

# 北京密云典型韧性剪切带特征

黄云波

(长春工业高等专科学校, 长春 130021)

关键词 北京密云 糜棱岩 韧性剪切带

张家坟群为一套太古宙高级变质岩石, 是密怀古隆起的主要组成部分; 其变质变形作用的特征是全面研究密怀地区的地壳早期演化历史和铁、金成矿规律的关键<sup>[1]</sup>。本文通过糜棱岩的显微组构及其变形作用的关系, 结合应变分析结果, 对张家坟群的构造特征及变质变形作用进行了探讨, 认为张家坟群为一典型韧性剪切带。

## 1 韧性剪切带的野外特征

该韧性剪切带西起白河沿岸, 向东延伸经莫岭到水泉沟, 呈一近东西向带状分布。韧性剪切带内主要组成岩石为各种糜棱岩。按照基质和残斑的相对含量, 划分为四种类型, 且自韧性剪切带中心向两侧呈有规律分布: 超糜棱岩—糜棱岩—初糜棱岩—糜棱岩化岩石, 体现了韧性剪切带内部变形强度带的变化特点。

区内韧性剪切带内部构造极为发育, 除常见的叶理和线理构造外, 还有一些特殊构造:

“a”型褶皱 指在韧性剪切带主界面附近的平卧褶皱, 其特点是在褶皱上发育与枢纽平行的拉长线理, 主要位于黑云母斜长片麻岩中。

鞘褶皱 呈圆柱形, 状似刀鞘, 枢纽呈弧线型, 与褶皱面上发育的拉伸线理平行。

膝折 形态为两翼平直的尖棱状褶皱, 多发育于脆性薄岩层或片理化岩石中, 所表现的运动形式为剪切运动方式。

## 2 糜棱岩的显微组构及其与变形作用的关系

糜棱岩的显微组构很发育, 按变形特点及重结晶程度分为两类。

### 2.1 与晶体光学特征有关的显微应变组构

波状消光 多见的是石英晶体的波状消光, 依消光的方位与晶体长轴关系可分为平行消光、同心环状消光、放射状消光及不规则消光。从糜棱化岩石到超糜岩, 波状消光现象递减, 说明在波状消光区, 岩石变形强度较弱。

机械双晶 双晶分布不均匀, 宽窄不一, 边界不平直, 双晶类型以钠长石双晶律为主, 一般发育于较弱变形带中的斜长石、角闪石矿物晶体中。机械双晶主要是晶体内部双晶滑移的结

