

缅甸翡翠显微构造的研究

高媛

(成都理工大学 地球科学学院, 成都 610059)

摘要: 翡翠的显微构造是矿物在应力作用下发生脆性或塑性变形产生的各种变形形迹。常见的显微构造有显微裂隙、波状消光、带状消光、扭折带、变形纹、机械双晶、镶嵌构造、核幔构造及溶解条纹等。它们有着不同的特征,反映了不同的形成条件,涉及到不同的变形机制。

关键词: 缅甸翡翠; 显微构造

doi: 10.3969/j.issn.1001-1412.2009.02.012

中图分类号: P583; P589 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2009)02-012-04

0 引言

翡翠以艳丽多彩的色泽、细腻润泽的质地、优良的物化性能、稀缺的品质和独特的玉石文化,成为最具收藏价值的玉石之一。翡翠质地是影响玉石价值的重要因素,显微构造则决定着翡翠的质地。

1 缅甸翡翠的显微构造

选取缅甸翡翠切片观察,总结出翡翠中常见的显微构造。

1.1 显微裂隙

显微裂隙是指光学显微镜下可见到的微细裂隙。多限于晶内,也可穿过晶体,多呈不规则状,平行状或共轭状产出,且一般不破坏岩石或矿物的完整性(图1-1)。按显微裂隙的性状,可将其分为剪裂隙和张裂隙:一般剪裂隙较平直,紧闭,充填物较少;张裂隙是垂直破裂面的微裂开,常常呈锯齿状,较开放,并可有充填物。

显微裂隙是破裂作用的产物。在脆性变形中,显微裂隙可以扩展,形成贯通岩石的宏观破裂。也有人认为显微裂隙(尤其是天然变形岩石中的显微裂隙)与蠕变有关。刘瑞珣(1986)认为显微裂隙是

在蠕变的加速阶段(即加速蠕变阶段)由于显微变形机制的调整跟不上宏观应变速度,导致变形的不连续而产生的。显微裂隙的出现预示着宏观破裂很快就要来临^[1]。

岩石变形实验中的显微裂隙统计表明,岩石往往按照加于整个样品边界上的应力状态发生微裂隙,而不受单个颗粒边界上应力状态的约束。单个矿物颗粒中的显微裂隙与整个岩石标本以至更大规模的破裂作用相关。因此,可通过分析岩石中显微裂隙的方位来了解变形岩石的应力状态。由于翡翠产于高压区域变质岩中,所以显微裂隙在翡翠(特别是中低档翡翠)中是很常见的。

1.2 波状消光、带状消光及扭折带

经过塑性变形的晶粒在正交显微镜下常显示出不均匀的消光现象。据其消光影形状及界面特征,可将其分为波状消光、带状消光及扭折带^[2]。

波状消光的主要特征是消光影呈扇状、带状或不规则状连续地扫过颗粒,消光界面不明显。波状消光多发育于经受过较轻微变形的岩石中。随着应变的加大,波状消光现象逐渐减少,以至完全消失。波状消光与晶内自由位错的密度和状态有关:当晶内位错密度较大,尤其是当不同型号的位错不均匀时,晶格会由于过量的位错而引起弯曲,以致在正交偏光下出现波状消光现象。硬玉矿物颗粒中的波状消光现象普遍。本人在对翡翠薄片的观察中发现,质地相对较好的翡翠,几乎每个硬玉颗粒都可见到

收稿日期: 2008-04-11

作者简介: 高媛(1980),女,河北保定人,助理实验师,博士研究生,研究方向为岩石学。通信地址:成都理工大学地球科学学院地质系,邮编:610059; E-mail: yuanyuan400406@126.com

波状消光现象(图 1-2)。

带状消光是晶粒内一种较宽、界面较清晰的消光带,消光影由此带至彼带呈跳跃式过渡,通常是限定在颗粒界面内或界面上的面状带。带状消光带也称为变形带,它是晶体相邻部位受了不同变形的粒内面状区,是由于晶格的简单弯曲,垂直滑移面的滑移总量不同而引起的。

