

文章编号: 1000-6524(2004)01-0049-05

缅甸纳莫原生翡翠矿体特征与成因研究

张良钜

(桂林工学院, 广西 桂林 541004)

摘要: 缅甸纳莫翡翠原生矿体呈透镜状侵入于蛇纹石化超基性岩中, 矿体中分布有团块状围岩捕虏体。矿物结晶顺序为: 具帚状结构的粗晶柱状硬玉→具柱状交织结构的细晶柱状硬玉→具流动构造的微晶柱状硬玉与粒状方沸石组成的绿色翡翠细脉→粒状方沸石脉→钠长石与石英组成的脉。绿色翡翠细脉沿矿体构造裂隙呈条带状、脉状产出, 主要由微晶柱状硬玉组成, 其长度为0.06~0.08 mm, 宽为0.01~0.015 mm。矿体主要由具柱状交织结构的细晶柱状硬玉组成, 是超基性岩浆结晶分异演化的产物。

关键词: 翡翠原生矿体; 硬玉; 柱状交织结构; 岩浆成因; 纳莫; 缅甸

中图分类号: P619.28⁺1; P611.1

文献标识码: A

Characteristics and genesis of the primary jadeite jade orebody in Nammaw, Myanmar

ZHANG Liang-ju

(Guilin Institute of Technology, Guilin 541004, China)

Abstract: The primary jadeite jade orebody in the lenticular form intruded into the serpentinous ultrabasic rocks. Trapped massive bodies with composition of country rocks are distributed in the jadeite jade orebody. The order of crystallization in the orebody is coarse prismatic jadeite with broom-like texture → fine prismatic jadeite with interlocking texture → veins of macro prismatic jadeite with flowage structure and granulous analcite → veins of analcite → veins of albite and quartz. The green jadeite jade, 0.06~0.08 mm in length and 0.01~0.015 mm in width, consists mainly of macro prismatic jadeite with flowage structure. The orebody consists mainly of fine prismatic jadeite with interlocking texture. It is held that the jadeite jade orebody was formed by the evolution of ultrabasic magma during crystallization.

Key words: primary jadeite jade orebody; jadeite; prismatic interlocking texture; veinlike green jadeite jade; origin of magma; Nammaw; Myanmar

缅甸翡翠前人做过不少研究, 但多数仅限于翡翠标本的研究, 主要包括翡翠的成分、结构、构造、分类、颜色成因探讨等等。由于绝大多数研究者未曾到过翡翠矿区进行实地考察, 特别是缺乏对翡翠原生矿体产出特征的考察, 因此对翡翠成因的认识有较大的分歧(邓燕华等, 1998; 奥岩, 1998, 1999; 邹天人等, 1998; 崔文元等, 2000), 对原生翡翠矿床产出地质特征的资料基本引用1934年由乔西伯尔(Chhibber)发表的、后经苏温(Soe_win)和凯勒(Keller)等人做过修改补充的地质图(凯勒, 1992)。迄今为止国内关于缅甸翡翠原生矿体产出的地质特征的研究未见正式报道。2002年3月, 笔者参加了由著名翡翠专家摩泰组织的中国首批民间赴缅甸翡翠矿区考察团一行30余人到缅甸帕敢、隆肯、韦卡等几个重要的翡翠次生矿区及纳莫翡翠原生矿体进行实地考察, 获得了纳莫

翡翠原生矿体产出地质特征的第一手资料, 并对矿体的成分、结构、构造及成因进行了研究, 取得了重要认识和研究成果。

1 纳莫原生翡翠矿体产出的地质特征

纳莫翡翠原生矿体产于缅甸北部雾露河中段的纳莫(Nammaw)坑口内, 位于帕敢市西南8 km处(图1), 于2000年5月通过钻探被发现, 随后缅甸佤邦军红宝龙公司进行投资坑探, 通过109坑道对其进行控制和揭露。矿体的海拔标高约273 m, 距地表埋深约10~25 m, 长21.4 m, 宽4.9 m, 厚6.1 m, 总储量约3 000 t, 是迄今为止所发现的最大翡翠原生矿体。矿体呈透镜状侵入于蛇纹石化超基性岩中, 上盘产状为120~125°∠42~45°, 下盘产状130~135°∠35~40°。根

