

缅甸帕敢隐伏原生翡翠矿体颜色的地质产出特征与研究

张良钊

(桂林理工大学, 广西 桂林 541004)

摘 要: 缅甸帕敢隐伏原生翡翠矿体呈透镜状侵入蛇纹石化的超基性岩中, 矿体的形成先后经历了成岩→变质重结晶→构造应力→成玉等 4 个主要地质作用。矿体内有 3 种主要颜色产出, 分别为微带紫的浅白色、黑色与绿色。研究表明, 紫色是成岩作用形成的最早原生色, 黑色(癣)是矿体中的围岩捕虏体经变质重结晶作用形成的镁钠闪石, 翡翠的绿色是成玉作用的产物。绿色翡翠中的 Cr 来自于矿体中的捕虏体并与构造应力作用有关。

关键词: 翡翠原生矿体, 地质产出, 颜色与成因, 帕敢, 缅甸

中图分类号: P619.28⁺1

文献标识码: A

文章编号: 1000-6524(2011)S0-0013-05

Characteristics of the geologically-formed colors of the hidden primary jadeite jade ore body in Pharkant, Myanmar

ZHANG Liang-ju

(Guilin Institute of Technology, Guilin 541004, China)

Abstract: The primary ore body of jadeite jade in the lenticular form intruded into the serpentinous ultrabasic rock. The formation of the ore body can be divided into four geological processes in order of magmatism (rock forming)→metamorphic recrystallization→tectonic stress→jade forming. Three colors of occurrence in the ore body are respectively light purple, black and green. It is considered that the violet color of jadeite jade is the earliest primary color formed by magmatism, the black color results from the torendrikite formed by metamorphic recrystallization of trapped massive in the ore body, and the green color of jadeite jade is the latest color caused by the formation of jade. Chrome in the green color of jadeite jade is derived from the trapped massive in the ore body and is related to tectonic stress.

Key words: primary ore body of jadeite jade; geological occurrence; color and genesis; Pharkant; Myanmar

缅甸翡翠的颜色前人做过不少研究, 主要包括翡翠颜色种类、致色离子、成因及其关系的探讨等等(奥岩等, 1997; 欧阳秋眉等, 1998, 2001; 丘志力, 2000; 罗劬侃等, 2008; 卢慧, 2008)。由于绝大多数研究者未曾到过翡翠矿区进行实地考察, 更谈不上对翡翠原生矿体的地质产出特征的研究, 他们只限于对翡翠标本或镜下薄片的研究, 因此这些研究报

道暴露出许多矛盾与问题, 特别是对翡翠的紫色、黑色(癣)、绿色形成的先后时间及在原生矿体中的地质产出特征与颜色成因的认识各持己见。2004 年笔者曾对缅甸纳莫原生翡翠矿体的地质产出及成因作过研究报道(张良钊, 2004)。之后, 不少学者研究翡翠成因时对该报道作了多次引用(施光海等, 2004; 丘志力, 2008; 王昶, 2009)。本文在前期以及前人的

收稿日期: 2011-04-19; 修订日期: 2011-06-23

基金项目: 有色及贵金属隐伏矿床勘查教育部工程研究中心建设项目(教技函[2007]72 号)