若消光带的界面更为清晰、平直,消光影的过渡更加截然,则称为扭折带,它是带状消光的特例。在翡翠中可以看到硬玉的扭折带,其常表现为硬玉矿物颗粒的弯曲,或是解理和双晶的弯曲、扭折。矿物中的带状消光带及扭折带的几何特征表明,它们是由滑动面弯曲、扭曲而成,是粒内变形不均匀的结果。如前所述,若晶粒在滑动中是自由的,则持续的滑动必然要使它发生转动。但实际上,多晶集合体中晶粒是互相牵制、互为阻碍的,这就限制了晶粒的转动,使得晶粒在滑动中以晶内调整的方式将晶粒的转动集中在晶内较窄的范围内,导致滑动面的弯曲与扭折。也有人认为有的扭折带是由位错壁构成的,这样的扭折带一般出现在亚颗粒边界上(图 1-3)。

1.3 变形纹

变形纹是矿物晶体内平直的或呈长透镜状的薄纹层。它一般不切穿晶粒,其折射率和双折率与主晶略有不同,消光位与主晶也稍有差异。变形纹常密集分布,呈平行或近于平行状产出,并常与带状消光或扭折带呈高角度伴生。变形纹是粒内滑动的产物,多形成于具高分解剪切应力的无理面上。此外,变形纹还有可能是应变恢复阶段出现的亚颗粒壁。变形纹是岩石塑性变形的标志之一(图 1-4,图 1-5)。

1.4 机械双晶

机械双晶是在应力作用下由双晶滑移所形成的,亦称变形双晶或滑移双晶。机械双晶通常产于应变较强部位,其双晶纹细而密集,厚度基本一致。双晶纹常在晶体内部或边缘有规律的尖灭,尖灭部分往往呈楔状或火焰状,双晶纹还可弯曲或分叉。此外,在一个变形晶粒中有时可见多世代的双晶纹穿插交生。由于机械双晶是双晶面上发生的位错现象,因而较低的温度和较快的应变速率条件有利于机械双晶的发育。最近的实验岩石学研究表明:纯硬玉出现机械双晶至少需要 0.3 GPa 应力差^[3]。图 1-6 所示的机械双晶显示缅甸硬玉在变形过程中曾经受过应力加载。

1.5 镶嵌构造

镶嵌构造是动态恢复过程中,晶粒中形成亚颗粒,并由亚颗粒镶嵌而成的显微构造。镶嵌构造又称亚构造,在正交偏光下表现为不均匀镶嵌状消光。镶嵌的亚颗粒一般取低位能形式,即取低角度界面形式。

亚颗粒是发育在粒内的一种次级面状界面。在动态恢复过程中,晶内的位错重新排列,部分抵消或攀移,从而降低晶内的自由能,形成亚颗粒(图 1-7),这一过程又叫多边形化。由于许多亚颗粒是在动态恢复过程中形成的,因此在应变强烈部位(如扭折弯曲部位)优先发育。亚颗粒构造保存着在波状消光、变形带和扭折带基础上继续发育而成的痕迹。亚颗粒可做为动态恢复的指示标志。具有这种显微构造的翡翠质地细腻均匀,内部干净,近冰种-玻璃种,透明度往往较好。

1.6 核幔构造

核幔构造是应变颗粒边部或边界处被细小的亚颗粒及重结晶颗粒所环绕而成的一种构造。其核部通常为应变颗粒,可发育波状消光、带状消光及变形纹等显微构造。向外是一些细小的、位向差较小的亚颗粒,再向外是位向差较大的重结晶颗粒。核幔构造是动态恢复及动态重结晶的产物。恢复作用使得在应变颗粒的高应变部位(通常是晶体边界或粒内扭折界面等部位)首先形成亚颗粒,随着应变的发展,通过亚颗粒的旋转及边界迁移,形成重结晶颗粒,于是形成了由内至外依次为应变颗粒、亚颗粒、重结晶颗粒的核幔构造。核幔构造进一步发展,核部可逐渐被幔部所代替,整个晶粒最终被众多重结晶颗粒所取代。核幔构造的形成和发展过程说明,糜棱岩的细粒化主要是通过动态恢复及重结晶作用完成的。图 1-8 为冰种翡翠核幔构造的初期阶段,核部为硬玉颗粒,幔部为围绕核部的细小重结晶晶粒集合体。

