

文章编号:1007-3701(2002)02-0013-11

桂东南那卜韧性剪切带的基本特征及形成机制

覃小锋

(广西区域地质调查研究院, 广西 桂林 541003; 中国地质大学地球科学学院, 湖北 武汉 430074)

摘要: 野外地质、几何学、运动学及构造应力场的研究表明, 桂东南那卜韧性剪切带具两期活动性质: 主期变形机制具右行走滑性质, 而前期变形机制以压扁作用为主。通过野外调研和室内综合分析, 详细论述了该韧性剪切带的构造样式、岩石组合、显微组构以及韧性变形过程中的岩石转变等, 并初步探讨了韧性剪切带的应变、形成环境和变形机制。

关键词: 韧性剪切带; 变形特征; 形成机制; 桂东南

中图分类号: P542

文献标识码: A

桂东南那卜韧性剪切带出露于华夏古陆西南缘, 云开地块和钦州残余海槽拼接部位的岑溪—博白断裂带南侧, 主要发育于强烈变形变质的花岗质岩石(宁潭超单元)和古生代变质岩系之上(图 1)。关于它的成因问题, 60 年代以来先后有不少科研、生产单位进行了详细的研究^{[1]●●●}, 多数认为它是一条在区域变质作用过程中形成的区域混合岩(带)。近年来, 笔者在开展 1:5 万长山幅、那卜幅区域地质调查和专题研究过程中, 发现其实质上是一条具右行走滑剪切性质的巨型韧性剪切带^[2~4], 该韧性剪切带总体上呈 NE 向延伸, 宽十几公里, 长上百公里。

1 韧性剪切带的空间分布特征

该韧性剪切带内部往往由一系列不同规模、多级组合的次级韧性剪切带组成。韧性剪切带在空间分布上具强弱分带性, 横向上的强弱分带具两种趋势: 一是区域上的强弱分带; 二是宏观上(单条次级韧性剪切带内部)的强弱分带。

区域上的强弱分带以横贯本区中部的西村—那卜韧性剪切带为强带中心, 出露宽度 3~4 km。中心部位岩石变形十分强烈, 大部分岩石已变为花岗质(变晶)糜棱岩和糜棱片麻岩等, 岩石中由暗浅色矿物分别集中定向分布形成的分异条带(条纹)状构造十分发育, 分异条带密集平直, 延伸较长。由中心往北西, 岩石变形强度及后期变质重结晶作用均迅速减弱。在大垌镇以北, 除发育一系列细小的变形强带外, 岩石变形普遍不强, 但岩石的条带状构造仍较发育, 条带分布稀疏且延伸不长, 说明岩石的变形变质分异作用明显减弱。再往北至新塘镇, 岩石变形更弱, 除片麻状构造发育外, 仅局部出现弱条带状构造, 变余花岗结构十分清楚。由强带中心往南东, 岩石变形程度及变质重结晶作用则呈缓慢减弱趋势, 表现为广泛发育的各条次级韧性剪切带的规模及强度渐变减弱, 宽度由几百米逐渐变为几十米甚至十几米, 但和大垌镇以北的岩石相比, 南部岩石总体上变形普遍强烈, 条带状构造的发育程度要比北部岩石强烈得多。

收稿日期: 2001-02-26

作者简介: 覃小锋(1969—), 男(汉族), 在读硕士, 现主要从事基础地质调查研究及矿产普查工作。

①广西区域地质调查大队, 1:5 万良田、旺茂幅区域地质调查报告, 1981。

②游振东等, 云开隆起区基底岩系地质特征、构造演化及含矿性(送审稿), 1994。

③广东省地质局综合研究大队, 1:20 万金浦幅区域地质矿产调查报告, 1966。

宏观上的强弱分带主要表现为由中心向两侧对称出现强、中、弱三级分带,依次发育花岗质变晶糜棱岩、糜棱片麻岩、花岗质糜棱岩带→花岗质初糜棱岩带→糜棱岩化带等。

此外,该韧性剪切带在纵向上的变化也较明显,西村-那卜韧性剪切带北东段岩石塑性变形十分强烈,钾长石斑晶已被拉长成长透镜状、石香肠状或长条状;南西段虽然矿物细粒化重结晶十分强烈,但钾长石斑晶塑性拉长不强,一般呈椭圆状。

2 韧性剪切带的构造形迹特征

2.1 面状构造

主要有片麻理、条带状构造及“S-C”面理等。其中片麻理主要发育于弱变形的岩石中,往往由暗色矿物或矿物集合体断续定向分布显示出来,分布一般较均匀,但由于岩石中含有较多的钾长石斑晶,局部见其环绕斑晶分布而呈凹凸不平状。随着变形的增强,当暗色矿物和浅色矿物分别集中呈面状分布时,则形成条带状构造。片麻理和条带状构造延伸方向较稳定,产状一般在 $(130^{\circ}\sim 160^{\circ})\angle(40^{\circ}\sim 88^{\circ})$ 和 $(310^{\circ}\sim 340^{\circ})\angle(30^{\circ}\sim 87^{\circ})$,在吴氏网上投影得到两个极密中心(图2),这反映出多期变形叠加的特点,其中主极密中心(优选方位为 $145^{\circ}\angle 80^{\circ}$)代表主期变形的方向,而次极密中心(优选方位为 $325^{\circ}\angle 83^{\circ}$)代表前期变形的方向。“S-C”面理一般在变形较弱的岩石中发育明显,而在强变形的岩石中S面和C面往往发生平行化。其中S面一般由片麻理或条带状构造和塑性拉长的钾长石斑晶组成,产状 $(140^{\circ}\sim 165^{\circ})\angle(80^{\circ}\sim 85^{\circ})$;C面往往由S面两端发生旋转变位并定向排列构成(图版I-1),产状 $(120^{\circ}\sim 145^{\circ})\angle(83^{\circ}\sim 87^{\circ})$ 。根据“S-C”型组构的旋转方向判断,韧性剪切带具右旋剪切性质。