作者简介: 张良钊(1949-), 男, 教授, 成因矿物学与宝石学研究方向, E-mail: zljpgig@yahoo.com.cn。

研究基础上根据帕敢隐伏原生翡翠矿体中的紫色、黑色(癣)、绿色的地质产出特征,对原生翡翠矿体中的3种颜色形成的时间、空间关系以及成因进行了研究。

1 隐伏原生翡翠矿体地质概况

帕敢翡翠原生矿体产于缅甸北部雾露河中段纳莫(Nammaw)坑口内。矿体的海拔标高约273 m,距地表埋深约10~25 m,翡翠矿体长21.4 m、宽4.9 m、厚6.1 m。矿体呈透镜状侵入在蛇纹石化超基性岩中,矿体上盘产状为 $120^{\circ}\sim 125^{\circ}/42^{\circ}\sim 45^{\circ}$,下盘产状 $130^{\circ}\sim 135^{\circ}/35^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 。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1a,e),在矿体的顶、底板附近的矿体中产出有残留或捕虏不同形状蛇纹石化超基性岩围岩团块(图1b、1e),但这些超基性岩捕虏体均已重结晶变质为蓝黑色镁钠闪石(张良钜,2004,表1)在超基性岩中分布有白色翡翠的混染(图1a)。矿区内超基性岩又侵入在具强烈褶皱的透闪石-绿泥片岩及具有明显片理化的钠闪石云母片岩(张良钜,2004)中,表明超基性岩侵入在结晶片岩中,翡翠矿体又侵入在超基性岩中,它们形成的先后顺序为:结晶片岩→超基性岩→翡翠矿体→矿体中捕虏体重结晶的镁钠闪石。据前人资料,无论是早先发现的度冒翡翠原生矿体,还是近期(2000年)勘探出的帕敢隐伏原生翡翠矿体,它们无一例外都产出在超基性岩中,前者产出的海拔标高约800 m,后者产出的海拔标高约270 m处,即产出在超基性岩体的较低部位。

据地质产出及镜下薄片研究,翡翠矿体中的硬玉至少有两个世代。早世代硬玉为自形-半自形柱状(图1c),结晶较粗,柱状晶体长0.55~1.1 mm、宽0.25~0.45 mm,构成矿体的主要组成,是成岩(岩浆)作用产物。晚世代绿色硬玉呈脉状穿插在早世代的硬玉矿体(图1d)的构造裂隙中或呈不规则的团块状、疙瘩状、侵染状、松花状产出在矿体的捕虏体中或围绕捕虏体产出,硬玉晶体属微晶柱状结构,晶体长0.06~0.008 mm、宽0.01~0.015 mm,呈脉状产出的硬玉晶体具有十分明显的流动构造和构造挤压现象(图1b、d、e),这种现象表明晚世代硬玉晶体的形成与构造应力有关,是早世代成岩作用形成的硬玉矿体受后期构造应力作用而产生的破碎与裂隙后,晚世代的硬玉岩浆在构造应力作用下贯入到构

造裂隙中结晶形成的,是与构造应力同时或稍后形成的成玉作用的产物,它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,它具备色较好、结晶颗粒细、透明度较好的品质,但它们在矿体中分布是非常有限的(图1a、b、e)。

2 矿体颜色产出与特征

矿区原生翡翠矿体整体为微带淡紫色的浅色或白色,局部地段产出有绿色及蓝黑色(癣),其产出特征如下。

2.1 微带紫的浅色

翡翠矿体整体呈现出微带紫的浅色,这种紫色在矿体的不同部位有浓淡的差异,即近矿体的边缘部位的紫色要比矿体的中间部位稍浓些(图1a、e),其紫色与笔者在帕敢宾馆堆放的翡翠毛料的紫色极为相似(图1f),紫色翡翠经镜下薄片及X-射线、红外光谱研究表明为早世代结晶较粗的自形-半自形柱状硬玉晶体(表1)。

2.2 蓝黑色(俗称翡翠中的“癣”)

在矿体的边缘或局部地段产出有不规则黑色团块或条带(图1b、e),这些团块或条带与浅色翡翠矿体呈黑白分明的接触界线,呈一个个孤立团块分布在翡翠矿体中,表明这些黑色团块或条带不是翡翠岩浆侵入时结晶的组分,而是早世代翡翠岩浆侵入到超基性岩时,超基性岩残存或被捕获在翡翠矿体中,是翡翠矿体中的捕虏体。经镜下薄片及X-射线、红外光谱研究表明,蓝黑色或“癣”主要由镁钠闪石矿物组成并含有少量云母(表1)。翡翠矿体中产出的“癣”是超基性岩捕虏体中的蛇纹石或者暗色矿物与翡翠岩浆侵入接触时所发生的变质重结晶作用所形成的镁钠闪石等矿物,即 $\text{Mg}_6[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2 + \text{FeCr}_2\text{O}_4 + \text{NaAl}[\text{Si}_2\text{O}_6] \rightarrow \text{Na}_2(\text{Mg}, \text{Fe})_3\text{Fe}_2^{3+}[\text{Si}_4\text{O}_{11}](\text{OH})_2 + \text{Cr}^{3+}$,镁钠闪石中的 Na^+ 主要来自翡翠岩浆,在镁钠闪石等矿物形成的同时,超基性岩中的 Cr^{3+} 也被释放出来并赋存在捕虏体中。

