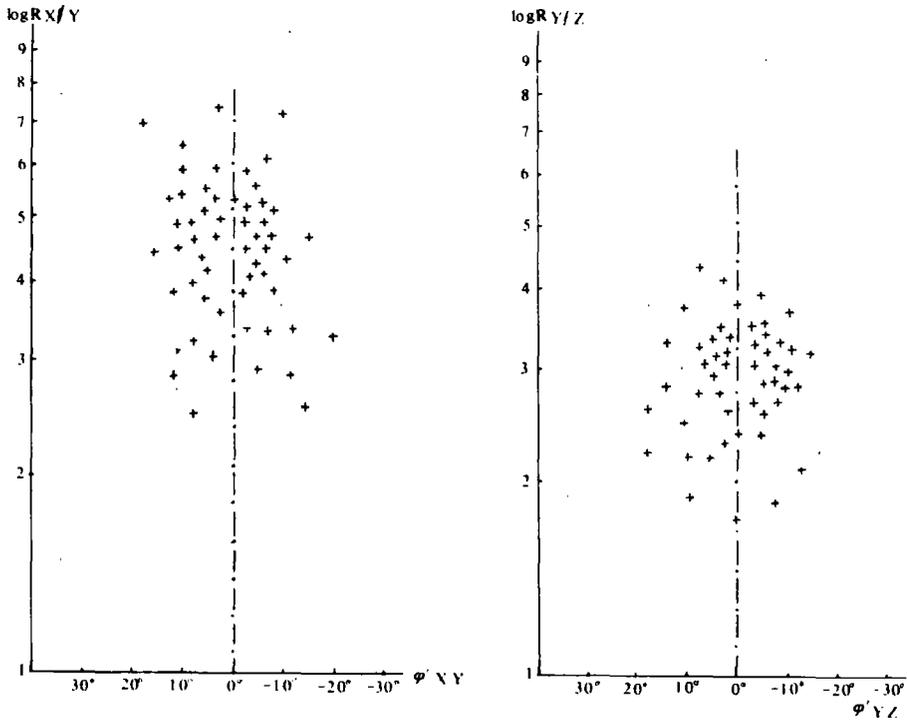


图4 四道沟震旦系砾岩中变形砾石的应变测量 $R_{1/\phi}$ 图解

Fig. 4 $R_{1/\phi}$ plot showing the strain measurement of deformed gravels in the Sinian conglomerate in Sidaogou Area

测量了 55 个变形砾石的长、短轴长度及方位。在近于平行 YZ 面的露头面上, 测得 50 个变形砾石的长、短轴长度及方位。将所测数据投影在 $R_{f/q}$ 图解上(图 4), 根据 $R_{f/q}$ 理论曲线和 50% 资料线与 R_f 轴的交点确定应变椭圆的轴率。此法适用于原始标志体方位随机分布, 基质和标志体之间无明显的韧性差异^[4]。

根据图 4 得出: $\bar{R}_{x/y} = 4.75$ 、 $\bar{R}_{y/z} = 2.90$, 应变椭球体三轴比为: $X : Y : Z = 13.78 : 2.90 : 1$, Flinn 指数 $K = 1.29$ 。

1.3 接梨树区

该区大理糜棱岩中发育有不同尺度的大理岩弱变形透镜体(图 5), 其最长轴的方位代表了有限应变最大拉伸方向。

在接梨树沟四坑口采石场, 岩石揭露条件较好, 可根据构造透镜体主轴与糜棱面理及拉伸线理的关系确定 XZ、YZ 面, 直接测量变形大理岩透镜体的长短轴方位及长度, 将所测数据列入表 2。

利用算术平均值法, 即由:

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i$$

分别计算出 $\bar{R}_{x/z} = 3.14$, $\bar{R}_{y/z} = 1.76$, 应变椭球体三轴比率为: $X : Y : Z = 1.78 : 1 : 0.57$, Flinn 指数 $K = 1.03$ 。

1.4 三股流区

在三股流花岗岩体边部, 出现变形的闪长质捕虏体(或析离体), 其内发育的面状构造与围岩中的糜棱面理近于一致, 且沿平行面理的方向出现有黄铁矿化, 变形捕虏体的最长轴方位代表有限应变的最大拉伸方向, (图 6)。

