文章编号:1007－3701(2002)03－0029－08

越城岭花岗岩体定向构造的成因研究

梁金城　冯佐海　张桂林　徐建平　王春增

(桂林工学院资源与环境工程系,广西 桂林 541004)

摘要: 越城岭花岗岩体定向构造的成因类型有 5 类,即:断裂变质与剪切深熔构造、韧性剪切构造、残留区域变质构造、拟态交代与生长构造、碎裂流动构造。其中断裂变质与剪切深熔构造是成岩的基础构造,韧性剪切构造是最重要的叠加构造。韧性剪切指向为正－左旋剪切,$\Delta\sigma=55\sim135$ MPa,$\varepsilon'=9.6\times10^{-12}\sim3.5\times10^{-10}$/s,变形变质相为绿片岩相。岩体西部片麻状岩带的形成与新资断裂长期活动有关。

关　键　词: 定向构造; 断裂变质; 韧性剪切; 花岗岩; 越城岭

中图分类号: P588.12;P542　　**文献标识码**: A

越城岭花岗岩基位于广西兴安、全州和湖南新宁、东安等四县境内,出露面积达 1 391 km^2,其西部出露一条南北长达 70 km、东西宽达 3～15 km 并呈 NNE 向延伸的"片麻状花岗岩带"。对于这一岩带中"片麻状构造"的成因,一直有着截然不同的认识。

在前人认识的基础上,我们从宏观构造、显微构造与组构、岩石学和构造地球化学等不同学科与手段研究后,初步揭示出该岩带中定向构造的成因类型有 5 类。形成这套定向构造的时间可能从加里东期一直延续到印支、燕山期。

1　区域地质背景

区内出露的地层有丹洲群、震旦系、古生界、三迭系、白垩系和第四系,其中前泥盆系经受过区域变质作用,形成一套以绿片岩相为主的浅变质岩系。

区域构造线方向为 NE－NNE 向,主体褶皱为加里东期的越城岭复背斜,由越城岭背斜、油渣坪向斜和猫儿山背斜所组成,向斜被新资断裂严重破坏(图 1)。新资断裂带方向为 25°～50°,长期活动,表现为由一系列不同成因的构造岩和不同性质断层岩组成的构造岩带。

区域内的岩体主要有越城岭花岗岩基和猫儿山花岗岩基,呈长卵形产出,与两个背斜轴部基本吻合。同位素年龄为:382～422 Ma(锆石 U－Pb 法)。在野外见岩体侵入到奥陶系中而被泥盆系不整合覆盖。在这两个岩基内,都发现有印支期和燕山期的小岩体和各种岩脉,同位素年龄分别为 199～240 Ma(K－Ar 法)和 98～102 Ma(K－Ar 法)[1]。其中燕山期岩体又可分出早晚两期。

越城岭加里东期花岗岩主体为中粗粒似斑状黑云母花岗岩,在岩体西部为"片麻状花岗岩带",此岩带往东则渐变过渡为不具片麻理的中粗粒黑云母花岗岩,往西以断层与白垩系红层或与古生界接触。

收稿日期: 2002－07－08

基金项目: 国家自然科学基金项目(4830054)和广西自然科学基金项目(桂科 0229055).

作者简介: 梁金城(1940—),男(汉族),教授,博导,构造地质学专业.