2.2 线理及线状构造

2.2 线理及线状构造

主要有矿物拉伸线理和石香肠构造等。前者主要由矿物单晶或矿物集合体强烈塑性拉长、定向分布构成,其延伸方向和面理走向基本一致,故野外在垂直面理走向的截面上观察,矿物拉长性不强,钾长石斑晶一般呈似圆形-似椭圆形,但在平行面理走向的截面上矿物定向性强烈,钾长石斑晶一般已拉长成透镜状、眼球状或石香肠状(图版I-2),测得拉伸线理产状 $(50^{\circ}\sim 63^{\circ})\angle(2^{\circ}\sim 13^{\circ})$;后者主要由钾长石斑晶发生强烈塑性拉长、细颈化或被拉断而成。

3 韧性剪切带的岩石学特征

3.1 岩石组合特征

韧性剪切带内随着变形强度的增加,由外往内依次出现糜棱岩化花岗岩、花岗质初糜棱岩、花岗质(变

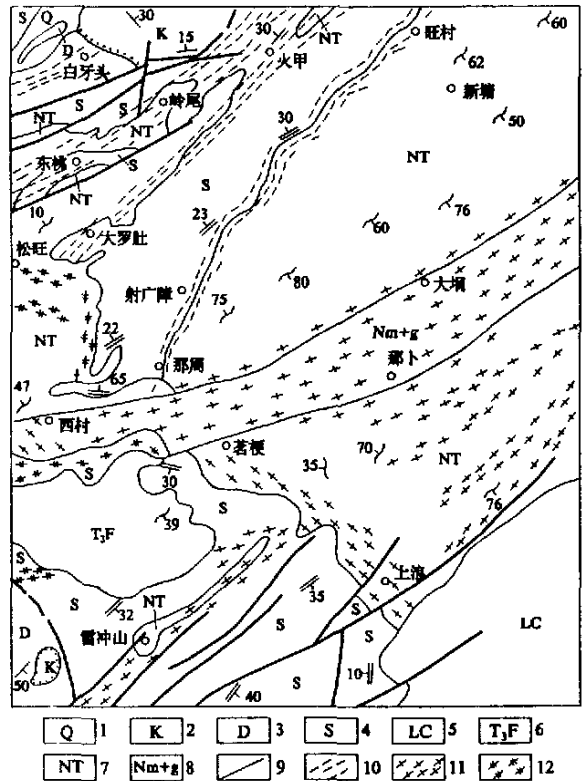


图1 桂东南那卜地区地质略图

Fig.1 Geological sketch map of Nabu area, southeastern Guangxi

1. 第四系; 2. 白垩系; 3. 泥盆系; 4. 下古生界; 5. 陆川超单元;
6. 富垌单元; 7. 宁潭超单元; 8. 那卜花岗质(变晶)糜棱岩、糜棱片麻岩; 9. 断层; 10. 伸展滑脱型韧性剪切带(后期又受到逆冲推覆型韧性变形叠加); 11. 走滑剪切-逆冲推覆相互转换型韧性剪切带; 12. 共轭剪切型脆韧性剪切带

晶)糜棱岩及糜棱片麻岩等。其中糜棱岩化花岗岩和花岗质初糜棱岩矿物定向性不强,仅暗色矿物断续分布形成片麻状或弱条带状构造。钾长石斑晶发生一定程度的边部圆化,个别颗粒尚保留较自形的板柱状、矩形状晶形。基质矿物细粒化重结晶程度不高,长石和石英颗粒仅发生一定程度的边缘粒化,大多数颗粒仍以碎斑的形式存在。花岗质糜棱岩中由暗浅色矿物分别集中连续面状定向分布形成的条带状构造非常发育,暗色条带密集平直、延伸较长。钾长石斑晶含量显著减少,粒度也明显变小,并发生强烈塑性拉长而呈透镜状、眼球状、石香肠状或长条状。基质矿物细粒化重结晶程度更高,长石矿物大部分已发生细粒化重结晶,而残斑颗粒往往发生塑性拉长定向分布于岩石中,或呈不规则的残留晶体孤立地分布于细粒长石集合体中间,石英矿物在发生强烈细粒化重结晶的同时,尚见个别颗粒具重结晶再长大现象。花岗质变晶糜棱岩和糜棱片麻岩中矿物的韧性变形及变质重结晶作用均十分强烈,条带(条纹)状构造非常发育。岩石原有的钾长石斑晶仅有少量残留,并多已塑性拉长成长透镜状、石香肠状或长条状。基质矿物中长石颗粒大部分已发生细粒化重结晶,仅偶尔见有少量残留晶体呈不规则状分布于细粒集合体中间,石英矿物则以强烈变质重结晶为主,粒度明显变大,并聚集定向分布形成多晶石英条带。