在揭露条件较好的采石场剖面上, 可直接测量变捕虏体的长、短轴方位及长度。将所测数据投影在长、短轴应变测量图解上(图 7), 得出 $\bar{R}_{x/z} = 3.08$, $\bar{R}_{y/z} = 1.62$, 应变椭球体三轴比为: $X : Y : Z = 1.90 : 1 : 0.62$, Flinn 指数 $K = 1.45$ 。

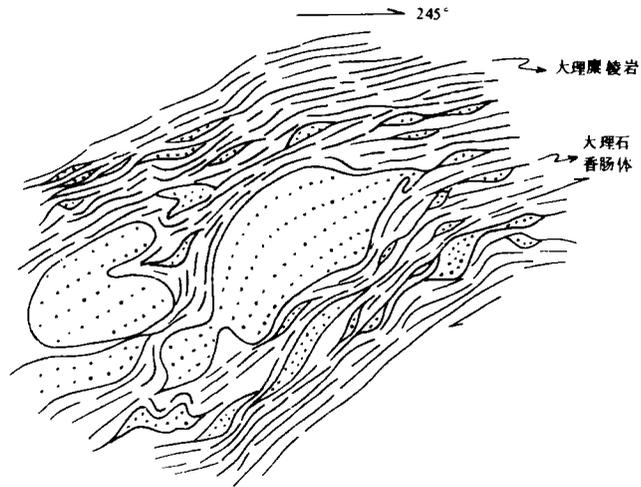


图 5 接梨树区 DJ₆ 点大理糜棱岩中大理岩透镜体素描图

Fig. 5 Marble lens sketch in marble mylonite at Jielishu

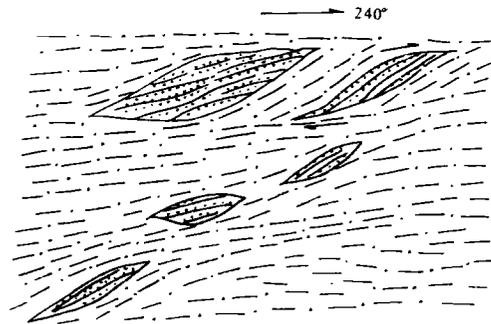


图 6 三股流区大佛爷岭 D₂₅ 点花岗闪长质糜棱岩中变形捕虏体素描

Fig. 6 Xenolith sketch in granodioritic mylonite at Sanguliu

表 2 接梨树硅化大理岩透镜体应变测量统计表

Table 2 Statistical results of strain measurement of the silicified marble lens, Jelishu Area

点号	X(cm)	Z(cm)	$R_{x/z}$	Y(cm)	Z(cm)	$R_{y/z}$
1	7.6	2.4	3.17	1.7	1.1	1.55
2	4.0	1.5	2.67	8.5	4.8	1.77
3	6.5	2.1	3.09	13.5	7.6	1.78
4	9.4	3.5	2.69	12.4	7.0	1.77
5	12.8	4.1	3.12	5.3	3.1	1.71
6	8.5	3.1	2.74	2.7	1.5	1.8
7	14.0	4.5	3.11	6.0	4.1	1.46
8	2.8	0.8	3.5	9.4	5.3	1.77
9	8.0	2.6	3.08	4.0	3.1	1.29
10	4.5	1.7	2.64	8.2	4.3	1.91
11	5.8	1.9	3.05	18.6	10.5	1.77
12	16.0	5.2	3.08	9.0	5.1	1.76
13	13.5	4.4	3.07	13.0	7.3	1.78
14	18.5	6.1	3.03	4.5	2.6	1.73
15	11.7	3.8	3.08	16.0	9.7	1.65
16	5.2	2.4	2.17	4.8	2.4	2.0
17	10.2	3.2	3.19	15.2	7.9	1.92
18	13.0	4.2	3.10	7.2	4.1	1.76
19	4.7	1.2	3.91	14.0	6.9	2.03
20	15.0	4.8	3.13	2.4	1.4	1.71
21	7.2	2.0	3.60	16.5	9.4	1.75
22	7.3	2.6	2.81	3.7	2.1	1.76
23	25.0	8.0	3.13	17.1	9.7	1.76
24	8.8	3.1	2.84	5.0	2.8	1.79
25	23.0	7.4	3.11	12.8	7.2	1.78
26	13.5	4.1	3.38	6.8	3.9	1.74
27	20.1	6.5	3.09	8.8	5.0	1.76
28	16.4	5.4	3.04	10.5	6.0	1.75
29	17.0	5.5	3.09	7.3	4.0	1.83
30	12.7	2.9	4.38	7.8	4.4	1.77
31	15.4	5.0	3.08	11.3	6.4	1.76
32	16.8	6.0	2.80	2.0	0.9	2.22
33	12.0	2.8	4.28	10.0	5.7	1.75
34	4.0	1.3	3.08	4.5	2.2	2.01
35	13.0	4.1	3.25	5.8	3.3	1.76
36	8.0	2.7	2.96	5.6	2.8	2.0
37	15.0	4.8	3.14	6.0	4.8	1.25
38	14.0	3.8	3.68	9.5	6.8	1.40
39	22.0	7.3	3.01	6.5	3.7	1.76
40	21.3	7.0	3.04	10.2	5.7	1.79
平均		$\bar{R}_{x/z}=3.14$			$\bar{R}_{y/z}=1.76$	