万方数据

2 断裂变质与剪切深熔成因的定向构造

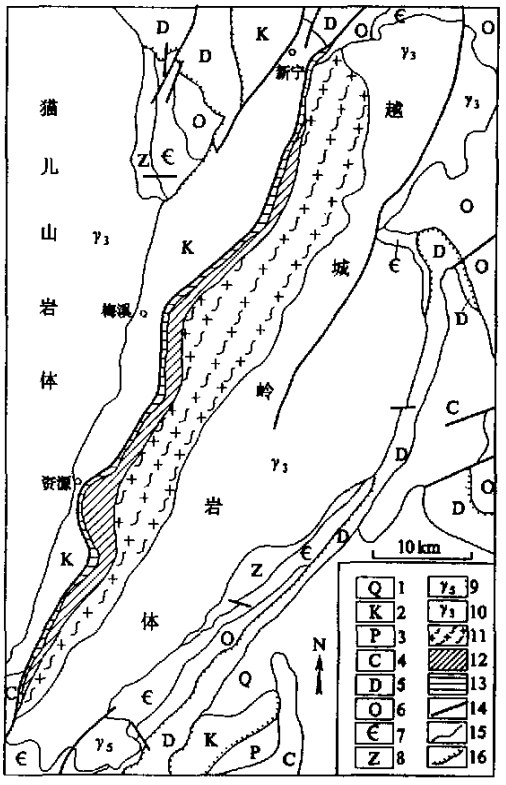

图1 越城岭花岗岩体地质简图

Fig.1 Simplified geological map of Yuechengling granite pluton

1. 第四系;2. 白垩系;3. 二叠系;4. 石炭系;5. 泥盆系;6. 奥陶系;7. 寒武系;8. 震旦系;9. 燕山期花岗岩;10. 加里东期花岗岩;11. 片麻状花岗岩;12. 糜棱岩;13. 硅化碎裂岩;14. 脆性断层;15. 地质界线;16. 不整合线

越城岭岩体西部的片麻状(构造)岩带,经研究查明,其主体定向构造属断裂变质与剪切深熔成因的定向构造(图版-1),主要特征及成因依据如下:

(1)在湖南新宁的水槽源剖面,可以清晰地看到由区域变质岩渐变为混合岩、片麻状花岗岩和均质花岗岩。这种从区域变质岩向均质混合花岗岩的变化是连续过渡的,中间没有突然分界或岩层的推挤现象。而在莫石水-樟木江剖面的董家坪一带,则看到从片麻状混合花岗岩过渡为混合岩和区域变质岩。

(2)在岩带内普遍见到各种残留体(或残影体)以至各种残留构造。例如在莫石水到禾木坳一带仍有不少区域变质片岩的残留体,而且残留体与混合花岗岩的界线渐变,面理相互连续协调。

(3)岩带内的岩石成分、矿物成分以及结构构造等不均匀。从矿物成分来看,钾长石以微斜纹长石为主,斜长石出现肖钠长石聚片双晶,且有两个世代的斜长石,一种为An20到An40的长石,有绢云母化现象,与变质岩的长石牌号相近,为原岩残留;另一种为An10以内的钠长石或更钠长石,形成时代较晚。有时见石榴石、褐帘石、角闪石、电气石等区域变质残留矿物,这些矿物在变形显微构造特征上均有别于后期的热液交代矿物。

(4)岩石中交代现象十分发育。在宏观上出现定向排列的微斜纹长石的交代斑晶,主要为最大微斜长石;在微观上,发育各种交代结构,钾质交代现象十分发育,钾长石交代斜长石的现象极其普遍,而且在微斜纹长石的交代斑晶中,往往保留有原有的石英、云母等矿物的包裹体。

(5)片麻状花岗岩带分析表明,其K_2O/Na_2O普遍偏高,达1.988~2.175,而$Fe_2O_3/(Fe_2O_3+FeO)$普遍偏低,仅0.154~0.243。而且随着断裂变质程度的提高,SiO_2,Al_2O_3,Na_2O/K_2O逐渐增高,而TFe,MgO,MnO和TiO_2逐渐降低,这说明断裂变质过程中K、Na交代的增强,并由于基体、脉体比例的相对变化,有Si,Al,Fe,Mg,Mn和Ti的带出。

(6)用Ti,TR,Be和Nb等微量元素作为判别因子对片麻状花岗岩进行判别后,也显示出本岩带中的岩石其成因应属交代花岗岩[2](表1)。

(7)据人工重砂资料以及薄片观察的结果,其副矿物主要为钛铁矿、磷铁矿、锆石、独居石和石榴石等组合,其中锆石部分为浑圆状、多裂纹或有表面变生等特点,显示交代型花岗岩之特征。