2.3 绿色

矿体中的绿色翡翠有两种地质产出。第一种呈脉状产出在矿体的构造裂隙中,脉的形状与构造裂隙基本一致,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1a、1b、1e),沿构造裂隙方向追索,可寻找到裂隙方向某一端一定会与暗色围岩捕虏体连通(图1b、1e)。第二种绿色翡

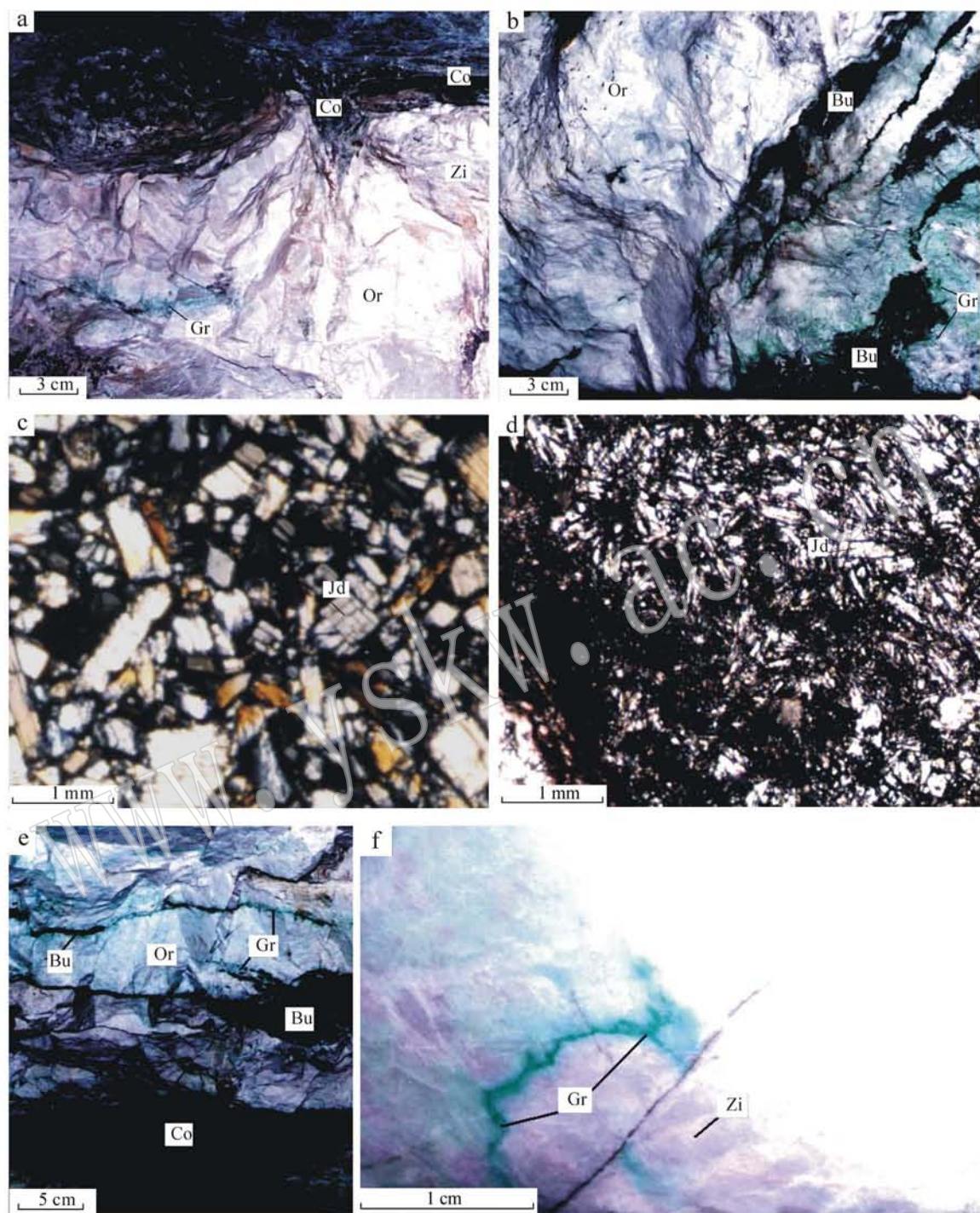


图 1 帕敢翡翠矿体照片

Fig. 1 Photographs of jadeite jade ore body in Pharkant

a—翡翠矿体(Or)与蛇纹石化超基性岩(Co: 围岩)的侵入接触关系及矿体中的紫色(Zi)、绿色(Gr); b—产于翡翠矿体(Or)中的围岩捕虏体团块(Bu); c—早世代粗晶柱状结构的硬玉(Jd); d—晚世代具流动构造微晶柱状结构的硬玉(Jd); e—沿矿体构造裂隙分布的绿色翡翠条带或脉(Gr); f—绿色翡翠条带或脉(Gr)穿插紫色翡翠(Zi)

a—intrusive contact between jadeite jade ore body and serpentized ultrabasic rock, green and violet in the ore body; b—trapped massive bodies in the jadeite jade ore body; c—early epoch jadeite with coarse-prismatic texture; d—late epoch macro-prismatic jadeite with flowage structure; jadeite with fine-prismatic texture; e—veins of green jadeite jade in fractures of jadeite jade ore body; f—veins of green jadeite jade in fractures across violet jadeite jade