果,易出现在低温和快速应变条件下,是晶体在韧性变形初期形成的特征显微应变组构。

**变形纹** 在变形较弱的石英晶体中,呈线型楔状,不穿切矿物颗粒边界,是在高角度分解剪切应力作用下形成的,在透射电镜下发现这种变形纹是滑移面中位错累积所致。

**变形带** 是晶体内部一种宽的和界面平直的带状消光现象,系面状位错所致,不同矿物变形带出现条件不同。

**亚颗粒结构** 石英及长石晶体内,颗粒内部出现消光偏差几度的不同部分,单偏光镜内显示一完整的颗粒。

**微型 扭折带** 表现为双晶弯曲产生扭折带,沿着扭折带分布有亚颗粒和重结晶,表明晶体遭受了塑性变形的改造。

**矩形边结构** 石英晶体呈矩形紧密排列。

## 2.2 与动力重结晶有关的显微组构

在变形过程中,伴随着动力变质作用,糜棱岩中出现了重结晶颗粒,在演化过程中,形成了一些特征的显微组构。

**矿物的 旋转应变** 比较特征的是“S”型残斑,表现为矿物残斑发生旋转,基质围绕残斑呈“S”型分布,它是在韧性剪切变形过程中,基质发生强烈的塑性流动,较硬的残斑被旋转形成的,其主要变形机制是粒间的差异运动。

**核幔结构** 石英等矿物残斑被细小的重结晶颗粒围绕形成核幔结构,反映在动态重结晶作用下随应变增大,幔部向核心侵进变大,直至取代整个残斑,故可利用核幔的相对大小判断岩石的应变。

**拔丝构造** 糜棱岩中长英质组分在剪切应力作用下,发生塑性流动,常沿叶理方向拉长及定向排列生长形成带状的拔丝构造。它的出现说明岩石塑性变形增强(图 1)。

基于上述显微应变组构的分析,糜棱岩的显微变形机制主要是位错、位错移动,而且随着

应变值的增大,变形机制中位错 $\rightarrow$ 位错蠕动 $\rightarrow$ 超塑性流动。因此,从糜棱岩的显微变形特点来看,韧性剪切带的发育大致可以分为 3 个阶段:①韧性变形程度低,岩石受应力作用后主要是通过晶粒内位错形成波状消光、变形纹(带)及机械双晶等来体现;④韧性变形增强,结晶作用使位错重新排列或消失并出现多边化、细粒化,形成亚颗粒结构和核幔结构等;④强烈塑性变形使矿物发生塑性流动,形成了矿物的旋转应变和拔丝构造,明显的重结晶作用使矿物颗粒趋于细粒均匀化,形成粒状结构。图 2 表示了糜棱岩显微组构演化与变形机制关系。

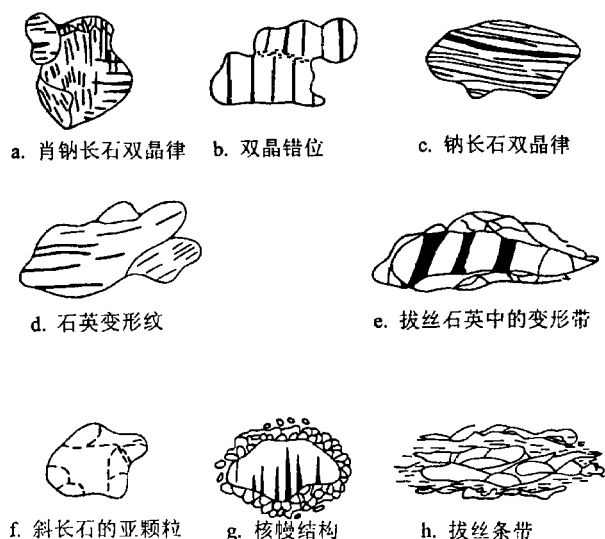


图 1 糜棱岩显微组构镜下特征

Fig. 1 Mylonite microfabric optical feature

### 3 韧性剪切带的变质作用和应变分析

#### 3.1 变质作用

韧性剪切带的岩石(糜棱岩)是由残留的碎斑矿物和基质矿物组成,碎斑矿物及其组合是早期区域变质作用的产物。基质中发育有许多新生矿物形成的片理,野外和镜下观察,这些新生的片理与原来的片麻理呈小角度斜交,因此这些新生基质矿物是韧性剪切带内动力变质作用的产物,可以利用它们来研究韧性剪切带的变质作用特点。

岩石在遭受韧性变形作用改造时,原有矿物均受到不同程度的影响,形成与其温压条件相适应的新生矿物组合,并具有较强的低温含水矿物特征。韧性剪切带新生矿物组合的一般形式为:  $\text{Bi} + \text{Epi} + \text{Q} + \text{Act} \pm \text{Hb} \pm \text{Chi} \pm \text{Ser}$ 。

本文采用  $\text{Gpx-Hb}$  和  $\text{Ct-Bi}$  等矿物地质温度计,对本地区变质作用温压条件进行估算。并根据矿物组合特征,矿物之间的反应关系,可知韧性剪切带中动力变质作用的温压条件为  $500 \sim 700^\circ\text{C}$ 、 $0.88 \sim 1.1 \text{ GPa}$ 。

综述本区变形作用对动力变质作用的影响主要有以下几方面:

(1) 动力变质作用的成因源于韧性变形作用,它是在强应力下,岩石发生变形作用,并且伴有变质结晶和重结晶的一种特殊的变质作用,其所需的温度及热液均受变形作用直接或间接的控制。

(2) 变形作用控制着变质分异作用的发生和演化。在应力作用下,长英质矿物趋于向应力较强的部位聚集,而辉石、角闪石等韧性小的矿物趋于向应力较弱的部位聚集,而形成变质分异条纹或条带状构造。