(8)组构分析结果显示片麻状花岗岩的石英[0001]均显示环带组构,而且随着断裂变质及剪切重熔程度的增高其优选程度降低。

(9)钾长石的红外有序度在0.95~1.05之间,属高有序的最大微斜长石。

万方数据

表 1　越城岭片麻状花岗岩微量元素的判别分析

Table 1　Discriminatory analysis of trace elements in gneissic granite

样品编号	步　骤	1	2	3	4	结果对比
	引入变量	Ti	TR	Be	Nb	
1502－7	$Y_{交}$	0.715	0.01549	0.21433	0.11956	$Y_{交}>Y_{重}$
	$Y_{重}$	0.717	－5.21743	－7.20847	－10.79649	
1502－8	$Y_{交}$	0.715	－0.3004	0.20850	－0.28913	$Y_{交}>Y_{重}$
	$Y_{重}$	0.717	－6.21340	－8.83465	－12.07482	
1502－13	$Y_{交}$	0.715	0.01549	0.21433	0.27719	$Y_{交}>Y_{重}$
	$Y_{重}$	0.717	－5.21743	－7.20847	－9.92595	
1529－3	$Y_{交}$	－2.155	－2.7587	－2.56184	－2.63377	$Y_{交}>Y_{重}$
	$Y_{重}$	0.139	5.499	－7.69921	－10.9605	
1504－4	$Y_{交}$	0.72	－1.58747	－1.8435	－1.95638	$Y_{交}>Y_{重}$
	$Y_{重}$	0.428	6.0388	－9.8496	－13.25294	

注：$Y_{交}$ 为交代成因花岗岩；$Y_{重}$ 为重熔成因花岗岩。

从上述特征及数据看来，这种定向构造与莫柱孙先生[3,4]提出的断裂变质作用产生的花岗质岩石的定向构造是相类似的，因为：(1)这条长达 70 km、宽达 3～15 km 的“片麻状构造”岩带，是由一种混合花岗岩或剪切深熔花岗岩组成，其原岩的相应层位，主要相当于丹洲群，其次为寒武系、奥陶系。但从桂北地区来看，相应层位的丹洲群其变质相仅为绿片岩相的千枚岩、变质砂岩等，寒武系和奥陶系的变质程度更浅，主要是一套砂板岩。区域资料否定了区域混合岩化的可能性。(2)在越城岭岩体的其他边缘部位，均无混合岩化现象，故用边缘混合岩化作用，也难以解释岩体西部定向构造的成因。(3)片麻状岩石中的矿物出现各种应力矿物现象，除波状消光等塑性变形现象外，石英在电镜下也出现位错构造，但其位错密度较低，与韧性剪切带有较大的差别，另外结合该类岩石中具明显环带组构等情况来看，说明这种岩石是在一个带状热动力环境下形成的，这种环境只能用隐伏的基底断裂来解释，并且这个带出现的位置正与武汉－桂林断裂带的分支断裂的位置大致吻合。而在航磁图上则呈带状出现 50～100γ 低正异常，与东边的主体花岗岩有一定的差异。因此，在加里东旋回时，由于基底断裂产生，受深部热流与深部碱质气液上升的影响，原岩升温且发生碱质交代作用，即莫柱孙先生指出的断裂变质作用。另一方面，由于断裂深部的剪切加热升温，以及深断裂与深部热源的沟通，引起了深部地壳物质的重熔和上涌[5]。而这种作用过程，都是在应力的持续作用下发生的，故这种断裂变质与重熔的花岗质岩石，同时保留有丰富的应力图像以致出现优选组构。而远离断裂带，岩石的定向构造与应力现象也随之消失。

3　韧性剪切系列的定向构造

3.1　定向构造的宏观特征

韧性剪切成因的定向构造迭加于片麻状岩带的西部，其宏观特征是：(1)岩石中矿物颗粒显著变小；(2)矿物定向排列所显示的叶理十分发育，而且矿物出现强烈的塑性变形；(3)应变局限于一个相对较窄的带内，并且可以使片麻状岩石中的原有面理发生偏转而重新定向。