翠呈不规则的团块状、疙瘩状、侵染状、松花状产出在矿体的蓝黑色捕虏体裂隙中或绕黑色捕虏体周边附近产出(图 1b、e)。绿色翡翠经镜下薄片及 X-射线、红外光谱研究表明主要由微晶柱状硬玉及少量粒状方沸石组成(表 1)。镜下薄片研究,硬玉晶体在脉体中具有十分明显的流动构造和构造挤压现象,这种现象表明绿色硬玉晶体的形成与构造应力有关((图 1d),在构造应力作用下,翡翠矿体或黑色捕虏

体产生裂隙或破碎的同时或稍后,晚世代含铬的翡翠岩浆再次挤压侵入到相应的裂隙中,呈绿色脉状或不规则状产出在翡翠矿体中,在绿色翡翠条带或脉中有时可见黑色捕虏体产出,表明黑色捕虏体与晚世代翡翠岩浆在构造应力作用下被同时贯入到翡翠矿体的构造裂隙中(图 1e 中的 Bu 箭头所示),再次证明绿色翡翠中的铬来自黑色捕虏体或与黑色捕虏体有极为密切的关系。

表 1 矿物晶胞参数表
Table 1 Lattice parameters of minerals

样品号	矿物名称	a_0/nm	b_0/nm	c_0/nm	$\beta/^\circ$	晶系	备注
P1-4(白)	硬玉	0.944 29	0.857 51	0.521 13	107.43	单斜	早世代
P1-4(绿)	硬玉	0.945 38	0.857 19	0.521 53	107.49	单斜	晚世代
	方沸石	1.373 8				等轴	
P2-5	金云母	0.534	0.89	1.031 8	100.00	单斜	
P2-6	镁钠闪石	0.989 3	1.803 0	0.529 6	104.05	单斜	矿体中捕虏体
P3-2	蛇纹石						蛇纹石化超基性岩

注:测试单位:中国地质大学(武汉)分析测试中心;仪器型号:D-MAX3B 粉晶衍射仪,30 kV,30 mA,扫描速度 4°/min,CuK α 射线,Ni 滤波。