从上述有限应变测量结果(表 3)可以看出,尽管变形岩石的时代不同、岩性不同,但从变形的最终结果来看,各种应变标志体的最大扁平面的方位及应变主轴的方位基本一致。应变标志体的最大扁平面与简单剪切所产生的压扁面(S面)近于一致,应变长轴(X)的倾伏方向一般与糜棱面理(C面)的倾向基本一致,应变短轴(Z)则向糜棱面理的反倾向倾伏。在实际观察中,也见有应变标志体除了表现出沿糜棱面理的简单剪切外,也表现出反倾向的压扁和顺倾向的拉伸应变。

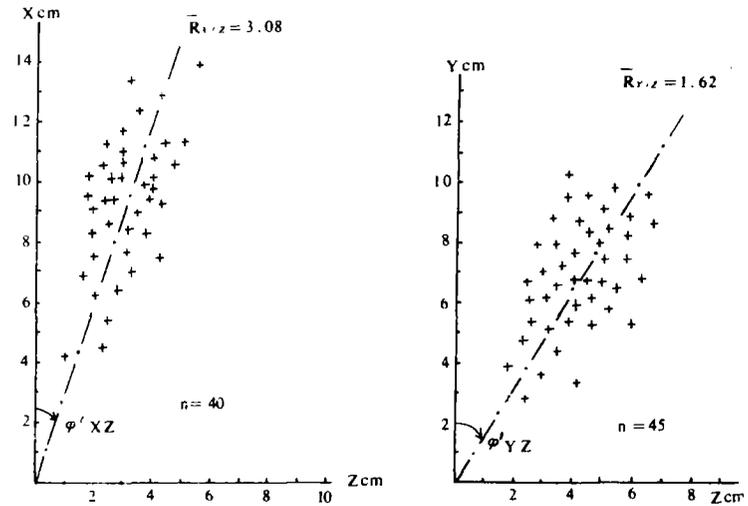


图 7 三股流岩体中闪长质捕虏体应变测量图解

Fig. 7 Short and long axis plot of xenolith in granite at Sanguliu

表 3 丹东韧性剪切带内岩石的有限应变测量结果统计表

Table 3 Statistical results of finite strain measurement in Dandong Shear Zone

研究区段	测量结果	应变标志体	Flinn 指数 K	应变主轴产状			最大扁平面 (XY)产状
				X	Z	Y	
五龙	动态重结晶石英		0.37	132°/42°	310°/42°		125°/45°
四道沟	变砂岩扁豆体		0.79	145°/40°	305°/45°	近水平沿 NE	135°/40°
接梨树	大理岩透镜体		1.03	140°/53°	310°/45°		135°/55°
三股流	应变捕虏体		1.45	160°/56°	315°/30°	~SW 向延伸	165°/60°