剪切带分布的范围宽达 0.5～2 km，长约 50 km，呈 NE 向延伸。在带内分布一系列单条剪切带。单条剪切带的宽度从几十厘米到几十米。剪切带的中心，往往是强应变的千枚糜棱岩，往外则依次过渡为糜棱岩→初糜棱岩→糜棱岩化花岗岩，并且呈对称分带。我们在中峰对一条小剪切带进行了角应变测量，角应变曲线呈对称的正弦曲线(图 2)。

尽管出露韧性剪切带的范围呈 NNE 向带状展布，但在这个带内单条剪切带却有两个不同的主要方向：NNE 向－SN 向和 NEE 向－EW 向。此外，局部地段还可见到 NWW 向的剪切带，主要形成一套含构

万方数据

造眼球的糜棱片麻岩。

3.2 显微构造与组构特征

韧性剪切作用的产物是一套糜棱岩－糜棱片麻岩类断层岩。在这套岩石的矿物中，往往出现各种强烈的应力构造现象，如波状消光、变形条带、变形纹、缎带状石英、亚晶、动态重结晶颗粒和核幔构造(图版－2)等。化学浸蚀法对糜棱岩中石英处理后在偏光镜下观察，发现其中布满位错坑，用1 000 kV的高压透射电镜研究，证实其中发育有大量的位错线、位错环、位错网格以至由斜列位错线组成的亚晶界(图版－3)。

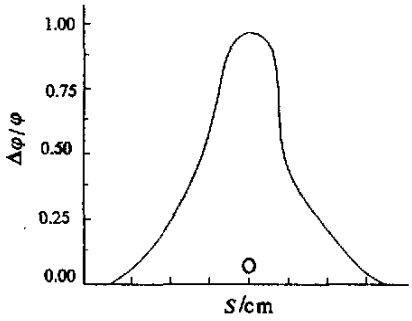

图2 中锋NNE向韧性剪切带的角应变曲线

Fig.2 Angular strain curve of NNE ductile shear zone at Zhongfeng

(O为剪切带中心，横坐标每格4cm)

韧性剪切带的对称分带性不但表现在宏观构造方面，而且也反映在微观方面，从剪切带的边缘向中心其基质粒径变小，应力现象增强，云母、绿泥石等层状硅酸盐矿物增多，而长石等架状硅酸盐矿物减少，反映出应力对称分异的图象(图3)。组构分析表明，从初糜棱岩→千糜岩，随应变的加强，优选程度增加，石英[0001]方位图从R－环带组构变为S－极密组构。X光岩组对千糜岩中石英的(1120)的测定与费氏台测定结果一致。韧性剪切带的分带性还表现在元素含量的分带方面[6]。

在越城岭花岗岩体中发育韧性剪切系列的定向构造，除了上述特征的一套初糜棱岩－糜棱岩－千糜岩外，还有一套粒度较粗、具片麻状构造的糜棱片麻岩。这套断层岩同样发育有韧性剪切变形的显微构造与组构，残存S－C面理和拉伸线理，但其最大的特点是基质粒度较粗，与原岩相比粒度减小不大明显，保留较多的眼球状钾长石残斑，长宽比为3:1～5:1，出现片麻状构造、重结晶构造和恢复构造。其矿物组合为高绿片岩相和高于糜棱岩的低绿片岩相组合。对于糜棱片麻岩粒度较粗的原因，可能与其变形变质相有关，在低绿片岩相条件下形成的糜棱岩一般粒度较小，而在较高变形变质条件下形成的糜棱岩片麻岩，由于重结晶作用和恢复作用则其粒度较粗[7]，越城岭花岗岩体中两类糜棱岩的出现，与先后两期韧性剪切作用有关，初步研究表明：糜棱片麻岩的形成时间早于糜棱岩。