收稿日期: 2003-05-29; 修订日期: 2003-08-11

作者简介: 张良钜(1949-), 男, 教授, 矿物学专业。

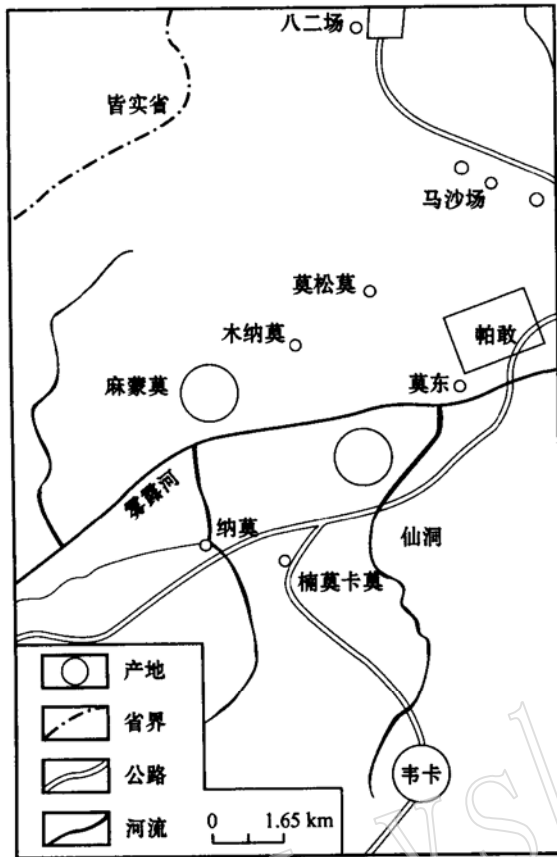


图1 缅甸北部帕敢地区翡翠矿点分布图

Fig. 1 Map showing the distribution of jadeite ore spots in Hpakan, northern Myanmar

据其产状及地表地形,估计矿体西南端埋深小,东北端埋深大。矿体上、下盘与围岩蛇纹石化超基性岩呈非常明显的侵入接触关系(图2A),在矿体的顶、底板附近产出有不同形状的围岩残留或捕虏体团块(图2B)。翡翠矿体整体为白色、浅色,局部地段可见淡紫色团块,间有沿矿体构造裂隙分布的绿色翡翠条带或脉(图2D)以及绕矿体中捕虏体分布的绿色团块(图2B)。绿色翡翠脉(条带)一般长为50~60 cm,最宽为30 cm,最窄为5 cm(图2D)。绿色翡翠团块主要围绕暗色围岩残留体或捕虏体的周边在一定范围内分布(图2B、D)。

翡翠矿体的围岩为蛇纹石化橄榄岩(图2C),在侵入接触部位的围岩常发育有强烈的片理化、糜棱岩化,局部有小褶皱,接触带附近的围岩中可见混染现象(图2A、D)。矿区内蛇纹石化橄榄岩又侵入在具强烈褶皱的透闪石-绿泥石片岩(图2E)以及具有明显片理化的绿钠闪石云母片岩(图2F、表1、图3中P5_1)。