3.2 变形显微结构特征

在韧性变形过程中,变形组构的出现除受到应力值大小控制外,还受到矿物本身的物化性质控制,所以不同矿物中形成的变形显微组构各不相同。

3.2.1 石英矿物的变形显微组构

主要有带状消光、旋转残斑、边缘粒化及石英条带等。带状消光多见于强烈塑性拉长的石英残斑内部,常由一系列宽窄不一而界面清晰、截然的消光带组成;边缘粒化结构常由细小的石英颗粒环绕残留晶体分布构成(图版 I-3,4),残留晶体内部带状消光、机械双晶等变形组构发育,而环绕其分布的细小颗粒无明显的晶内应变现象,说明细小颗粒是由大颗粒边部发生重结晶分离出来的,大颗粒则为重结晶不彻底时残留下来的晶体。旋转残斑结构主要出现于花岗质糜棱岩中,表现为较大的石英单晶发生旋转形成典型的“σ”型和“δ”型旋转结构(图版 I-5),石英残斑往往呈眼球状外形,两端分布有许多细小石英、云母等矿物集合体,并见其随石英残斑发生旋转。石英条带分为单晶石英条带和多晶石英条带两种类型。前者多见于花岗质(初)糜棱岩中,由石英残斑发生强烈塑性拉长,呈长条状或形成石英拔丝定向分布而成(图版 I-6);后者一般出现于花岗质变晶糜棱岩和糜棱片麻岩中,往往由多个矩形石英颗粒首尾连接定向分布而成(图版 I-7),有时见其环绕长石颗粒分布,随长石颗粒发生旋转、弯曲、细颈化甚至被拉断,说明这种石英条带形成过程中岩石仍在发生塑性变形,但应变速率远低于石英的重结晶生长速率,使石英条带得以保存下来。

3.2.2 长石矿物的变形显微组构

主要有颗粒塑性拉长、边缘粒化、旋转残斑及剪切条纹等。颗粒塑性拉长结构多见于花岗质(变晶)糜棱岩或糜棱片麻岩中,长石颗粒常被拉长成长透镜状、长条状,长宽比最大者达 9:1。边缘粒化结构又可分为两种类型:一种出现于西村-那卜韧性剪切带及以南的变形岩石中,是长石颗粒边部发生强烈细粒化重结晶,当重结晶不彻底时,残留晶体呈不规则的孤岛状分布于细粒长石集合体中形成的边缘粒化结构(图版 I-8);另一种出现于新塘镇美沙村附近的变形岩石中,是由大颗粒长石边部不断分离出小颗粒长石,并环绕其分布形成的边缘粒化结构(图版 II-1),有时见小颗粒长石一半已发生分离,而另一半还和大

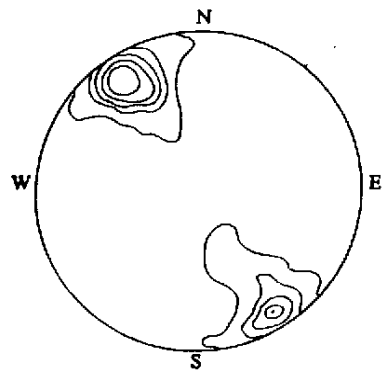


图2 宁潭超单元变形面理极点投影图(下半球)

Fig.2 Polar projection of gneissosity of Ningtan granite supper-units
220个产状的等值线划分为 21%、17%、13%、9%、5%、1%,主极密中心优选方位为 $145^{\circ} \angle 80^{\circ}$,次极密中心优选方位为 $325^{\circ} \angle 83^{\circ}$

颗粒相连的现象,说明这种粒化过程可能是通过研磨破碎实现的。旋转残斑结构仅发育于变形不强的岩石中,长石旋转残斑往往呈不对称眼球状外形,两端的拖尾主要由细粒长石、石英、白云母及显绿色多色性的黑云母组成(图版Ⅱ-2)。剪切条纹往往出现于钾长石晶体内部,这种特殊的长石条纹既不同于岩体冷却结晶钾、钠长石固溶体分解形成的条纹(条纹彼此平行,边界平直、延伸较长,常呈形态规则的细脉状),也不同于混合岩化过程中形成的交代条纹(条纹间相互连通、不均匀分布,多呈树枝状、羽毛状),而是呈断续斜列式、共轭式或雾状分布(图版Ⅱ-3),其可能是岩石在递进变形变质作用过程中,温压条件达到某一阶段时,应力的参入迫使含钾、钠长石固溶体定向分解形成的一种剪切压溶结构。

3.2.3 云母矿物的变形显微组构

主要有云母鱼及云母塑性拉长等。前者仅见于变形相对较弱的岩石中,云母片发生变形后往往呈透镜状定向分布,有时见其发生一定角度旋转,晶内解理面也发生波状弯曲现象;后者在强变形的岩石中十分发育,主要由白云母发生强烈塑性拉长构成,其一般平行矩形石英条带边部分布,并限定其生长,或者聚集定向分布形成暗色条带,有的颗粒长宽比达 10:1 以上,则形成云母拔丝。