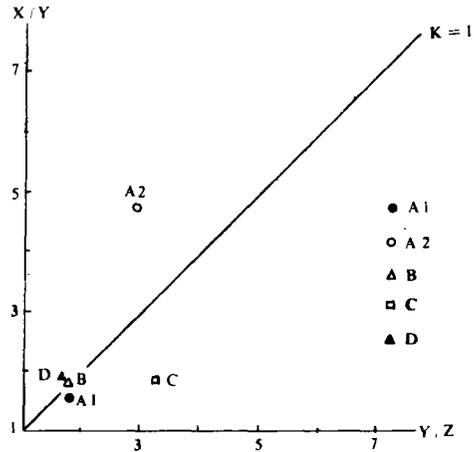
将上述各区有限应变测量所得到的 Flinn 指数 K 值分别投影在 Flinn 图解(图 8)上,大致可以看出,四道沟绢云石英糜棱岩、接梨树大理糜棱岩和三股流花岗闪长糜棱岩的 K 值集中分布在 K=1 的直线上及其邻近,说明三者均接近于平面应变,而四道沟震旦系砾岩则位于颈缩应变区,五龙花岗糜棱岩位于压扁型应变区。这些大致上体现了丹东韧性剪切带内岩石的应变状态,其形成机制以简单剪切为主,同时产生沿糜棱面理倾向的拉伸和反倾向的压扁应变。

由于岩石的能干性差异,势必导致岩石在变形量上的不同。由 Wood 图解(图 9)可以看出,五龙花岗糜棱岩的压缩量为 0.62,拉伸量为 1.25,四道沟绢云石英糜棱岩的压缩量为 0.40,拉伸量为 0.65,砾岩的压缩量为 0.7,拉伸量为 3.25,接梨树大理糜棱岩的压缩量为 0.4,拉伸量为 0.72,三股流花岗闪长糜棱岩的压缩量为 0.38,拉伸量为 0.75。

2 剪应变测量

根据丹东韧性剪切带内糜棱岩类岩石中 Ss 与 Sc 面理的锐角关系,大致可以确定横过剪切带不同地段的剪应变量的大小,即由代表式:

$\gamma = 2/\tan 2\theta'$ (γ 为剪应变, θ' 为 Ss 与 Sc 两组面理之间的锐夹角) 一般情况下,从韧性剪切带边部到中心部位, θ' 会逐渐减小,这种变化与应变强度的增加有直接的关系,据此,可以在横过韧性剪切带不同部位的糜棱岩中选取定向标本,在 XZ 切片上测量 Ss 与 Sc 之间的锐夹角,分别计算出剪应变值。表 4 中列入了四道沟金矿区、五龙金矿区不同部位糜棱岩类岩石中 Ss 与 Sc 之间的锐夹角及其剪应变量的计算结果,并由此得到两个矿区的平均剪应变值分别为 6.8 和 5.5,大致表现出丹东韧性剪切带自北西到南东方向,剪应变值由低到高的特点。但遗憾的是,由于晚期的脆性断裂构造的叠加改造及岩体,岩脉的侵位,使剪应变的连续性遭到破坏,加之该带规模宏大,至今尚未追索出它的确切边界,这些给剪切带总位移量的估算带来了困难。



说明: A₁-四道沟变砂岩扁豆体 A₂-四道沟变形砾石 B-接梨树大理岩透镜体 C-五龙动态重结晶石英 D-三股流变形捕虏体

图 8 丹东韧性剪切带应变测量 Flinn 图解

Fig 8 Flinn plot of finite strain measurement in Dandong Shear Zone

表 4 研究区内剪应变测量统计表

Table 4 Statistical results of shear strain

构造区	样品号	构造岩类型	Sc 产状	Ss 平均倾角	Sc 与 Ss 夹角	剪应变
四道沟	SB ₁₋₁	变砂岩初糜棱岩	150°∠40°	55°	15°	3.5
	SD ₂₁₋₁	绢云母石英糜棱岩	138°∠30°	40°	10°	5.5
	SB ₃	含石墨超糜棱岩	145°∠30°	35°	5°	11.3
五龙	WD ₈	花岗初糜棱岩	105°∠18°	35°	17°	3.0
	WD ₄₋₂	花岗糜棱岩	115°∠25°	38°	13°	4.08
	WD ₂₋₁	花岗超糜棱岩	115°∠20°	26°	6°	9.5