2 矿物组成、结构和构造

2.1 翡翠矿体的矿物组成和结构、构造特征

镜下25块薄片观察及X射线衍射、红外光谱研究表明,

纳莫翡翠原生矿体的主要矿物为半自形-自形柱状硬玉晶体(表1、图3中P1_4样品),其次为方沸石、钠长石、石英等。根据矿物的自形程度、颗粒大小及其分布关系与结构、构造特征,矿体中的硬玉晶体至少呈3个世代晶出。第1世代硬玉结晶较粗,柱状晶体长0.55~1.1 mm,宽0.25~0.45 mm,多数晶体围绕一个中心呈放射状排列,构成帚状结构(图2G),单晶体的收敛端趋窄且自形程度好些,散开端趋宽且自形程度差些并见有熔蚀现象,为半自形柱状。第2世代硬玉晶体呈柱状交织结构(图2H),是翡翠矿体的主要结构,呈自形-半自形,颗粒较均一旦分布也较均匀,常绕第1世代帚状结构的硬玉晶体分布,柱状晶体长0.2~0.3 mm,宽0.05~0.1 mm,为细晶柱状。这两个世代的硬玉晶体构成翡翠矿体的主要矿物成分。第3世代硬玉晶体与粒状方沸石呈脉状穿插在第1、第2世代的硬玉中(图2I),硬玉晶体在脉中具有十分明显的流动构造和构造挤压现象,表明硬玉晶体的形成与构造应力有关。硬玉晶体长0.06~0.08 mm,宽0.01~0.015 mm,属微晶柱状结构,是矿体中绿色翡翠条带或脉的重要组成,也是矿体中翡翠质量较好的重要组成,具备色较好、结晶颗粒细、透明度较高的品质,但在矿体中分布非常有限(图2D)。粒状方沸石(表1、图3中P1_4样品)或单独或与第3世代硬玉呈脉状产出,表明与第3世代硬玉同时或稍后形成。方沸石的出现,表明第3世代硬玉结晶时富含水,因为硬玉在富水的作用下可形成方沸石,即 $\text{NaAl}[\text{Si}_2\text{O}_6] + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaAlSi}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$,也表明方沸石结晶时的温度不超过525℃(王璞等,1994)。镜下研究表明,翡翠矿体中有由钠长石与石英组成的细脉(图2J)穿插第3世代硬玉和方沸石组成的脉体,它是矿体最终结晶的产物。钠长石、石英的出现表明残余岩浆中富含 SiO_2 ,因为硬玉在 SiO_2 的作用下可结晶出钠长石,即 $\text{NaAl}[\text{Si}_2\text{O}_6] + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ 。

根据矿体中矿物之间的关系及结构、构造特征,纳莫翡翠原生矿体中的矿物结晶顺序应为:第1世代结晶较粗的且具帚状结构的柱状硬玉晶体→第2世代具柱状交织结构的细晶柱状硬玉晶体→第3世代具有流动构造的微晶柱状硬玉及粒状方沸石组成的脉或条带→粒状方沸石脉→钠长石与石英组成的脉。矿体主要由柱状交织结构的细晶柱状硬玉组成,矿体中质量较好的绿色翡翠条带或脉主要是由具有流动构造的微晶柱状硬玉组成。

2.2 矿体中捕虏体团块的矿物成分及特征

纳莫翡翠矿体,特别是近矿体的顶、底板中分布有许多不同形状、颜色的围岩捕虏体(图2B、D),经镜下观察及X射线衍射、红外光谱分析(表1、图3中P2_6),捕虏体由金云母(表1中P2_5)、绿钠闪石与白云母(表1、图3中P2_6)、蛇纹石等不同成分的团块组成,与周围的翡翠(硬玉)界线分明,颜色也截然不同,呈一个个孤立团块分布在翡翠矿体中(图2B、D),表明这些团块不是翡翠矿体侵入时结晶的组分,而是侵入时捕获或残留的围岩组分,捕虏体的矿物组成与围岩矿物组成相同。