1.7 应力环带结构

在应力作用下,硬玉矿物颗粒内成分会产生不均一化现象,并呈现环带状分布,即应力环带结构(图 1-9)。

1.8 出溶结构

与应力有关的出溶结构主要有:应力蠕英结构、应力条纹结构、出溶页理。其中出溶页理在辉石中多见,出溶页理是在温度改变或应力作用下由出溶作用形成的一种平行连生现象。由应力导致的出溶作用,主要是位错机制在起作用。在应力作用下,固

溶体中就会形成位错,发生位错滑动,这就改变了滑动面或位错附近原子的邻近关系,导致溶度降低,使

其发生出溶。此外,位错应变能也是促使溶质分离的因素。

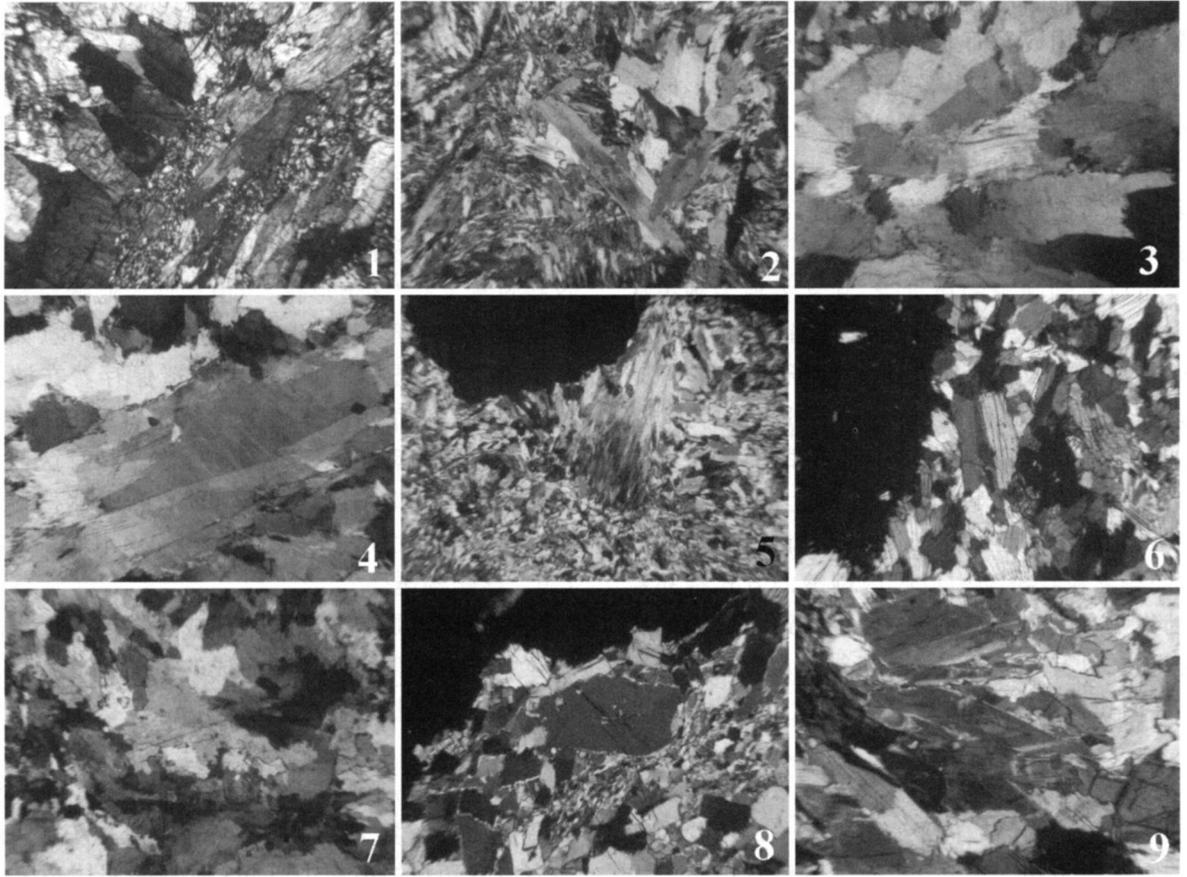


图1 缅甸翡翠的显微构造图像

Fig. 1 Microscopic image of Burma jadeite

2 翡翠显微构造对品质的影响

2.1 翡翠显微裂隙对品质的影响

如果翡翠中存在有显微裂隙构造,当入射光射入时,在显微裂隙处会产生较多的折射、散射,消耗了入射光的能量,使翡翠的透明度降低。同时,显微裂隙的存在使翡翠易碎,不利于首饰加工和成形。

显微裂隙中充填有杂质时,对翡翠的品质有双重影响:如果充填的矿物杂质为绿色矿物(如绿泥石),则会改善翡翠的颜色和质地;如果充填的杂质为黑色矿物,翡翠的净度会降低,品质会受到负面的影响。

2.2 其他的显微构造对翡翠品质的影响

除显微裂隙为脆性变形作用形成外,其他的显微构造都是由韧性变形作用所形成的。

翡翠在较低温度、较高应力及高应变速率的条件下开始变形。首先部分硬玉晶粒在晶内滑移机制下,晶粒内出现波状消光、带状消光、扭折带和变形纹等显微构造。进一步剪切则由位错滑动和位错蠕变而产生动态恢复作用,使硬玉晶粒中产生亚颗粒,形成镶嵌构造。随着应变的加大,亚颗粒逐渐旋转,形成大角度边界,在晶粒边缘部分或亚晶界上出现细粒的动态重结晶颗粒,翡翠中形成核幔构造。在一系列变形过程中,细化了翡翠的颗粒,缓解了显微裂隙对翡翠品质的破坏,提高了翡翠的透明度,对翡翠品质有一定的改进作用。

翡翠的翠绿色与铬的含量有关,铬在韧性变形和钠质流体的共同作用下产生淡化,在铬淡化过程中,韧性变形起到了关键的作用:一方面影响淡化空间的分布;另一方面又促使含铬矿物和不含铬矿物充分接触,使铬的淡化能充分进行,最终形成翠绿色的翡翠。

3 结语

翡翠的显微构造是矿物在应力作用下发生脆性或塑性变形产生的各种变形形迹; 常见的显微构造有显微裂隙、波状消光、带状消光、扭折带、变形纹、机械双晶、镶嵌构造、核幔构造及出溶条纹等。它们有着不同的特征, 反映了不同的形成条件, 涉及到不同的变形机制^[4]。

参考文献:

- [1] 刘瑞珣. 显微构造地质学[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1988.
- [2] 钟增球, 郭宝罗. 构造岩与显微构造[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1991.
- [3] Orzol J, Trepmann C, Stockhard B, *et al.* Critical shear stress for mechanical twinning of jadeite— An experimental study[J]. *Tectonophysics*, 2003, 372(3-4): 135-145.
- [4] 邹天人, 於晓晋, 夏凤荣. 翡翠的单斜辉石类矿物研究[J]. *宝石与宝石学杂志*, 1999, 1(1): 27-32.

STUDY ON THE MICROSCOPIC STRUCTURE OF BURMA JADEITE

GAO Yuan

(*Institute of Geosciences of Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China*)

Abstract: Microscopic structures of jadeite are various brittle and plastic deformation trackway of minerals under stress. Microscopic wavy extinction, band extinction, kink band, deformation lamellar, mechanic twin crystal, mosaic, nuclei+mantle structures and exsolution lamellar etc are the common microstructures. Different micro-structural features imply varied formation conditions and involves with different deformation mechanisms of jadeite.

Key Words: Burma jadeite; microscopic structure