3 温、压条件的估算

丹东韧性剪切带内糜棱岩类岩石中动态重结晶矿物组合如长石、石英、绢云母、绿泥石和碳酸盐矿物等。表明了剪切变形大致形成于绿片岩相条件下，由此推断其形成时的温度为 250~350℃^[5]。带内岩石中出现的各种动态性构造变形，如残斑的压扁和旋转等，S-C 面理及各种各样的显微变形现象^[6]，说明丹东韧性剪切带的形成深度应为 2~15Km^[7]。

剪切带中常见的现象之一，就是从弱变形到强变形地段，动态重结晶矿物的粘度明显减小，这是韧性变形过程中应力逐渐集中的结果。丹东韧性剪切带内的各种岩石，由于原始物质组分的不同，导致了动态重结晶矿物组合的差异，但是各类构造岩中均出现有动态重结晶的石英颗粒，我们可以由此种石英颗粒的粒度对其形成时的压力条件进行估算。即由代表式：

$\sigma = kD^{-\mu}$ (k, μ 为实验常数, D 为动态重结晶矿物的粘度, 本文采用 Twiss^[8] 参数 $k=603, \mu=0.68$) 进行估算。

从表 5 中可以看出，丹东韧性剪切带的差异应力变化范围为 61.1~100.2MPa，平均差异应力为 77.6MPa。

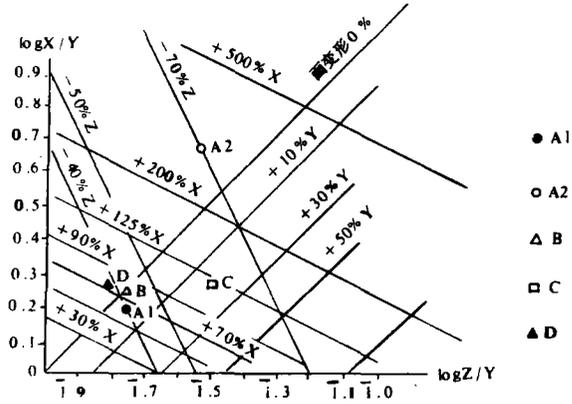
表 5 丹东韧性剪切带内糜棱岩形成时差应力的估算

Table 5 Stress calculation of mylonite in Dandong Shear Zone

构造区	岩石类型	动态重结晶石英粒径	颗粒数	差应力估算
四道沟	绢云石英糜棱岩	23(μm)	70	71.5(MPa)
五龙	花岗糜棱岩	14(μm)	85	100.2(MPa)
三股流	闪长质糜棱岩	29(μm)	70	61.1(MPa)

4 地质找矿意义

纵观上述有限应变测量结果，作者认为丹东韧性剪切带在韧性变形阶段，大致在温度 250



说明: A₁-四道沟变砂岩扁豆体 A₂-四道沟变形砾石 B-接梨树大理岩透视镜体 C-五龙动态重结晶石英颗粒 D-三股流变形捕虏体

图 9 应变椭球体主轴比数对数图解

Fig. 9 Logarithmic plot showing the length ratio of dynamically recrystallized quartzite in granitic tectonite, Wulong Area.

~350℃, 差异应力为 61.1~100.2MPa、深度在 2~15Km 的条件下, 发生大规模的、自南东向北西方向的韧性推覆作用, 沿着北东~南西向的线状强应变带发育糜棱岩、被动褶皱及一系列呈叠瓦状排列的构造透视镜体、变形捕虏体、变形砾石、扁豆体和镜下所见到的动态重结晶现象, 岩石中出现的拉伸线理及各种应变标志体的长轴大致与糜棱面理的倾向一致, 反映出自南东至北西的物质搬运。

具成矿意义的三股流花岗闪长岩体的形成, 可能属深部重熔型的花岗质岩浆^[9], 在韧性推覆作用的驱动下, 沿丹东韧性剪切带构造薄弱处侵位所致。

与该阶段构造变形密切相关的成矿作用主要表现在同韧性变形金矿的形成, 其代表性金矿床为四道沟金矿。此类金矿的矿体形态、矿化带的展布、矿石结构构造类型和矿化阶段均严格受到韧性推覆构造所控制^[6]。与此类金矿化密切伴生的岩脉类型以石英脉居多, 且见其有石香肠化、被动弯曲等韧性变形的特点, 当这类岩脉与矿化一起伴生时, 往往出现富矿段。