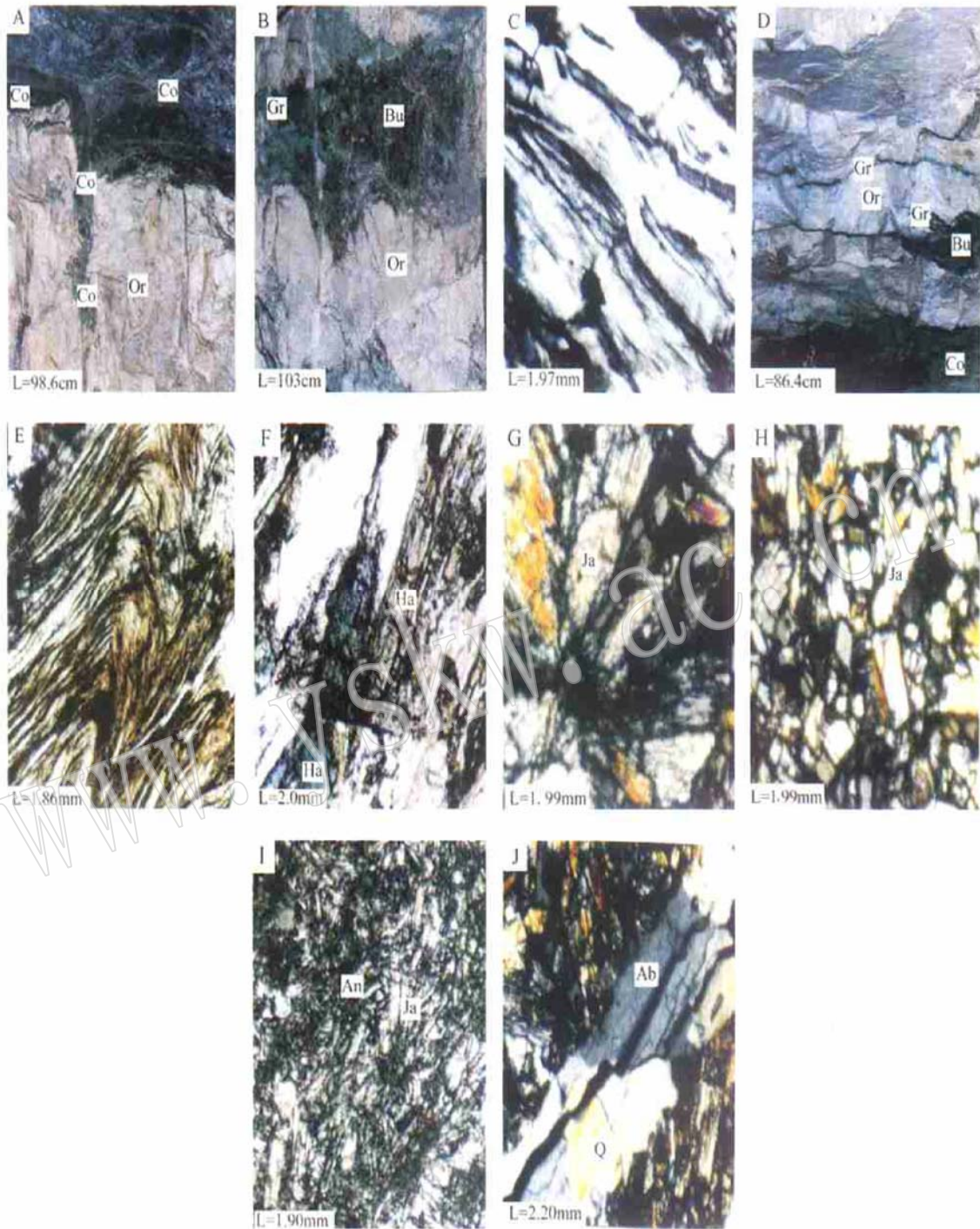


图 2 纳莫翡翠矿体照片

Fig.2 Photos of jadeite jade orebody in Nammaw

A—翡翠矿体(Or)与蛇纹石化超基性岩(Co, 围岩)的侵入接触关系; B—产于翡翠矿体(Or)中的围岩捕虏体团块(Bu); C—纤状结构的纤蛇纹石; D—沿矿体构造裂隙分布的绿色翡翠条带或脉(Gr); E—透闪石、绿泥石片岩; F—绿钠闪石(Ha)云母片岩; G—粗晶柱状具帚状结构的硬玉; H—细晶柱状具交织结构的硬玉; I—具流动构造的微晶柱状硬玉(Ja)和粒状方沸石(An); J—钠长石(Ab)与石英(Q)组成的细脉