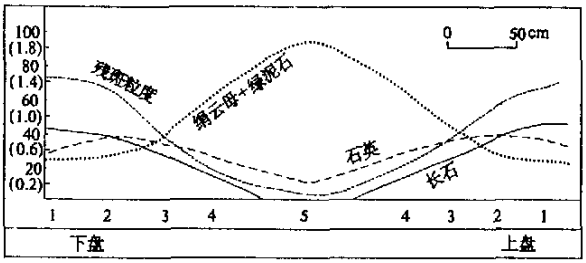

图3 D_9点韧性剪切带横剖面及矿物学变化特征

Fig.3 Mineralogical variation along the cross section of ductile shear zone

1. 中粗粒花岗岩；2. 糜棱岩化花岗岩；3. 初糜棱岩；4. 糜棱岩；5. 千糜岩

(纵座标括号内数字为残斑粒度，单位mm；无括号数字为矿物质量分数，单位%)

3.3 运动学及动力学分析

越城岭韧性剪切带中保留有各种宏观和微观的运动学标志。宏观上，我们可以看到早期片麻状面理的左行偏转，露头上显示左行的S－C面理组构。微观上，糜棱岩定向薄片中有指示左行剪切的多晶石英条带的Ⅱ型S－C组构(图版－2)、δ型旋转残斑、书斜构造等。对糜棱岩和糜棱片麻岩中拉伸线理的测量也进一步证实，拉伸线理向SW侧伏，侧伏角30°～40°，具有正－左行平移特征。剪切带中心部位糜棱岩中石英光轴组构也同样显示具有正－左行特征的S－构造岩组构。

我们对糜棱岩中的各种稳态流动的变形显微构造如石英自由位错密度、亚晶粒度、动态重结晶粒度及变形页理间距等参数进行了古差异应力和应变速率计算(表2)。从表中可以看出：(1)利用不同的构造参数计算结果有所差异，一般是用TEM统计的自由位错计算值偏大，用亚晶计算值偏小，以动态重结晶颗粒的计算值适中而稳定；(2)动态重结晶颗粒计算的古差异应力值为55～90 MPa，千糜岩带可高达135

万方数据

MPa;应变速率一般为 $9.6\times10^{-12}\sim5.5\times10^{-11}$/s,千糜岩带可高达 3.5×10^{-10}/s。从剪切带中心往外,差异应力有递降的趋势。

表 2　由石英变形显微构造估算的古差异应力和应变速率

Table 2　Paleo-stress difference and paleo-strain rate calculated from deformed quartz

标本编号	岩石名称	古差异应力估算值/MPa					古应变速率估算值/s^{-1}
		动态重结晶颗粒		亚颗粒	自由位错	变形纹间距	
		一般薄片	经浸蚀光薄片	经浸蚀光薄片	TEM	一般薄片	$\varepsilon'=5.5\times10^{-5}\exp(-1317)\sigma^4$
J-13	初糜棱岩	54	57				9.9×10^{-12}
P-9	眼球状初糜棱岩	55		40	95		9.6×10^{-11}
P-12	初糜棱岩	58					1.2×10^{-11}
N-10-1	花岗质糜棱岩	58	57				1.1×10^{-11}
N-5	花岗质糜棱岩	67		38			2.1×10^{-11}
Ⅲ-6-3	糜棱岩	69					2.4×10^{-11}
J-9	糜棱岩	71					2.7×10^{-11}
P-8	花岗千糜岩	89	81				5.5×10^{-11}
J-13	千糜岩	135					3.5×10^{-10}
M_0-17	花岗质初糜棱岩					40	

4　区域变质作用的定向构造

4.1　定向构造的宏观特征

在“片麻状岩带”中还存在一种区域变质成因的定向构造。其主要见于一套区域变质岩内,产出形态有两种,一种在“片麻状岩带”的东边,连续呈带状延伸,宽几十至几百米,长达 12 km;另一种则呈断续的带状分布,单体呈宽为几十厘米至几米的透镜体,主要见于“片麻状岩带”的西侧,这种定向构造是以片状矿物定向排列的片状、千枚状和片麻状构造为特征,其中有时见区域变质时形成的各种小褶皱和扭折带等。这套构造的方向,均与区域构造线协调,其所处的层位相当于区域的丹洲群拱洞组地层,部分可能为下古生界。