4 韧性变形过程中的岩石转变

韧性剪切带内的岩石在韧性剪切应力的诱发下,岩石原有的矿物组合、岩石成分和结构构造等均发生了一定程度的变化(表 1)。

4.1 结构构造的变化

宏观和微观的分析结果表明,随着韧性剪切作用的不断加强,其结构构造常发生一系列连续变化。变形的初始阶段岩石受应变改造较弱,矿物变形主要以晶内位错滑移为主,而矿物的分异性及粒化现象均不显著,故在弱变形的岩石中只形成一些晶内变形(波状消光、带状消光等)和矿物的定向组构(片麻理),仅在局部岩石中出现矿物分异性,形成弱条带状构造。随着变形的增强,矿物的变形机制逐渐转变为以位错攀移和粒间滑动为主,并导致矿物发生分离和细粒化重结晶,所以在变形较强的岩石中可以看到,长石、石英颗粒的边缘粒化、旋转应变、颗粒塑性拉长等显微应变组构十分发育,矿物明显由参差不齐的两种粒级(残斑和细粒化重结晶颗粒)组成,且由变形变质分异作用形成的条带状构造非常发育,但暗色条带分布稀疏,纵向上延伸不长。变形进一步加强时,由于矿物大部分已发生细粒化重结晶,晶内应变组构不太发育,但矿物的分异性十分强烈,分异条带密集平直,延伸长度较长。此时,由于西村-那卜韧性剪切带处于较高的温压条件,在剪切应力的参与下,一些残存的钾长石晶体内部还出现剪切压溶现象,形成剪切条纹;由于石英矿物的重结晶生长速率(恢复速率)高于应变速率,其粒度具明显长大趋势,并形成多晶石英条带。

综上所述,随着韧性变形的增强,岩石结构构造发生了一系列的变化:(1)分异条带越来越密集,暗色条带密度由 2~3 条/cm→3~6 条/cm→4~8 条/cm;(2)先存的各种矿物粒度越来越小(图 3),但新生的石英矿物则具增大趋势(图 4);(3)长英矿物的塑性拉长越来越强烈,钾长石斑晶由仅发生较轻微的边部圆化,个别尚保留矩形状、板柱状晶形→发生一定程度的边部圆化,呈椭圆状、透镜状、眼球状晶形→发生强烈塑性变形,呈长透镜状、香肠状或长条状外形,石英晶体由等粒状→拔丝状。野外系统测量钾长石斑晶的长/宽比值(X/Z)及 S_s 和 S_c 的夹角,并利用 $S_s \wedge S_c$ 求得应变值(γ),以 X/Z 和 γ 两个变量作图(图 5),可以清楚地看到,随着应变值增加,钾长石斑晶的长宽比值也逐渐增加;在显微镜下测量变形石英的长宽比值,随着变形强度的增加,其长宽比值亦具增加趋势(图 6)。

4.2 矿物组合的变化

随着韧性变形的加强,先存的黑云母逐渐被分解转变为白云母,并析出一些铁质呈不规则状残留于白云母颗粒之间。在西村-那卜韧性剪切带内尚出现新生的石榴石,其常环绕白云母边部生长,内部还含有白云母、石英等矿物的残留包体。有时见石榴石形成矿物环带(图版Ⅱ-4),环带的中心为石榴石,外围包裹了一层由黑云母、白云母、石英及钾长石组成的矿物环带,最外面又生长一圈石榴石。根据以上矿物关系推测,石榴石可能是由下列反应生成的:白云母+黑云母+石英 $\rightleftharpoons$ 铁铝石榴石+钾长石+ H_2O 。

表 1 北东向韧性剪切带岩石转变特征

Table 1 Features of the ductile shear zones under deformation

		糜棱岩化花岗岩和 花岗质初糜棱岩	花岗质初糜棱岩和 花岗质糜棱岩	花岗质(变晶)糜棱 岩和糜棱片麻岩
		弱变形	中等变形	强变形
面状构造	类型	片麻状及条带状构造	条带状构造	条带(条纹)状构造
	暗色条带密度(条/cm)	2~3	3~6	4~8
	暗色条带延伸长度	短————	————	----->长
	Ss 和 Sc 夹角	42°————	————	----->7°
宏观特征	线状构造	不太发育	中等发育	强烈发育
	石香肠构造	未见	偶见	较多见
	钾长石斑晶	仅发生较轻微的边部 圆化,个别尚保留矩 形、板柱状晶形	发生一定程度的边部 圆化,呈椭圆状、透镜 状、眼球状	发生强烈塑性变形, 呈长透镜状、石香肠 状或长条状
	含量	多————	————	----->少
石	长/宽	一般<2/1	2/1~7/2	一般>7/2
	细粒化重结晶	不强	强烈	发生重结晶再长大
	长/宽	小————	————	----->大
	残斑形态			
微观特征	矩形石英条带	不发育	偶见	较多见
	细粒化重结晶	不强	中等	强烈
	长	大————	————	----->小
	石	形态		
云母	粒度	大————	————	----->小
	黑云母	多————	————	----->少
	白云母	少————	————	----->多

4.3 岩石物质成分的变化

对宁潭超单元实际矿物含量及岩石化学成分换算成 CIPW 标准矿物成分的分析表明,随着变形强度的增加,实际矿物中石英和白云母含量增加,钾长石和黑云母含量减少,斜长石含量基本不变;CIPW 标准矿物中石英和磷灰石含量增加,钾长石和铁质矿物含量减少,斜长石牌号亦具明显降低趋势。对韧性剪切带内弱变形岩石和强变形岩石的化学成分和微量元素成分的分析表明,随着变形强度的增加,化学成分中 SiO₂,MgO,P₂O₅ 有所增加,而 K₂O,TiO₂,Al₂O₃ 略有减少,Fe₂O₃,FeO,CaO,MnO,Na₂O 变化的规律性不明显;微量元素中 Ba,Ti 成倍减少,Li,Be,Zr,Sc,Sr,Hf,Th,Cs,Cr,Co 和 V 也明显减少,U,Mo 有所富集,而 Rb,Pb 则表现为强烈的活动性,含量变化显著。