3 讨论

根据帕敢隐伏原生翡翠矿体中不同颜色的地质产出,紫色是翡翠矿体的成岩作用的产物,即早世代结晶较粗的硬玉矿物普遍呈微带紫的浅色或白色,是最先形成的颜色。随后,产出在浅色翡翠矿体中的蛇纹石化超基性岩捕虏体由于受到翡翠岩浆热与成分的作用,促使超基性岩捕虏体中的蛇纹石或暗色矿物发生重结晶变质作用形成镁钠闪石等矿物,即捕虏体中的蛇纹石或暗色矿物在翡翠岩浆的作用下形成镁钠闪石并释放出 Cr^{3+} ,即 $\text{Mg}_6[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8 + \text{FeCr}_2\text{O}_4 + \text{NaAl}[\text{Si}_2\text{O}_6] \rightarrow \text{Na}_2(\text{Mg}, \text{Fe})_3\text{Fe}_2^{3+}[\text{Si}_4\text{O}_{11}](\text{OH})_2 + \text{Cr}^{3+}$,其结果是,未变质前捕虏体是以蛇纹石矿物为主的浅黄绿色超基性岩,重结晶变质作用后捕虏体则形成以蓝黑色镁钠闪石为主的碱性角闪石矿物,这种以蓝黑色碱性角闪石为主的捕虏体是翡翠矿体中的“癣”。继翡翠矿体中的“癣”形成之后,由于构造应力作用,使成岩作用形成的微带紫的浅色或白色的翡翠矿体及矿体中的“癣”发生破碎或裂隙并伴随构造热液活动的产生,“癣”中的 Cr^{3+} 释放进入构造热液中并加入晚世代的翡翠岩浆中,致使晚世代的翡翠岩浆含一定量的铬。晚世代含铬翡翠流体与“癣”在构造应力作用

下被贯入到早世代翡翠矿体或捕虏体的构造裂隙中,并在一定的环境条件下结晶形成晚世代绿色翡翠,其形态取决于裂隙的形态,可呈团块状、疙瘩状、浸染状、松花状。前人或翡翠商人根据翡翠毛料或赌石中绿色翡翠呈现的形状所产生的质量价值,认为“宁买一线,不买一片”,这里的“一线”是指绿色翡翠在赌石中呈脉状或带状产出(图 1a、1e、1f);“一片”则指绿色翡翠在赌石中呈点状或浸染状、松花状稀疏产出(图 1b、1e),难以取料;“一线”与“一片”生动地描述了绿色翡翠在赌石毛料中产出形态,也基本反映了帕敢隐伏原生翡翠矿体中绿色翡翠的地质产出形态。对于翡翠赌石毛料中的绿与黑的关系则生动形象描述成“绿随黑走”(图 1b、1e),这里所指的“黑”是翡翠矿体中的“癣”,是以蓝黑色碱性角闪石为主的捕虏体;“绿”是指晚世代微晶柱状绿色硬玉,贴切地概括了翡翠中的绿与黑的先后关系,即绿色翡翠形成在蓝黑色镁钠闪石之后。“有黑必有绿”则寓意“绿”的形成与“黑”的密切关系,图 1b、1e 中绿色翡翠脉或团块中都有“癣”产出在其中,同时也表明先有“黑”后才有“绿”,即晚世代绿色翡翠中的 Cr^{3+} 源自于矿体中的黑(“癣”),而“癣”是翡翠矿体中浅黄绿色超基性岩捕虏体中的蛇纹石等矿物经重结晶变质作用形成蓝黑色碱性角闪石矿物。因此帕敢隐伏原生翡翠矿体中不同颜色的空间产出特征

为紫色中矿体中都有产出,但颜色稍浓一些的主要分布在矿体的边部;黑色(“癣”)主要产出在翡翠矿体的近边部,偶尔也可产出在矿体的其他部位,绿色则产出在翡翠矿体中绕黑色捕虏体周围附近的构造裂隙及捕虏体的破碎裂隙中,并成为构造角砾的胶结物。颜色形成的先后时间:紫色→黑色(“癣”)→绿色。