4.2　定向构造的微观与组构特征

区域变质成因定向构造在镜下主要是显示片状矿物的定向排列,云母类矿物为片状变晶结构,长英质矿物为粒状变晶结构或变余砂状结构,且可看到各种小褶皱等。石英等矿物可见波状消光等应力现象,可见极少量的动态重结晶颗粒,但不具糜棱结构,与出现强烈应变形现象的动力片岩也有本质的区别。

对莫石水剖面的片岩测定后发现,云母和电气石显示 S 或 R 构造岩组构,石英的[0001]方位则为 B 或 R 构造岩组构,属典型的区域变质组构,且其在弱混合岩化的区域变质岩中仍被保留。在上古生界地层,则为均质组构。

从这套岩石的矿物组合看,主要为石英和绢云母,次为斜长石,有时则见黑云母、电气石、角闪石、褐帘石、石榴石等,其变质相相当于绿片岩相,少部分达到绿片岩相-低角闪岩相,一般丹洲群的变质程度略高于下古生界的变质程度。

5　其他成因的定向构造

在片麻状(构造)岩带中除了上述 3 种主要成因的定向构造外,还存在以下两种局部出现的定向构造。

5.1　碎裂流动成因的定向构造

在韧性剪切带的西侧,发育了一条宽几十至几百米的脆性断层,总体呈 NNE 向(20°~30°),局部为

万方数据

NE向(40°~50°)延伸。其中的断层岩主要是角砾岩、磨砾岩、初碎裂岩、碎裂岩及超碎裂岩等,偶见玻化岩。在细碎裂岩特别是超碎裂岩中,有时还出现宏观的定向构造,肉眼下可见到不同粒度的碎基相间排列而显示出一种条带状构造,其中还夹有圆化的眼球状碎斑定向排列。在镜下,其基质为各种围岩或前期断层岩脆性碎块,形体并无明显定向,岩屑中有大量微破裂构造,具典型的碎裂结构,石英[0001]方位图则为凌乱组构。对碎基进行X光岩组分析后没有发现优选。这种由碎裂流动产生的定向构造不完全限于西侧,有时甚至出现于岩带的其他部位[6]。

5.2 拟态交代与生长成因的定向构造

在越城岭花岗岩体中,还存在一种拟态交代与生长成因的定向构造,例如在片麻状岩带中的伟晶岩脉,不论其是否顺层产出或是以大角度相截围岩中早期片麻理,脉内矿物均有定向之特点,且定向面与围岩的片麻理一致,而与脉壁产状无关(图版-4)。在野外还可以看到控制伟晶岩脉的裂隙使围岩先存片麻理发生牵引、弯曲,说明伟晶岩脉的形成晚于围岩中片麻理的形成,但是伟晶岩脉中矿物也呈定向排列,而且脉内外的定向面基本一致。在这种伟晶岩脉中,矿物粒度与脉幅往往呈正相关关系。这可能与脉幅不同宽窄处赋存的气液量不同而形成的不同大小晶体有关。从脉幅宽处向变窄方向观察,可以看到随着脉幅变窄,矿物粒度变细,定向构造趋于明显,并逐渐过渡为正常的具片麻状构造的围岩。这说明在伟晶岩形成时,气液成分沿裂隙上升后沿着其中岩石的原有片麻理交代和拟态生长,从而形成与原有片理定向一致的伟晶岩脉。这种定向伟晶岩脉,在镜下没有发现应力结构,而是一套交代生长的结构构造。

6 结论

(1)越城岭岩体西部片麻状花岗岩带实质上是不同时期、不同成因类型定向构造叠加后的产物,我们通过调查研究并综合了前人的一些成果[8,9],将其划分为5种类型(表3),其中断裂变质与剪切深熔作用和韧性剪切作用先后形成的两种定向构造是最重要的类型。