5 韧性剪切带的变形机制及形成环境

韧性剪切带的形成和演化主要受古差异应力和温压条件两个因素控制。

5.1 古差异应力的估算

在韧性剪切带变形程度不同的部位共采集了 9 块定向标本并制成薄片。在显微镜下分别测量不同变形级别岩石的石英动态重结晶颗粒的粒度,获得其粒度算术平均值,并代入公式: $\sigma_1 - \sigma_3 = 5.56D^{-0.68}$

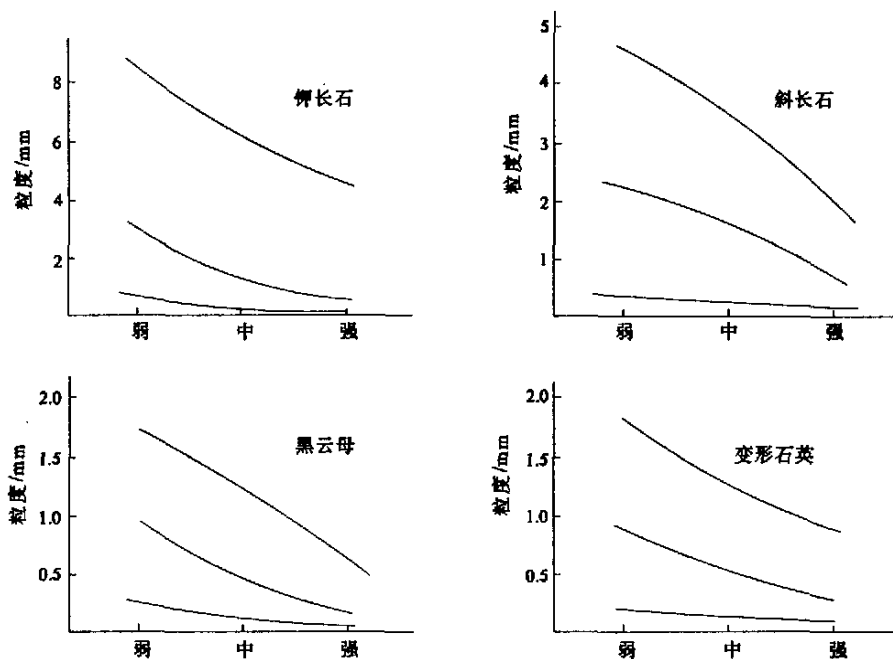


图3 各种矿物粒度随变形强度的变化

Fig.3 The relationships between grain sizes of minerals and intensity of the ductile deformation
上、下曲线为矿物粒度变化范围,中间曲线为矿物的平均粒度

(Twiss, 1977) (颗粒直径 D 单位为 mm, 应力单位为 MPa), 求得不同变形级别岩石的古差异应力值(表 2), 从表中可以看出岩石变形程度越强, 古差异应力值越大。前面已提到韧性剪切带遭受了多期变形作用的叠加改造, 所以弱变形部位可能主要反映前期变形的古差异应力值, 而强变形部位主要反映后期叠加变形的古差异应力值, 由此可确定前期变形的古差异应力值要比后期变形的古差异应力值小。

5.2 韧性剪切带形成环境

同构造新生矿物组合的温压条件基本上可以代表韧性剪切变形时的温压条件。前面对不同岩石的矿物组合分析结果表明, 西村-那卜韧性剪切带中黑云母有退变为白云母的现象, 并出现了变质反应形成的石榴石。钾长石表现为塑性变形特征, 内部还出现剪切压溶作用形成的剪切条纹, 推测西村-那卜韧性剪切带是在高绿片岩相-低角闪岩相条件下形成的。由该带往北西, 钾长石由塑性变形逐渐转变为脆性变形, 并出现了绢云母、白云母等新生

矿物组合, 推测其温压条件向北西具降低趋势, 相当于低绿片岩相; 由该带往南东, 黑云母有向白云母转化的趋势, 钾长石矿物仍然以塑性变形为主, 但其内部一般不出现剪切条纹, 推测其温压条件有所降低, 但仍然达高绿片岩相。韧性剪切带由中心向两侧温压条件具降低趋势的特征表明, 韧性剪切变形作用导致了深部热流的上升。

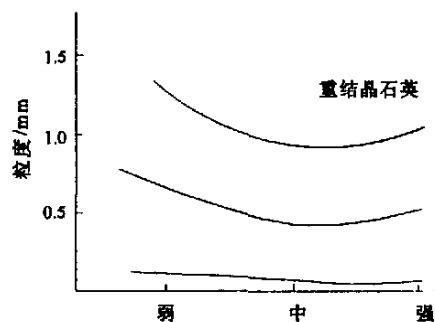


图4 重结晶石英颗粒粒度随变形强度的变化

Fig.4 The relationships between grain sizes of quartz and intensity of the ductile deformation

(说明同图3)