从同韧性变形金矿的成矿—控矿机理分析, 韧性推覆构造与金矿含金流体的生成、迁移通道和金矿的赋存空间有着极其密切的联系。大规模的韧性推覆作用, 一方面可以产生剧烈的摩擦, 既为含金流体的生成提供的热动力, 又提高了使其迁移的压力梯度, 从而驱动着含金流体能在具化学活动性的岩石内流动; 另一方面可以使岩石产生极高的位错密度, 增强岩石的渗透能力, 促使含金流体沿着渗透性最强的糜棱面理方向由深部向上迁移, 同时吸收围岩中的有用组分, 当含金流体受到上覆致密结构的弱变形带阻挡时, 构成极佳的赋矿空间, 流体与围岩构成临时的平衡状态, 导致金及其它有用组分的聚集和沉淀, 形成大量具工业意义的矿体。同构造期的岩浆活动无疑是金矿形成的另一重要因素(图 10)。

基于上述分析, 对丹东的韧性剪切带内金矿的找矿方向提出如下建议:

a. 丹东韧性剪切带是研究区内主要的控金构造, 因此该带本身就是直接的找矿标志, 沿着已知金矿区的北东及南西方向, 均属寻找金矿的远景区段。

b. 带内发育的糜棱岩, 空隙率较大, 有利于矿液的渗透及其与围岩的物质交换, 故糜棱面理强烈发育地段是寻找金矿的前提构造部位。

c. 深部金矿体的寻找, 应遵循韧性推覆构造的控矿规律指导找矿。

d. 同构造期沿剪切带侵位的岩体和岩脉附近可作为寻找金矿的重点区。

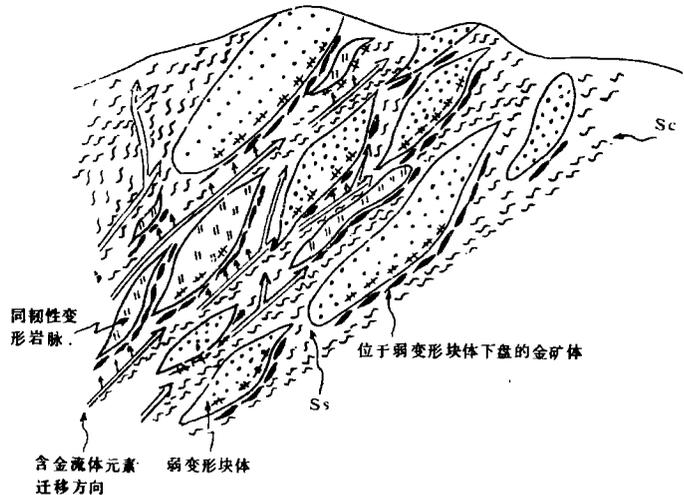
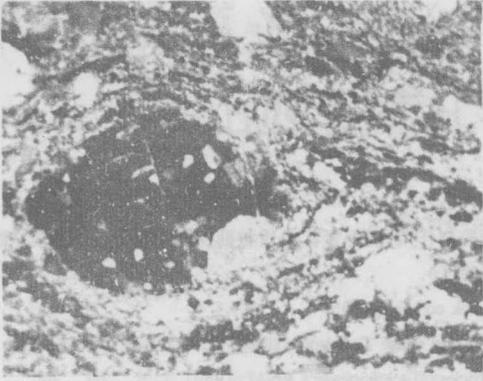
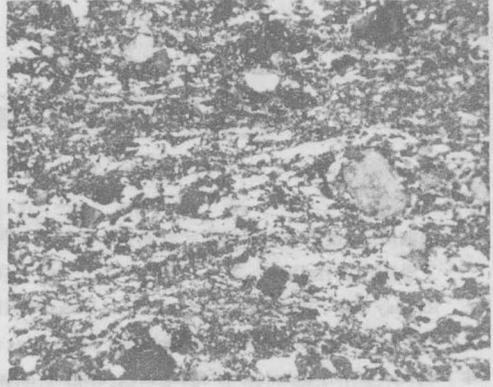