(2)断裂变质与剪切深熔作用形成的定向构造是片麻状岩带的基础构造,这是在加里东运动晚期,由断裂作用引起的剪切热和深部热源一起导致地壳物质的重熔,断裂作用诱发深部岩浆上侵,并在高应力带中形成的一种定向构造。

表3 越城岭岩体不同成因类型定向构造特征对比

Table 3 Genetic types of oriented structures in Yuechengling granite pluton

成因类型	断裂变质与剪切深熔定向构造	韧性剪切定向构造	区域变质定向构造	拟态交代定向构造	碎裂作用定向构造
岩石类型	混合岩、片麻状花岗岩	初糜棱岩、糜棱岩、千糜岩、糜棱片麻岩	千枚岩、片岩、片麻岩	脉岩	细碎裂岩、超碎裂岩
结构	蠕英结构、穿孔结构、净边结构、条纹结构	糜棱结构、超糜棱结构、残斑结构	变余砂状结构、粒状变晶结构、鳞片变晶结构	交代文象结构	碎裂结构、碎斑结构
构造	眼球状构造、条带状构造、条纹状构造、片麻状构造	眼球状构造、似千枚状构造、条带状构造	千枚状构造、片状构造、片麻状构造、皱纹构造、褶劈构造	似片麻状构造	眼球状构造、条带状构造
显微构造	有时见波状消光,个别情况可见位错构造,但塑性变形现象不强	石英强烈塑性变形,如变形纹、变形条带、亚晶、动态重结晶和核幔构造等	石英云母有时波状消光,个别情况也见亚晶	一般不出现应力结构	大量的微破裂,粒化现象显著,可见毕姆纹
石英[0001]组构	R-环带组构	S-极密组构、R-环带组构	B-构造组构、R-环带组构	生长组构	均质组构

万方数据

(3)越城岭剪切定向构造是最重要的一种叠加构造，其古差异应力为55～135 MPa，应变速率为9.6×10^{-12}～3.5×10^{-10}/s，形成深度为6～10 km，相当于绿片岩相的变形变质条件。

(4)越城岭西部片麻状花岗岩带的出现，与新资剪切带的长期活动有密切关系，断裂最早活动始于加里东期，在印支、燕山期也有活动，最早一期韧性变形应相当于加里东晚期，但在主体花岗岩侵位之后。

本成果是集体研究的结晶。袁奎荣教授生前一直十分关心本课题的研究，广西区域地质调查院和湖南区测队给予本课题以大力支持。

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] 梁廷苞，王化云．猫儿山、越城岭花岗岩类型及其片麻状花岗岩带的成因探讨[J]．广西地质，1986，5(2)：79—84.
[3] 莫柱孙．云开大山变质核杂岩的时代和成因[A]．中国地质学会第一届矿物、岩石、地球化学专业学术会议论文选集[C]．1964.
[4] 莫柱孙．论断裂变质作用[J]．中国区域地质，1983，(5)：1—10.
[5] 彭少梅，符力奋，周国强，等．云开地块构造演化及片麻状花岗质岩石的剪切深熔成因[M]．武汉：中国地质大学出版社，1995.
[6] 梁金城，徐建平，王春增，等．论新资断裂带的断层岩及其构造演化规律[A]．第二届全国显微构造与组构学术讨论会交流论文[C]．1984.1—13.
[7] Simpson C. Deformation of granitic rocks across the brittle-ductile transition. Journal of Structural Geology, 1985, (7): 503—511.
[8] 袁奎荣．花岗岩类中片麻状定向构造的特征及成因问题[A]．第二届全国显微构造与组构学术讨论会交流论文[C]．1984.1—14.
[9] 汪绍年．广西及其邻区片麻状花岗质岩石成因初议[J]．广西地质，1988，1(1)：55—63.