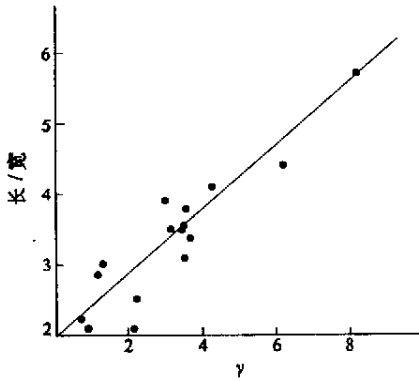


图5 变形过程中钾长石斑晶长/宽比的变化
Fig.5 Length/width variation of K-feldspar by deformation

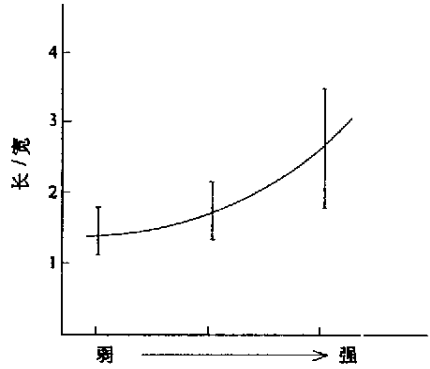


图6 变形过程中石英颗粒长/宽比的变化
Fig.6 Length/width variation of quartz by deformation

表2 韧性剪切带的古差异应力值测量结果

Table 2 Measurement results of stress of the ductile shear zones

变形程度	样品编号	动态重结晶颗粒 算术平均值/mm	古差异应力值 /MPa
弱变形	1267-6	0.39	10.55
	1277-1	0.13	22.26
	1282-1	0.16	19.33
中等变形	1267-7	0.09	28.59
	1276-2	0.10	26.61
	1278-2	0.09	28.59
强变形	1271-5	0.08	30.97
	1278-1	0.06	37.66
	1285-2	0.06	37.66

5.3 韧性剪切带的变形机制

前面已论述,石英和钾长石在变形过程中均具塑性拉长现象,故我们选用变形石英和钾长石斑晶为标志进行应变分析,得出其付林指数分别为 0.08~4.66 和 0.33~1.07。在 Flinn 图解(图 7)中可以看到,以钾长石斑晶为应变标志的点中,弱变形部位的点均落入压扁区,而强变形部位的点则大多数落入 $K=1$ 附近的拉伸区;以变形石英为应变标志的点中,两个点落入压扁区,一个点落入拉伸区。应变测量结果显示多期变形叠加的特点,其中弱变形部位可能代表前一期变形的机制,表明其以压扁作用为主;强变形部位主要代表后期叠加变形的机制,表明后期变形机制以单剪作用为主,并兼有压扁作用,结合矿物拉伸线理、旋转斑晶、S-C 组构、云母鱼等运动标志判断,后期变形具右行走滑剪切性质。

5.4 韧性剪切带的剪切位移量

在西村-那卜韧性剪切带北东段系统测量 Sc、Ss 交

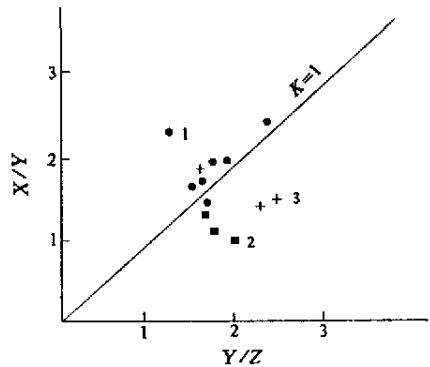


图7 韧性剪切带的 Flinn 图解
Fig.7 Flinn diagram of the ductile shear zones
1. 钾长石斑晶(强变形部位);2. 钾长石斑晶(弱变形部位);3. 变形石英

面夹角及其横向控制范围(表 3),利用公式: $\gamma = 2/\text{tg}2\theta$ (Ramsay, 1970)和 $S = \int \gamma dx$ (Park, 1983),求得韧性剪切带北东段的走滑总位移量为 17.52 km,但根据宁潭超单元边缘伸展滑脱型韧性剪切带被错移的距离,得到其南西段走滑位移量为 8 km。

表 3 韧性剪切带(北东段)位移量计算表
Table 3 The calculation of the ductile shear zones displacement

S _s 和 S _c 交面夹角	9°	20°	18°	10°	18°	15°	32°	35°	24°	15°	13°	16°	12°	23°
控制范围/m	22.4	114.0	7.0	77.4	43.0	93.4	195.7	123.9	406.7	139.5	192.9	122.7	243.4	545.8
应变值	6.25	2.38	2.74	5.56	2.74	3.45	0.98	0.73	1.80	3.45	4.08	3.23	4.44	1.92
剪切位移量 /m	140.0	271.3	19.2	430.3	117.8	322.2	191.8	90.4	732.1	481.3	787.0	396.3	1080	1047.9

S _s 和 S _c 交面夹角	13°	9°	7°	10°	20°	10°	13°	9°	9°	15°	12°	10°	14°	总位移 量/km
控制范围/m	144.4	218.8	166.1	244.9	351.1	59.4	88.1	34.5	80.9	436.6	48.8	184.9	385.2	
应变值	4.08	6.25	8.00	5.56	2.38	5.56	4.08	6.35	6.25	3.45	4.44	5.56	3.77	
剪切位移量 /m	589.2	1367.5	1328.8	1361.6	835.6	330.3	359.4	528.1	505.6	1506.3	216.7	1028	1452.2	17.52

6 结语

综上所述,可得到以下几点认识:

(1) 宁潭超单元及其围岩中广泛发育的条带状构造是在韧性剪切变形作用下形成的,由于韧性剪切变形作用导致了深部热流的上升以及构造摩擦生热的影响,韧性剪切带由中心向两侧温压条件具降低趋势。

(2) 宁潭超单元遭受了多期变形变质作用的叠加改造,其中主期变形变质作用形成的 NE 向韧性剪切带的变形机制以单剪作用为主,兼有压扁作用,而前期变形则以压扁作用为主。