(3) 变形作用破坏了矿物晶体结构,加速了晶体扩散作用和结晶成核作用,促进变质反应的发生和完成。

(4) 应力的变化会引起化学场梯度或化学势能梯度的改变,从而影响晶内扩散作用或粒间扩散作用,并提高扩散物质的搬运能力和速率,加速结晶作用和变质反应的进行。

(5) 变形使矿物粒度细化,增大了矿物之间的接触面积,有利于变质反应和重结晶作用<sup>[2]</sup>。

#### 3.2 应变分析

应变椭圆分析方法(Ramsay, 1969)是进行塑性变形,特别是三维有限应变分析的有效方法,据弗林(1962)在应变椭圆中引入的一种定量图解方法,可以确定应变性质。以本区出现的应变结构分析,假定发生在剪切带中的石英变形前为等轴状或近等轴状,则可根据公式  $r = a + b - 1$  (郑亚东, 1989) 求算剪切应变值<sup>[3]</sup>。

我们采集了5个岩石定向标本,分别切制XY、XZ面的切片,测量石英颗粒的轴率,并将计算结果投影于弗林图解(图3),结果大部分样品落入弗林图解  $K = 1$  附近及以下的压偏区,表

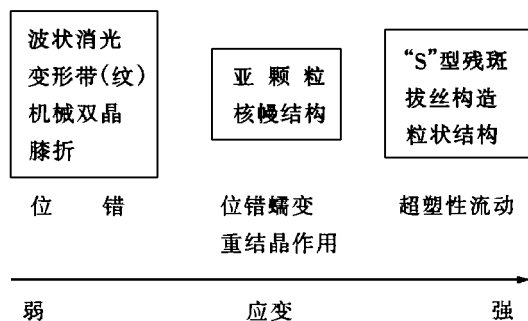


图2 糜棱岩显微组演化与变形机制关系

Fig. 2 The deformation mechanism for mylonite micro fabric evolution

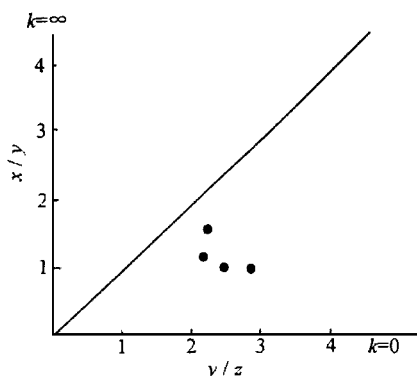


图3 弗林图解(Flinn, 1962)

Fig. 3 Flinn diagram (1962)

明在剪切带形成过程中, 既有简单剪切, 也存在压偏机制, 是以单剪为主兼具压偏作用的剪切。根据 S  $\rightarrow$  C 组构、拉伸线理、鞘褶皱及矿物旋转方式, 判断本区韧性剪切带剪切方式是从北向南的逆推覆剪切作用。

## 4 结 论

(1) 密云张家坟群不具有地层的含义, 岩石中发育的“片麻理”和成层性, 是韧性剪切作用形成的面理构造的表现, 在构造上为一典型的韧性剪切带。

(2) 该韧性剪切带具有逆推覆性质, 方

向是从北向南滑移。

(3) 韧性剪切带中, 依变形强度, 可大致划分出中强边弱的变形强度特征。从区域上看, 该韧性剪切带应为区域上的三棱山韧性剪切带的北延部分。

**致谢** 本文是在施性明教授、卢明杰副教授的大力支持和帮助下完成的, 在此深表谢意!

## 参 考 文 献

- 1 兰玉琦, 施性明. 冀东迁安太古代变质地质. 长春: 吉林科学技术出版社, 1990.
- 2 张贻侠. 冀东太古代地质及变质铁矿. 北京: 地质出版社, 1986.
- 3 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, 1989.

# Feature of Typical Ductile Shear Zone in Miyun, Beijing

Huang Yunbo

(Changchun College of Technology, Changchun 130021)

**Abstract** Zhangjiafen group of Miyun is a set of Archean high-grade Metamorphic rock. The field feature of Zhangjiafen group was studied. The rock is mylonite. Amounts of special structures-sheth fold and knee fold were developed in addition to foliation and lineation. Analysis results showed that micro-deformation mechanism was mainly misplace, dislocation creep and super-ductile flow. Metamorphism and strain analysis suggested that the area deformation controlled the formation and evolution of metamorphic differentiation. Deformation of shear zones was characterized by the shear and flaser. The above study pointed out that Miyun Zhangjiafen group was tonalite complex reformed by poly-ductile shear deformation, without strata meaning. It is a typical ductile shear zone.

**Key words:** Miyun, Beijing; mylonite; ductile shear zone