Oriented structures in Yuechengling granite pluton

LIANG Jin-cheng, FENG Zuo-hai, ZHANG Gui-lin, XU Jian-ping, WANG Chun-zeng
(*Department of Resources and Environmental Engineering, Guilin Institute of Technology, Guilin* 541004, *China*)

Abstract: The oriented structures in the Yuechengling granite pluton include fault metamorphic and shear anatectic, ductile shear, relic regional metamorphic, mimetic replacement and growth and cataclastic flow structures, among which the fault metamorphic and shear anatectic structures are basic rock-forming structures, and the ductile shear structures are the most important superimposed ones. The shear sense of ductile shear zones is normal-sinistral with the paleo-stress difference ranging from 55 to 135 MPa and paleo-strain rate from 9.6×10^{-12} to 3.5×10^{-10} per second, resulting in forming of greenschist facies distortional metamorphism. The gneissic structures in the west part of the Yuechengling granite pluton might be associated with the long-term activatity of the Xinning-Ziyuan fault.

Key words: oriented structure; fracture metamorphism; ductile shearing; granite; Yuechengling

万方数据

图版

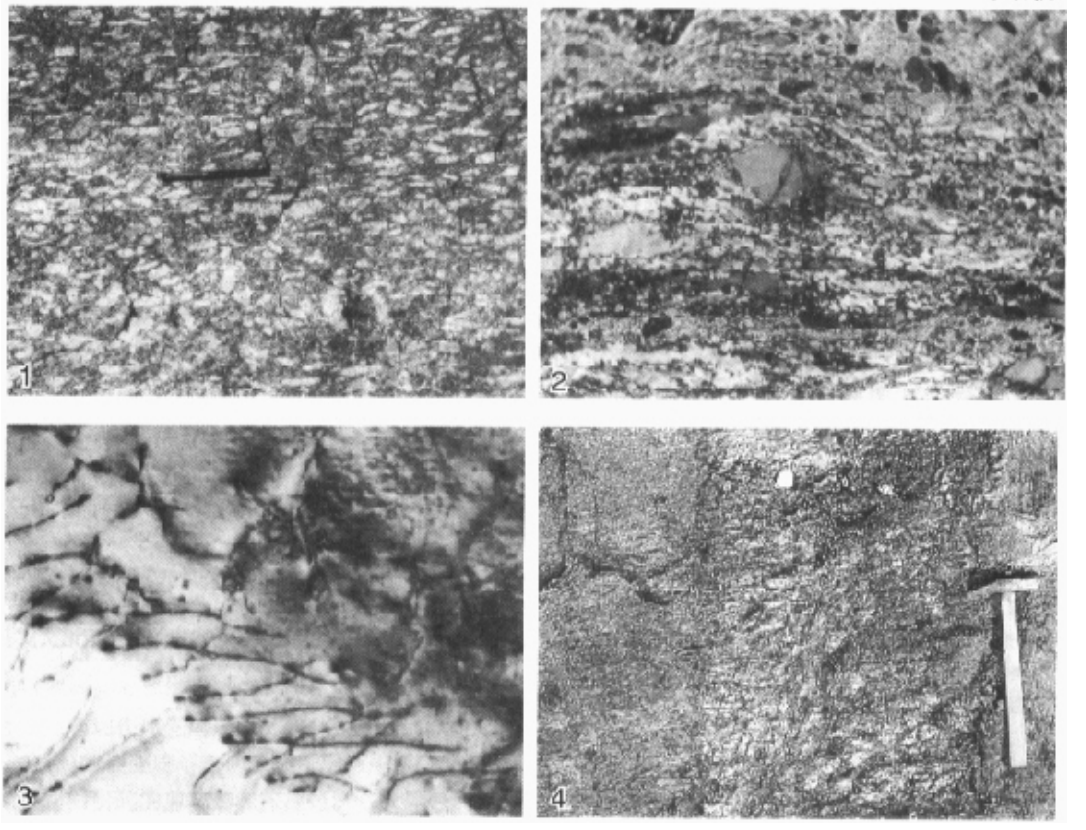

图 版 说 明

1. 越城岭片麻状花岗岩
2. 花岗糜棱岩中的核幔构造和S-C组构
3. 糜棱岩中的位错构造
4. 伟晶岩与片麻状花岗岩的拟态交代和生长构造

万方数据