(3) 西村-那卜韧性剪切带北东段和南西段在韧性变形强度以及剪切位移量上均具明显差异,造成这种差别的原因是:在区域性 NE-SW 向挤压应力的作用下,沿着应力方向形成了 NE 向右行走滑性质的西村-那卜韧性剪切带。与此同时,在宁潭超单元底辟上升过程中,由于顶部重力滑脱作用,在盖层和宁潭超单元接触部位形成一个构造薄弱面(伸展滑脱型韧性剪切带)^[3,4],且西南部盖层(下古生界)中发育的 NE 向褶皱的枢纽和该期构造应力方向一致,起到支撑作用。所以在该构造应力的作用下,尚使西村-那卜韧性剪切带东南盘的宁潭超单元沿着构造薄弱面向盖层底下俯冲,从而构成了一种 NE 向走滑剪切-NW 向俯冲相互转换的韧性变形体系,即 NE 向右行走滑性质韧性剪切带和 NW 向逆冲推覆性质韧性剪切带相互转换的变形体系(图 8)。这种相互转换机制导致了西村-那卜韧性剪切带北东段和南西段在变形强度及剪切位移量上的差异,北东段塑性变形强烈,根据 Sc、Ss 交面夹角计算求得其剪切位移量为 17.52 km,而南西段塑性变形相对较弱,根据地质体的错移距离获得其剪切位移量为 8 km。二者剪切位移量的差值即为宁潭超单元向盖层底下俯冲的位移量,即上浪-茗梗韧性剪切带的俯冲位移量为 9.5 km±。

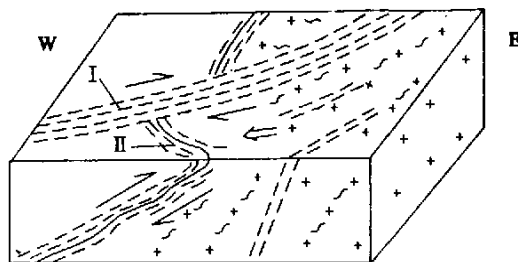


图 8 韧性剪切带的成因模式

Fig. 8 The model of development of the ductile shear zones

I. NE 向韧性剪切带; II. NW 向韧性剪切带

本文是1:5万长山幅、那卜幅区调成果的一部分。野外工作期间,得到广西区域地质调查研究院总工程师王汉荣教授级高工、副总工李江高工、康云骥高工及古文泉高工的指导,成文过程中又得到宜昌地质矿产研究所技术管理处黄宏伟高工的具体指导,在此一并致谢。

参考文献:

- [1] 广西壮族自治区地质矿产局. 广西区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1985.
- [2] 覃小锋,等. 变质岩区构造地层单位划分及鉴别标志探讨[J]. 广西地质,1999,12(2):3—10.
- [3] 覃小锋. 桂东南射广峰伸展滑脱韧性剪切带探讨[J]. 广西地质,2000,13(4):11—16.
- [4] 覃小锋,等. 桂东南那卜地区古生代变质岩系的构造演化序列[J]. 广西地质,2001,14(2):7—13.

CHARACTERISTICS AND DEFORMATION MECHANISM OF THE DEXTRAL STRIKE-SLIP DUCTILE SHEAR ZONE IN NABU AREA, SOUTHEASTERN GUANGXI

QIN Xiao-feng

(Guangxi Institute of Regional Geological Survey, Guilin 541003, China; Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

Abstract: Field geologic survey and study of geometry, kinematics structural stress field show that the ductile shear zone underwent two stages of deformation: early staving and later dextral strike-slipping. The tectonic style, rock assemblage, microscopic fabric and petrologic transformation are described, and the strain change, deformation environment and deformation mechanism are discussed.

Key words: ductile shear zone; deformation; deformation mechanism; Nabu area of southeastern Guangxi