A— intrusive contact between jadeite jade orebody and serpentinitized ultrabasic rock; B— trapped massive bodies in the jadeite jade orebody; C— lizardite with fiber-like texture; D— veins of green jadeite jade in fractures of jadeite jade orebody; E— schist consisting of tremolite and chlorite; F— schist consisting of hastingsite and muscovite; G— coarse-prismatic jadeite with broom-like texture; H— fine-prismatic jadeite with interlocking texture; I— micro-prismatic jadeite with flowage structure and granulous analcite; J— veins of albite and quartz

表1 矿物组成及其晶胞参数

Table 1 Composition and lattice parameters of minerals

样号	矿物名称	a_0/nm	b_0/nm	c_0/nm	$\beta/^\circ$	晶系
P1_4(白)	硬玉	0.944 29	0.857 51	0.521 13	107.43	单斜
P1_4(绿)	硬玉(45%)	0.945 38	0.857 19	0.521 53	107.49	单斜
	方沸石(55%)	1.373 8				等轴
P2_5	金云母	0.534 0	0.890 0	1.0318	100.00	单斜
P2_6	绿钠闪石(60%)	0.989 3	1.8030	0.5296	104.05	单斜
	云母(40%)					
P3_2	蛇纹石					
P5_1	绿钠闪石(30%)	0.993	1.800	0.528	104.04	单斜
	白云母(35%)					
P4- 1	蛇纹石(20%)					
	透闪石(35%)					
	绿泥石(30%)					
	滑石(35%)					

测试单位:中国地质大学(武汉)分析测试中心,测试者:于吉顺;仪器型号:D_MAX3B 粉晶衍射仪,30 kV,30 mA,扫描速度 $4^\circ/\text{min}$,CuK α 射线,Ni滤波。

3 矿体围岩的组成

经镜下观察及X射线衍射、红外光谱(由桂林工学院测试中心测试,仪器型号PE_500)分析,矿体围岩为蛇纹石化橄榄岩,蛇纹石为纤蛇纹石(图2C、图3中P3_2)。镜下局部可见粒状橄榄石假象的网状结构,在橄榄石蛇纹石化过程中析出了大量的黑色磁铁矿,并可见针状钛铁矿、滑石,局部可见残留的辉石颗粒并有纤闪石化,且碳酸盐脉普遍发育。

4 蛇纹石化橄榄岩的围岩组成

纳莫翡翠矿体侵入于蛇纹石化橄榄岩的超基性岩中,后者又侵入具有强烈揉皱的绿泥石-透闪石片岩(图2E)及绿钠闪石云母片岩中(表1、图3中P5_1及图2F)。绿钠闪石在单偏光下呈柱状,沿白云母的片理方向分布,具角闪石式解理,有强烈的多色性: N_g —绿黄, N_p —深蓝绿。

5 翡翠矿体的成因探讨

缅甸翡翠原生矿的成因一直是同行争论的焦点。笔者根据这次实地考察及所拍摄的照片、室内研究与相关的测试,并综合相关的资料,对翡翠成因认识建立在如下事实基础上:

(1) 根据前人资料^①,在缅甸北部分布的大小近百个超基性岩体中几乎都有翡翠(硬玉)矿体呈透镜状产出,而且只产于超基性岩中,在平面上呈彼此分隔的雁行排列。据目前所知,翡翠原生矿体有度冒、凯苏、八三、铁龙生及纳莫等矿区,其中度冒、凯苏、铁龙生的翡翠原生矿体的海拔高度在