图 10 同韧性变形金矿成矿—控矿机理图示

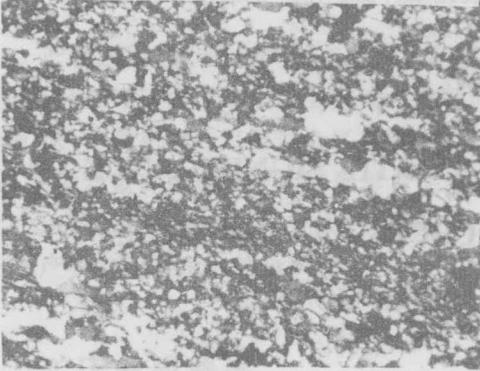
Fig. 10 Diagram showing metallogenetic and ore-control mechanism of the syn-ductile deformation



照片1 糜棱岩化花岗岩钾长石残斑呈眼球状
(+) ×10



照片2 花岗糜棱岩, 长石残斑被基质所包围, 见不对称压力影构造 (+) ×10



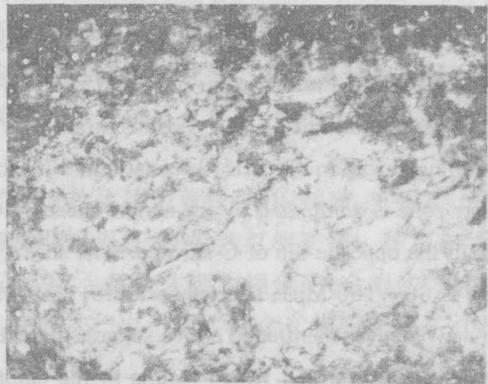
照片3 花岗超糜棱岩, 细粒化现象较显著。
(+) ×40



照片4 花岗糜棱岩中的“云母鱼”构造。
(+) ×50



照片5 糜棱岩化花岗岩中石英的缝合线状晶界
(+) ×40



照片6 震旦系砾岩中变形砾石的拉伸现象(铅笔代表有限应变最大拉伸方向)(+) ×40

参考文献

- 1 刘如琦等,辽宁省东部前寒武纪地体中韧性剪切带对金矿床的控制作用,国际金矿地质与勘探学术会议论文集,东北工学院出版社,1989
- 2 Ramsay J G , Folding and Fracturing of Rocks McGRAW-HILL book company,1967
- 3 Robin P Y , Determination of geological strain using strain marks of any shape Tectonophysics. Vol. 42,1977
- 4 Dunnet D , A technique of finite-strain analysis using elliptical particles. Tectonophysics Vol. 7,1969
- 5 Sibson R H , Fault rocks and fault mechanisms. Journary of Geological Society Vol. 133,1977
- 6 王宇明,冶金地质动态,(5)1990
- 7 舍尔曼 C N ,地壳断裂发育的物理规律,地质出版社,1980
- 8 Twiss R J , Theory and application of recrystallized grain-size paleopiezometer, pure. Appl. Geophys. Vol. 115,1977
- 9 刘义德,辽宁省三股流花岗岩地质特征及成因探讨,辽宁地质,(2)1987

**THE FINITE STRAIN MEASUREMENT AND ITS SIGNIFICANCE TO
GEOLOGY AND MINERAL RESOURCES RESEARCH IN
DANDONG DUCTILE SHEAR ZONE**

Wang Yuming

Abstract

The finite strain measurement and analysis in the rock of Dandong Shear Zone indicate that both principal planes and axes of various strain marks are roughly the same in orientation. The plunge of stretching lineation (x -axis) is consistent with the dip of S-surface in mylonite. The deformation in the shear zone is dominated by the simple shearing with elongation in the dip of C-surface and the flattening in the opposite dip of C-surface. The shear (τ) value increase from NW-SE. The deformation pressure is 60—100 Mpa; The temperature, 250-350°C.

Evidences mentioned above suggest that SE-NW ductile overthrust in large scale took place during dynamic deformation which results in the emplacement of Sanguliu Granite Massive along weak belt and the syn-tectonic Au deposits in Dandong shear Zone.