图 版 说 明

图版 I

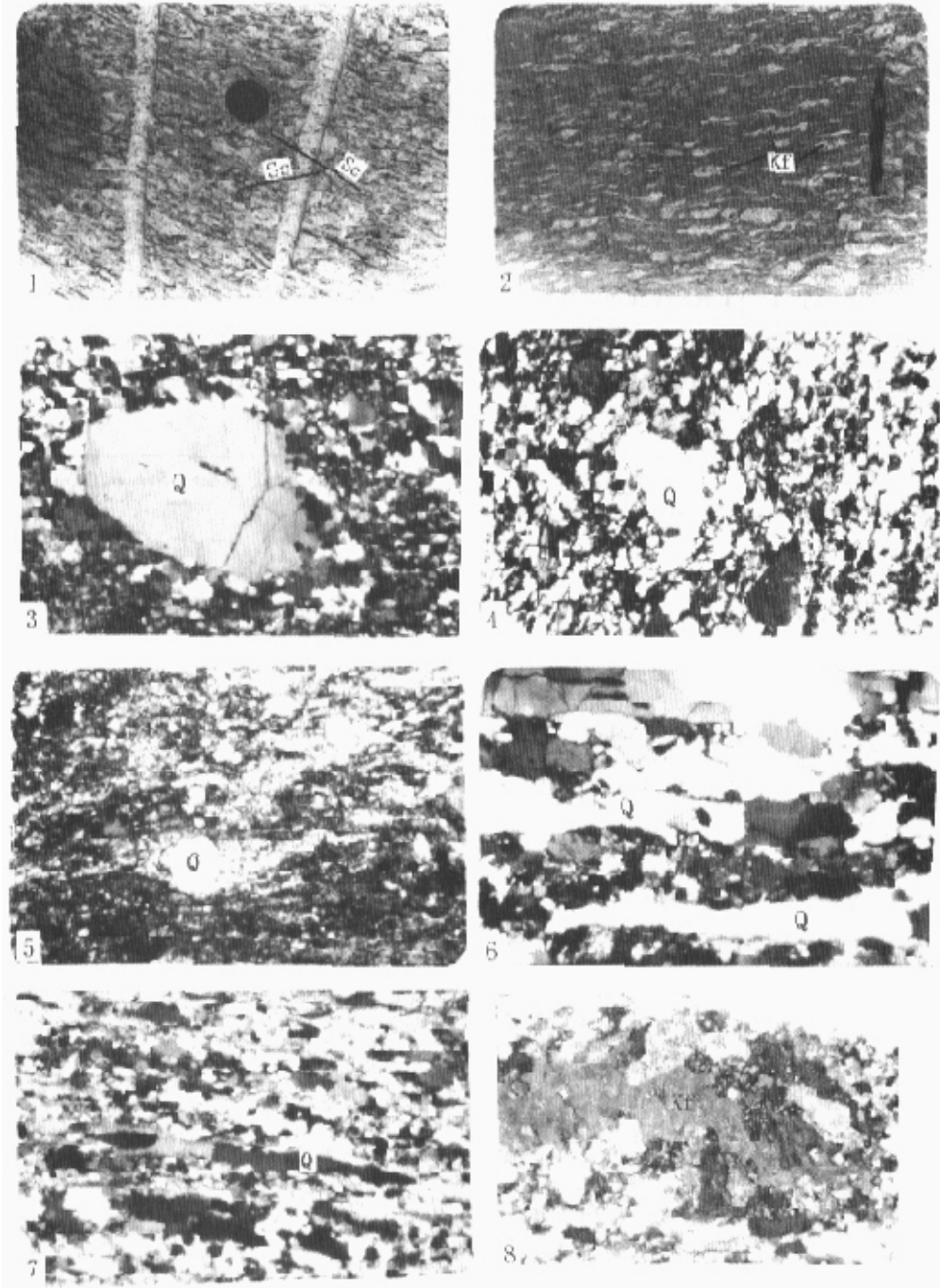
1. 花岗质初糜棱岩中的“S-C”面理
2. 平行面理走向的截面上,钾长石斑晶被拉长成透镜状、眼球状或香肠状
3. 石英残斑形成的边缘粒化结构,残留晶体呈似椭圆形,内部带状消光、波状消光等变形组构发育 (+) ×20
4. 石英残斑形成的边缘粒化结构,残留晶体呈不规则孤岛状 (+) ×20
5. 石英矿物形成的旋转残斑结构 (+) ×20
6. 石英矿物的单晶石英条带 (+) ×40
7. 石英矿物的矩形石英条带 (+) ×40
8. 钾长石残斑形成的边缘粒化结构,残留晶体呈不规则孤岛状 (+) ×20

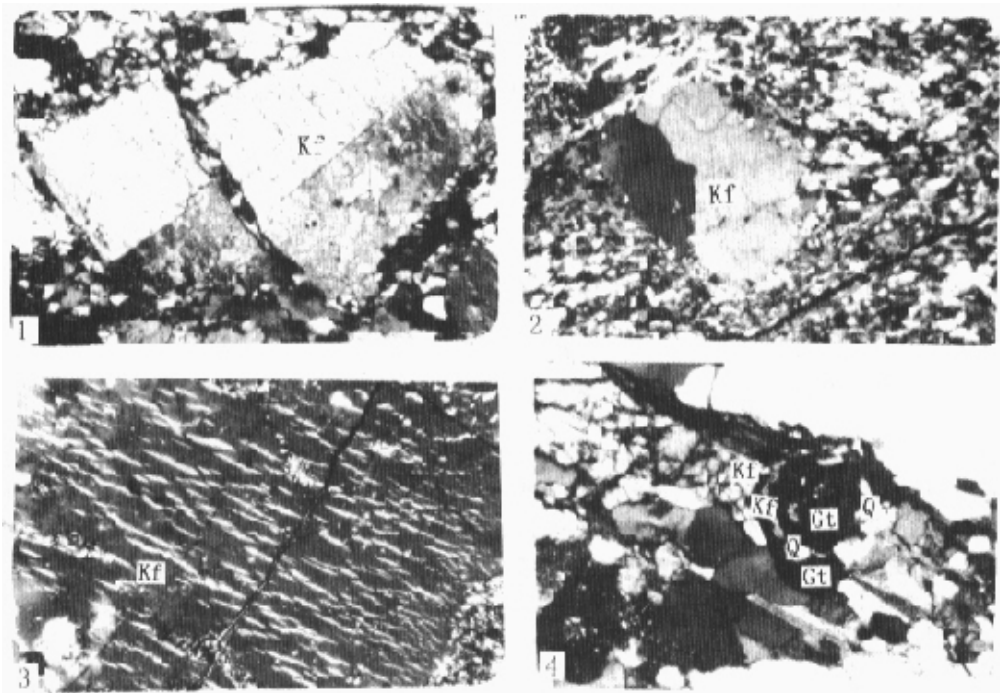
图版 II

1. 钾长石残斑形成的边缘粒化结构,残留晶体呈似椭圆形 (+) ×20
2. 钾长石矿物形成的旋转残斑结构 (+) ×20
3. 钾长石晶体内发育的剪切压溶结构,剪切条纹呈断续斜列式分布 (+) ×60
4. 石榴石形成的矿物环带 (-) ×60

Kf—钾长石 Q—石英 Gt—石榴石

图版 I





图版 II