4 几点认识

(1) 帕敢隐伏原生翡翠矿体的形成先后经历翡翠的成岩作用→超基性岩捕虏体的变质重结晶作用→构造应力与构造热液作用→绿色翡翠的成玉作用等4个主要地质作用。

(2) 硬玉矿物产出至少有两个世代:早世代硬玉结晶较粗呈微带紫的浅色,构成翡翠矿体的主体(主要组成);晚世代浅绿色、绿色硬玉为微晶-细粒结构,呈脉状、条带状、不规则状产出在翡翠矿体或黑色捕虏体的构造裂隙中。

(3) 紫色、黑色(“癣”)主要产出在矿体的边部及近矿体的边部附近,绿色分布在矿体中黑色捕虏体周围附近的构造裂隙及捕虏体内的破碎裂隙中,且构造裂隙与捕虏体是联通的。

(4) 紫色是翡翠成岩作用最早形成的。黑色(“癣”)主要成分是蓝黑色碱性角闪石矿物,它是超基性岩捕虏体的变质重结晶作用的产物。绿色是成玉作用形成的最后原生颜色。

(5) 绿色翡翠中的 Cr^{3+} 源于矿体中的黑色捕虏体或超基性岩。

(6) 粒状方沸石呈脉状穿插绿色翡翠,它是硬玉在晚期热液活动的作用下所形成的产物。

References

Ao Yan and Cheng jin. 1997. Characteristics of chemical compositions of different colors jadeite jade in Burm[J]. China Gems & Jades , 9

(4): 37~40(in Chinese).

Lu Hui. 2008. Study on Mineralogical Character of Tinea on the Weathering Crust of Feicu[D]. Beijing : China University of Geosciences (in Chinese with English abstract).

Luo Qukan , Cheng Binghui and Wan Laili. 2008. Study on relationship between colour of crust and that of interior jadeite jade[J]. Journal of Gems and Gemmology 33 (3): 5~9(in Chinese).

Ouyang Qiumei and Li hansheng. 1998. The colouring mechanism of the black Feicu[J]. China Gems , (4): 63~65.

Ouyang Qiumei. 2001. Characteristics of Violet Jadeite Jade and Probe into its colouration mechanism[J]. Journal of Gems and Gemmology 31 (1): 1~6(in Chinese).

Qiu Zhili. 2000. The black Feicu[J]. Jewelry Science and Technology , (12): 52~53(in Chinese).

Shi Guanghai and Cui Wenyuan. 2004. Textures and microstructures of Myanmar Jadeite : implications for formation of jadeitic feicu[J]. Journal of Gems and Gemmology , 10(1): 9~11(in Chinese).

Wang Chang. 2009. Research Progress on Burma Jade[J]. Rock and mineral analysis , 28(5): 457~461(in Chinese with English abstract).

Zhang Liangju. 2004. Characteristics and genesis of the primary jadeite jade ore-body in Nammaw , Myanmar[J]. Acta Petrologica et Mineralogica , 31 (1): 49~53(in Chinese).

附中文参考文献

奥岩,陈进. 1997. 缅甸各种颜色翡翠化学成分特征[J]. 中国宝石 , 9(4): 37~40.

卢慧. 2008. 翡翠皮壳上癣的宝石矿物学研究[D]. 北京:中国地质大学.

罗劭侃,陈炳辉,万茉莉. 2008. 翡翠的皮壳与内部颜色的关系[J]. 宝石和宝石学杂志 , 10(1): 5~9.

欧阳秋眉,李汉声. 1998. 黑色翡翠成色机理[J]. 中国宝石 (4): 63~65.

欧阳秋眉. 2001. 紫色翡翠的特征及成色机理探讨[J]. 宝石和宝石学杂志 , 31 (1): 1~6.

丘志力. 2000. 黑色翡翠[J]. 珠宝科技 , 12(3): 52~53.

施光海,崔文元. 2004. 缅甸硬玉岩的结构与显微构造的硬玉质翡翠的成因意义[J]. 宝石和宝石学杂志 , 33 (3): 9~11.

王昶. 2009. 缅甸翡翠研究进展[J]. 岩矿测试 , 28(5): 457~461.

张良钜. 2004. 缅甸纳莫原生翡翠矿体特征与成因研究[J]. 岩石矿物学杂志 , 23(1): 49~53.