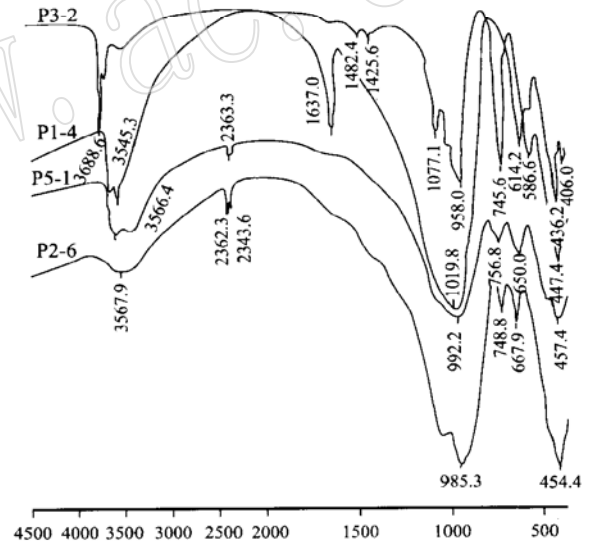


图3 样品的红外光谱

Fig. 3 IR spectra of the samples

460~610 m, 纳莫翡翠原生矿体的海拔高度为275 m。

(2) 纳莫翡翠原生矿体呈透镜状侵入于蛇纹石化橄榄岩中,两者呈明显的侵入接触关系,其产状为 $120^\circ\sim 135^\circ\angle 35^\circ\sim 45^\circ$ 。在矿体中,特别是近矿体的顶、底板残留或捕虏有较多的围岩碎块或团块(图2B、D)。

(3) 矿体几乎均由具帚状结构粗晶柱状(图2G)及具柱状交织结构细晶柱状(图2H)的硬玉组成,但以后者为主,硬玉晶体呈柱状自形-半自形晶。

(4) 在主矿体形成后,第3世代具有流动构造的微晶柱

① 云南省地质学会宝玉石专业委员会、云南省珠宝玉石饰品质量监督检验所,2002. 缅甸翡翠考察成果报告文集。

状硬玉与粒状方沸石呈脉状、条带状沿矿体构造裂隙分布并穿插在早先结晶的硬玉中(图 2D、I)或粒状方沸石单独呈脉状产出,表明微晶柱状硬玉形成时有富水的热液参与,因方沸石是硬玉在水作用下形成的产物,即 $\text{NaAl}[\text{Si}_2\text{O}_6] + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaAlSi}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。这种热水溶液含 Cr、Fe 离子并参与第 3 世代微晶柱状硬玉晶体的形成或对脉的两侧早先形成的硬玉进行交代或蚀变,形成绿色翡翠脉或条带。

(5) 在矿体中出现由钠长石与石英组成的脉体(图 2J)穿插在早先结晶的产物中,显然这些脉体是矿体最晚结晶的产物。表明富钠的碱性岩浆随着矿物的先后不断晶出,逐渐演化并富含 SiO_2 , 因为硬玉在富含 SiO_2 条件下可结晶出钠长石,即 $\text{NaAl}[\text{Si}_2\text{O}_6] + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ 。

鉴于上述研究事实,笔者认为纳莫翡翠原生矿体是岩浆成因的,是由超基性岩浆结晶演化分异出富钠的硅酸盐熔体,这种碱性岩浆在后期构造应力作用下,侵入到蛇纹石化超基性岩中结晶形成,并且岩浆在不断晶出的过程中也不断地向酸性方向演化分异,到晚期出现富含水的方沸石及富含二氧化硅的钠长石和石英,即岩浆结晶的最终产物为钠长石和石英。

6 几点认识

(1) 根据镜下特征,纳莫翡翠矿体中矿物生成顺序为:具帚状结构的粗晶柱状硬玉 → 具交织结构的细晶柱状硬玉 → 具有流动构造的微晶柱状硬玉及粒状方沸石脉 → 粒状方沸石脉 → 钠长石与石英脉。

(2) 矿体的主要组成是具柱状交织结构的半自形-自形细晶柱状硬玉,其次是具帚状结构的粗晶柱状硬玉晶体。

(3) 矿体中绿色翡翠条带或脉主要是由第 3 世代微晶柱状硬玉及粒状方沸石组成,是矿体中质量较好的翡翠,颗粒细,透明度好,其形成与矿体后期构造裂隙及含铬热液活动有关,后期的含铬热液沿着矿体的构造裂隙活动并对脉的两壁早先形成的硬玉进行交代,也参与第 3 世代微晶硬玉的形成。它是翡翠矿体中所谓“条带绿”、“带子绿”、“膏药绿”的主要成因。

(4) 矿体与围岩蛇纹石化超基性岩呈明显的侵入接触关系,并在矿体中分布有围岩捕虏体的团块。

(5) 纳莫翡翠原生矿体是岩浆作用的产物,是围岩超基性岩浆结晶演化后期分异出的富钠碱性岩浆在后期构造应力作用下侵入于早先形成的蛇纹石化超基性岩中并逐步结晶演化形成的。翡翠矿体走向与蛇纹石化超基性岩体基本一致,为北东-南西向,后者又与结晶片岩的片理方向基本一致。

(6) 富钠的碱性岩浆随着结晶作用不断地进行,逐步向富含 H_2O 和 SiO_2 方向演化,并相继出现方沸石、钠长石、石

英等矿物。碱质钠(Na)的组分一直参与矿物成分的组成,但有减少的趋势,因为硬玉、方沸石、钠长石的 Na_2O 含量分别是 15.4%、14.09%、11.8%(王璞等,1994)。

致 谢: 感谢摩泰老师及朱敏同志在缅甸考查期间提供的帮助和指教。

References

- Ao Yan. 1998. Studies of genesis for primary deposit of Burm jadeite jade(1)[J]. *China Gems & Jades*, (30): 31~ 33 (in Chinese).
- Ao Yan. 1999. Studies of genesis for primary deposit of Burm jadeite jade(2)[J]. *China Gems & Jades*, (31): 64~ 65 (in Chinese).
- Cui Wenyuan, Shi Guanghai, Yang Fuxu, *et al.* 2000. A New viewpoint_magma genesis of jadeite jade[J]. *Journal of Gems and Gemmology*, 2(3): 16~ 21 (in Chinese with English abstract).
- Deng Yanhua, Yuan Kuirong, Yuan Yan, *et al.* 1998. Minerogenesis of jadeite jade deposit and prospects of ore search for jadeite jade in China[J]. *Yunnan Geology*, 17(3~ 4): 407~ 409 (in Chinese).
- Keller P C (translated by Yao Canlin and Meng Ye). 1992. *Gemstones and Their Origins*[M]. Beijing: Metallurgy Industry Publishing Company (in Chinese).
- Wang Pu, Pan Zhaolu, Weng Lingbao, *et al.* 1994. *Systemetic Mineralogy*(2)[M]. Beijing: Geological Publishing House, 98~ 99 (in Chinese).
- Zou Tianren, Yu Xiaojin, Xia Fengrong, *et al.* 1998. Minerals compositions of jadeite jade and classification of pyroxene jade[J]. *Yunnan Geology*, 17(3~ 4): 338~ 349 (in Chinese).
- 附中文参考文献**
- 奥 岩. 1998. 缅甸翡翠原生矿床成因研究(上)[J]. *中国宝玉石*, (30): 31~ 33.
- 奥 岩. 1999. 缅甸翡翠原生矿床成因研究(下)[J]. *中国宝玉石*, (31): 64~ 65.
- 崔文元, 施光海, 杨富绪, 等. 2000. 一种新观点——翡翠新的岩浆成因说[J]. *宝石和宝石学杂志*, 2(3): 16~ 21.
- 邓燕华, 袁奎荣, 袁 雁, 等. 1998. 翡翠矿床的成矿作用及我国翡翠找矿前景[J]. *云南地质*, 17(3~ 4): 407~ 409.
- IMA_CNMMN 角闪石专业委员会全体成员(王立本译). 2001. 角闪石命名法——国际矿物学协会新矿物及矿物命名委员会角闪石专业委员会的报告[J]. *岩石矿物学杂志*, 20(1): 84~ 100.
- 凯勒 P C(姚参林, 孟 叶译). 1992. *宝石及其成因*[M]. 北京: 冶金工业出版社.
- 王 濮, 潘兆槽, 翁玲宝, 等. 1994. *系统矿物学(中)*[M]. 北京: 地质出版社, 98~ 99.
- 邹天人, 於晓晋, 夏凤荣, 等. 1998. 翡翠的矿物成分和辉玉的分类[J]. *云南地质*, 17(3~ 4): 338~ 349.